



DAIMLER



PORSCHE



Audi

Standardisiertes E-Gas Überwachungskonzept für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

Version 6.0



DAIMLER



1	Allgemeiner Teil.....	5
1.1	Mitglieder des Arbeitskreises	5
2	Einleitung	5
3	Begriffsdefinitionen	6
4	Abkürzungen	7
5	Entwicklungsleitlinien und Grundsätze	8
6	Referenzen	9
7	System Definition	9
8	Gefahren und Risikoanalyse	10
9	Funktionales Sicherheitskonzept	11
10	Technisches Sicherheitskonzept	13
10.1	Das Überwachungskonzept in 3 Ebenen	13
10.1.1	Systemübersicht Motorsteuergerät	13
10.1.2	Motorsteuerungsfunktionen und Komponentenüberwachung der Ebene 1	14
10.1.2.1	Ausführungsmerkmale und Diagnoseanforderungen für Drosselklappensteller	16
10.1.2.1.1	Ausführungsmerkmale der Drosselklappen-Sensorik	16
10.1.2.1.2	Fehlererkennung	17
10.1.2.2	Ausführungsmerkmale und Diagnoseanforderungen für Pedalwertgeber	17
10.1.2.2.1	Ausführungsmerkmale der Fahrpedalwertgeber-Sensorik.....	17
10.1.2.2.2	Ausführungsmerkmale der SG-Eingangsbeschaltung (analoge Signalgeber).....	17
10.1.2.2.3	Ausführungsmerkmale der Signalinhalte bei digitalem Übertragungs-Protokoll (z.B. SENT)..	18
10.1.2.2.4	Ausführungsmerkmale im Steuergerät bei Auswertung eines digitalen Übertragungs-Protokolls (z.B. SENT).....	18
10.1.2.2.5	Fehlererkennung	18
10.1.2.3	Ermittlung der Fahrpedalvorgabe in Ebene 1 im Normalbetrieb.....	19
10.1.2.4	Gas-/Bremse-Plausibilität.....	19
10.1.3	Funktionsüberwachung Ebene 2, allgemeine Anforderungen	19
10.1.3.1	Einbezug Verlustmoment aus Ebene 1 zur Berechnung „zulässiges Moment“	27
10.1.3.2	Übernahme Adaptionswerte / Korrekturfaktoren aus Ebene 1 in Ebene 2 (Toleranzeinengung)	27
10.1.3.3	Überwachung der Einspritzausgabegrößen aus Ebene 1	27



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

10.1.3.4	Überwachung der Ansteuer- Ausgabe-Einheit (z.B. TPU, PCP)	27
10.1.3.5	Kontinuierliche Überwachung beim Diesel (Drehmomentvergleich), Ermittlung Ist-Moment E2	28
10.1.3.5.1	Raildrucküberwachung	28
10.1.3.5.2	Momentenrelevante Wirkungsgrade von Einspritzmengen	29
10.1.3.5.3	Weitere momentenrelevante Wirkungsgrade (z.B. Lufteinfluß)	29
10.1.3.6	Kontinuierliche Überwachung beim Diesel (Beschleunigungsvergleich)	29
10.1.3.6.1	Anforderungen an die Ebene 1	29
10.1.3.6.2	Anforderungen an die Ebene 2	30
10.1.3.7	Kontinuierliche Überwachung beim Diesel, Schubüberwachung	30
10.1.3.8	Kontinuierliche Beschleunigungsbasierte Überwachung auf Basis Beschleunigungssensor	31
10.1.3.8.1	Anforderungen an die Ebene 2	31
10.1.3.9	Alternativverfahren für die Überwachung eines zulässigen Soll-Moments/Soll-Beschleunigung	32
10.1.3.10	Kontinuierliche Überwachung bei Otto-Konzepten (Beschleunigungsvergleich)	35
10.1.3.10.1	Anforderungen an die Ebene 1	35
10.1.3.10.2	Anforderungen an die Ebene 2	35
10.1.4	Absicherung der Momentenausgabegrößen im Steuergeräteverbund	35
10.1.5	Rechnerüberwachung Ebene 3	35
10.1.5.1	Überwachung der Frage-/Antwort-Kommunikation	37
10.1.5.1.1	Überwachung durch das E3_ÜM	37
10.1.5.1.2	Überwachung durch die E3_SW im Funktionsrechner	37
10.1.5.2	Wiederholrate der Frage/Antwortkommunikation	37
10.1.5.3	Testpfade der E3_SW im Funktionsrechner	38
10.1.5.4	Fragegenerierung im Überwachungsmodul E3_ÜM	38
10.1.5.5	Überwachung programmierbarer Hardware-Bausteine oder -Module (unabhängig vom Funktionsrechner)	39
10.1.5.6	Absicherung rechnerinterner Peripherie	39
10.1.5.7	Anforderungen an auf mehrere Prozessor-Kerne verteilte Überwachungsfunktionalitäten	39
10.1.5.8	Abschaltpfadtest	40
10.1.5.9	A/D-Wandlertest	40
10.1.5.10	Systemverhalten bei Reset	40



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

10.1.5.11	Graphische Darstellung der Fehlerreaktionen in Ebene 3	41
10.2	Systemreaktionen auf Fehler	43
10.3	Zusätzliche technische Anforderungen	43
10.3.1	Sicheres Motor abstellen	43
11	Anhang: Reaktionen auf überwachungsrelevante Fehler	43
11.1	Fehler aus der Überwachung der Ebene 1	43
11.1.1	Pedalwertgeber	44
11.1.2	Elektromechanisches Stellsystem (Otto mit einer Drosselstelle)	46
11.1.3	Überwachung externer Eingriffe	48
11.1.4	Überwachung Programmierung und Versorgungsspannung	48
11.1.5	Bremsinformationen	49
11.2	Fehler aus der Funktionsüberwachung der Ebene 2	49
11.3	Fehler aus der Rechnerüberwachung der Ebene 3	54
12	Abbildungsverzeichnis	56



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-1

1 Allgemeiner Teil

EGAS-2

1.1 Mitglieder des Arbeitskreises

Firma	Vertreter
Audi AG	Hr. Nägler
BMW AG	Hr. Kranawetter
BMW AG	Hr. Dr. Strobl
Daimler AG	Hr. Rehm
Porsche AG	Hr. Staib
VW AG	Hr. Veldten

EGAS-3

EGAS-5

2 Einleitung

EGAS-6

Zur Steuerung von Otto- und Dieselmotoren sind heute „Drive by Wire-Systeme“ Stand der Technik. Die hohen Anforderungen an diese Systeme und deren Einbindung in vernetzte Fahrzeugsysteme erfordern eine sorgfältige Überwachung ihrer Funktionsfähigkeit.

EGAS-7

Die im Arbeitskreis EGAS vertretenen Automobilhersteller sehen in der Lösung dieser Aufgabe kein Potential zur Markendifferenzierung.

EGAS-8

Sie sind daher übereingekommen, das Überwachungskonzept für EGAS-Systeme zu standardisieren und dieses Konzept lieferantenunabhängig in den Motorsteuerungen ihrer jeweiligen Fahrzeuge umzusetzen.

EGAS-9

Trotz funktionaler Unterschiede bei Motorsteuerungen von Otto- und Dieselmotoren, die im wesentlichen aus den verwendeten Arbeitsverfahren resultieren, ist die Standardisierung der Überwachung von Kernkomponenten und -Funktionen aus Sicht des EGAS-Arbeitskreises möglich.

EGAS-10

Die vorliegende Dokumentation beschreibt die Grundsätze des dazu zu verwendenden Konzepts.

EGAS-11

Sie soll als Leitsatz für die Entwicklung künftiger Motorsteuerungen dienen.

EGAS-12

Das hier verwendete EGAS-Überwachungskonzept wurde durch den herstellerübergreifenden EGAS-Arbeitskreis in Zusammenarbeit mit Steuergeräteherstellern entwickelt.

EGAS-15

Bei Verwendung dieser Spezifikationen sind die gegenseitigen Lizenzansprüche durch die betroffenen Rechts- bzw. Patentabteilungen zu klären.

EGAS-670

Dieses Dokument beschreibt wie für, die im Arbeitskreis vertretenen Automobilhersteller ein Überwachungskonzept für EGAS-Systeme umzusetzen ist. Gleichzeitig stehen die Inhalte dieses Dokuments durch Veröffentlichung im Internet jedem anderen Hersteller oder Zulieferer in der Automobilindustrie zur eigenen Anwendung zur Verfügung. Keinesfalls entbindet das Dokument seine Nutzer von der Verantwortung eigenständige Überlegungen zur Sicherheit des jeweiligen Produkts anzustellen. Gesetzliche Vorgaben und der jeweils neueste Stand von Wissenschaft und Technik sind vom jeweiligen Entwickler und Produkthersteller zu beachten und gehen den Empfehlungen dieses Dokuments vor. Eine Haftung für die Inhalte übernehmen weder die Mitglieder des Arbeitskreises noch die Autoren dieses Lastenhefts.



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-16

3 Begriffsdefinitionen

EGAS-17

- Ein **Fahrzyklus** ist der Betrieb zwischen einem durch den Fahrer mit Hilfe einer Schlüsselstartvorrichtung ausgelösten Motorstart und Motorstopp einschließlich einer eventuellen Steuergeräte-Nachlaufphase

EGAS-18

- Ein **Fehler** oder **Einzelfehler** ist eine Nichterfüllung mindestens einer Anforderung an ein erforderliches Merkmal einer Betrachtungseinheit

EGAS-19

- Ein **schlafender Fehler** ist ein Fehler, der auch im folgenden Fahrzyklus weder von der elektronischen Motorsteuerung noch vom Fahrer erkannt wird

EGAS-20

- **Doppelfehler** sind zwei Fehler, die innerhalb eines kurzen Zeitfensters („gleichzeitig“) auftreten und nicht in kausalem Zusammenhang stehen

EGAS-21

- **Zwei Einzelfehler**, die außerhalb dieses kurzen Zeitfensters auftreten und nicht in kausalem Zusammenhang stehen, sind **Zweifachfehler**

EGAS-22

- **Die Fehlerentdeckung** ist das Feststellen der Überschreitung erlaubter Abweichungen von relevanten Systemgrößen, die zur Nichterfüllung mindestens einer Anforderung an ein erforderliches Merkmal einer Betrachtungseinheit führt. Ein **Fehler** gilt dann als **entdeckt**, wenn der Zeitpunkt der Entdeckung ein Abwenden bzw. Reduzieren der Fehlerfolge (Schwere) ermöglicht.

EGAS-23

- **Die Fehlerauswirkung** ist die Abweichung des Systemverhaltens in fehlerfreiem Zustand (Einhaltung der Anforderungen relevanter Systemgrößen) zum Systemverhalten im Fehlerfall.

EGAS-24

- **Die Fehlerreaktion** ist die Gesamtheit aller Maßnahmen, die nach der Fehlerentdeckung eingeleitet werden, um die Fehlerauswirkung auf das zulässige Maß zu begrenzen.

EGAS-25

- **Beherrschbare Fehlerreaktionen** im Fall eines Fehlers sind charakterisiert durch:

EGAS-26

- definiert freigegebene Reaktionszeiten

EGAS-27

- definiert freigegebene Motordrehmoment-/Motordrehzahl- oder Beschleunigungs-Begrenzungen

EGAS-28

- „**Rohsignale**“ am Steuergerät sind:

EGAS-29

- digitale oder analoge Eingangssignale, die an den Eingangs-Hardwareregistern abgetastet werden.

EGAS-30

- via Datenbus empfangene Eingangsinformationen, die aktuell und unverändert übernommen werden.

EGAS-31

- Unter **Reset** wird das Überführen des Systems in einen kontrollierten Zustand verstanden. Dies kann durch einen SW-Funktionsaufruf oder HW-Mechanismen im SG ausgelöst werden:

EGAS-32

- SW-Reset: durch Funktionsaufruf eingeleitet (ROM-, RAM-Test ...)

EGAS-33

- HW-Reset: durch Hardwaremaßnahmen eingeleitet (Watch-Dog, Power-On-Reset, Stabilitäts-Reset...)

EGAS-34

- **Die Einspritz-Mengen-Begrenzung** EMB führt (z.B. durch Ausblendung Drehmoment relevanter Einspritzungen) zu einer Begrenzung auf eine maximal zulässige Motordrehzahl

EGAS-35

- Der **Pedalwertgeber** PWG erfaßt die Position des Fahrpedals und damit den Fahrerwunsch

EGAS-36

- Die **Timing Processing Unit** (TPU) oder vergleichbare Co/Subprozessoren verwenden zeit- oder winkelsynchrone Ein- und/oder Ausgänge, die für die Momenten-Erfassung oder Momenten-Umsetzung relevant sind (z.B. Drehzahlerfassung, Ansteuerung der Einspritz- und Zündendstufen)

**DAIMLER**Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-37

4 Abkürzungen

Abkürzung	Begriff
ADC	Analog Digital Konverter
ARD	Aktiver Ruckeldämpfer
ASIC	Application Specific Integrated Circuit
BLS	Bremslichtschalter
BTS	Bremstestschalter
CAN	Controller Area Network
CR	Common Rail
DEW	Drosselklappenersatzwert
DK	Drosselklappe
DK1	Drosselklappenwinkel aus Istwert1
DK2	Drosselklappenwinkel aus Istwert2
DKS	Drosselklappensensor
E3_SW	E3-Überwachungs-Software im Funktionsrechner
E3_ÜM	Ebene 3 Überwachungsmodul
ECC	Error Correction Codes
EMB	Einspritz-Mengen-Begrenzung
EMM	Error-Management-Module
FGR	Fahrgeschwindigkeitsregelung
FMEA	Fehlermöglichkeits- und Einfluß-Analyse
FR	Funktionsrechner
HW	Hardware
IW	Istwert
LL	Leerlauf
LC	Lockstep-Core
MSR	Motor-Schleppmomenten-Regelung
n_mot	Motordrehzahl
PAK	Programmablaufkontrolle
PWG	Pedalwertgeber
SG	Steuergerät
SRC	Signal Range Check
SW	Software
TPU	Timing Processing Unit bzw. vergleichbare Co/Subprozessoren wie PCP
ÜM	Überwachungsmodul

EGAS-38



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-39

5 Entwicklungsleitlinien und Grundsätze

EGAS-40

- Personenschutz hat oberste Priorität

EGAS-41

- Zuverlässigkeit hat Vorrang vor Ersatzfunktionalität

EGAS-42

- Die Überwachung soll unabhängig vom Motorkonzept kontinuierlich erfolgen und weitestgehend unabhängig von der Fahrerreaktion sein.

EGAS-43

- Funktionen, insbesondere die zur Systemüberwachung (auch Fehlerreaktionen), sollen einfach und überschaubar sein

EGAS-44

- Die Systemauslegung muß so erfolgen, daß Einzelfehler sowie Einzelfehler in Verbindung mit schlafenden Fehlern zu beherrschbaren Systemreaktionen führen. Die entsprechenden Signalpfade (Sensoren, Steller, Funktionen) sind zu überwachen

EGAS-45

- Die Systemauslegung muß so erfolgen, daß Doppelfehler bzw. Zweifachfehler, soweit nach dem Stand von Wissenschaft und Technik zum Zeitpunkt des Inverkehrbringens erforderlich, zu beherrschbaren Systemreaktionen führen

EGAS-46

- Im Sinne einer möglichst hohen Verfügbarkeit sind gestufte Fehlerreaktionen anzustreben

EGAS-47

- Ein Signalpfad wird erst nach eindeutiger Erkennung (z.B. nach Ereignis- oder zeitlicher Entprellung) als „bestätigt defekt“ eingestuft, bevor Reaktionsmechanismen aktiviert werden. Davor erfolgt die Defekteinstufung als „vermutet defekt“

EGAS-48

- Geeignete Reaktionsmechanismen müssen funktionspezifisch sowohl im Falle „vermutet defekt“ als auch bei „bestätigt defekt“ festgelegt werden

EGAS-49

- Die Rücknahme von Fehlerreaktionen ist im Einzelfall festzulegen und beherrschbar auszuführen. Dabei sind unstetige Übergänge möglichst zu vermeiden

EGAS-50

- Motorstopp ist zulässig, wenn systembedingt keine andere beherrschbare Systemreaktion garantiert werden kann

EGAS-51

- An der Steuergeräteschnittstelle hat jeweils der Sender die Verantwortung für den Inhalt seiner abgesetzten Botschaften. Dies bedeutet, daß z.B. externe Momenteneingriffe durch das Sendersteuergerät abgesichert sein müssen. Von der Motorsteuerung geprüft werden die Übertragungsstrecke und die Aktualität der Botschaften

EGAS-52

- Bei Fehlern, die in Verbindung mit nachfolgenden Einzelfehlern zu ungewollten Systemreaktionen führen können, muß der Fahrer informiert werden (optisch oder durch eine eingeleitete Änderung des Fahrverhaltens)

EGAS-53

- Die Überwachung des Funktionsrechners soll so robust und einfach gehalten werden, daß auch eine Realisierung mit einem ASIC möglich wäre

EGAS-54

- Die Wirksamkeit der redundanten Abschaltpfade ist in jedem Fahrzyklus zu prüfen.

EGAS-55

- Abschaltpfade des Überwachungskonzeptes sind hinsichtlich fehlerhafter Spannungsversorgungsdriften robust zu gestalten und zur Vermeidung von Bauteilschäden ist das Spannungsversorgungskonzept zu überwachen. Beherrschbare Fehlerreaktionen sind einzuleiten.

EGAS-56

- Die Umsetzung des technischen Sicherheitskonzeptes erfolgt gemäß den Anforderungen der ISO 26262.



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-57

6 Referenzen

EGAS-60

[Ref. 1]: ISO 26262, Erstausgabe 2011-11-15

EGAS-61

7 System Definition

EGAS-62

Die Konformität zur ISO 26262 erfordert die Benennung des Systemumfanges.

EGAS-63

Gegenstand der Betrachtung ist ein Verbrennungsmotor im Antriebstrang eines Fahrzeugs, der bei geschlossenem Triebstrang Durchgriff auf die Antriebs-Räder hat.

EGAS-64

Dem Verbrennungsmotor sind folgende Funktionsmerkmale zugeordnet:

EGAS-65

- Bereitstellen eines Antriebsmoments

EGAS-66

- Bereitstellen eines verzögernden Moments mittels Schleppwiderstand des Verbrenners

EGAS-67

- Anwendungsbereich:

EGAS-68

- PKW

EGAS-69

Aufbau:

EGAS-70

- Der Verbrennungsmotor ist die einzige Quelle von Antriebsmomenten im Fahrzeug.

EGAS-71

- Der Verbrennungsmotor ist über einen geschlossenen Triebstrang direkt Antriebs-Räder gekoppelt.

EGAS-72

- Der Verbrennungsmotor wird durch die Motorelektronik angesteuert und kontrolliert.

EGAS-73

Im weiteren Fortgang soll beispielhaft die schematisierte Elektronikarchitektur zur Ansteuerung eines Ottomotors betrachtet werden (die Übertragbarkeit auf weitere Verbrennungsmotoren, z.B. Diesel, kann vorausgesetzt werden).

EGAS-74

Ein Motorsteuerungssystem mit den zu betrachtenden EGAS-Umfängen für einen Ottomotor besteht aus folgenden Komponenten (s. Abb. 1- *EGAS-Systemübersicht mit Schnittstellen*):

EGAS-75

- Fahrpedal

EGAS-76

- Motorsteuergerät

EGAS-77

- Drosselklappe

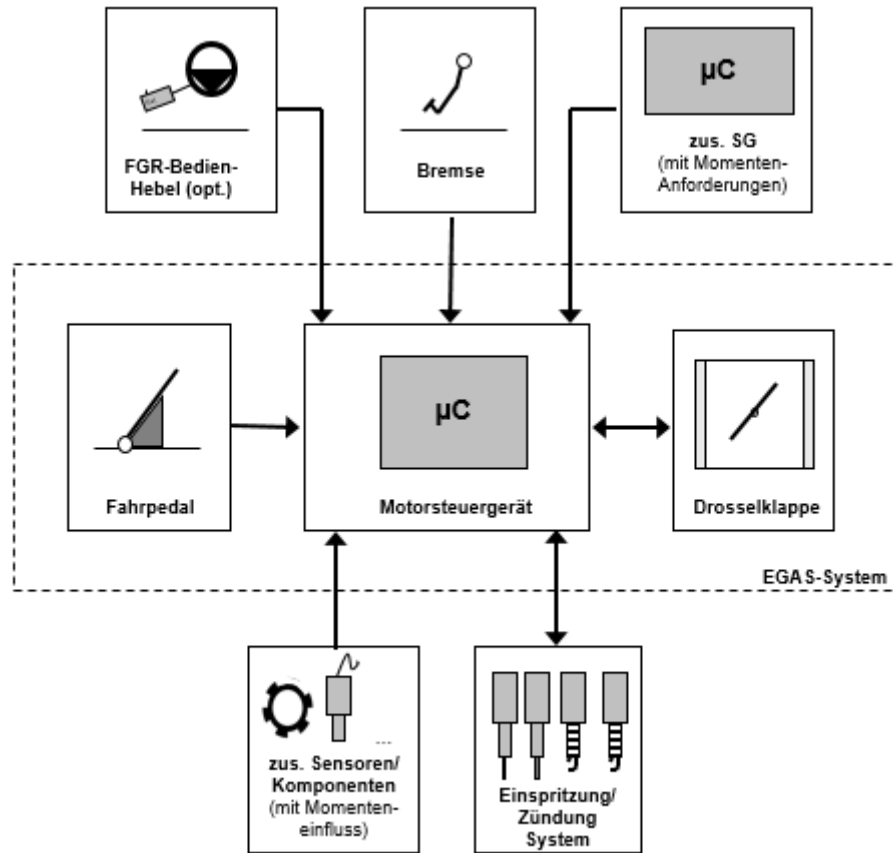


Abb. 1 EGAS-Systemübersicht mit Schnittstellen (vereinfachtes Beispiel für einen Otto-Motor)

Zusätzliche Schnittstellen, welche die Bereitstellung des Antriebsmoments beeinflussen können, sind zu berücksichtigen.

8 Gefahren und Risikoanalyse

Auf Grundlage der im vorherigen Kapitel beschriebenen System Definition wurden im Rahmen einer Gefahren- und Risikoanalyse das Systemverhalten in typischen Fahrsituationen analysiert und die Gefährdung durch Systemfehler des EGAS-Systems ermittelt.

Als Resultat dieser Gefährdungs- und Risikoanalyse werden folgende Sicherheitsziele definiert:

- | | | |
|---------|--|--------|
| • SZ-01 | Vermeidung ungewollte Beschleunigung | ASIL B |
| • SZ-02 | Vermeidung ausbleibende Beschleunigung | QM |
| • SZ-03 | Vermeidung ungewollter Verzögerung | QM |
| • SZ-04 | Vermeidung ausbleibender Verzögerung | QM |

Gemäß des Sicherheitszieles SZ-01 ist daher ein Überwachungskonzept erforderlich, welches eine „ungewollte Beschleunigung“ erkennt und das Fahrzeug in einer angemessenen Fehlertoleranzzeit in einen beherrschbaren / sicheren Zustand überführt.

Die Sicherheitsziele SZ-02 bis SZ-04 stellen beherrschbare Zustände dar und werden deshalb hier nicht weiter betrachtet.

Als Grundlage hierzu dienen u.a. OEM-interne Analysen z.B. aus der Unfallforschung und eine Stellungnahme des TÜV Süd (2006).

In den nachfolgenden Kapiteln sind die zum Erreichen des Sicherheitsziels SZ-01 „ungewollte



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

Beschleunigung“ notwendigen Sicherheitsanforderungen genauer beschrieben. Diese Anforderungen sind nach ASIL B umzusetzen.

9 Funktionales Sicherheitskonzept

Eine unzulässige Fahrzeug-Beschleunigung kann bei Systemen mit nur einer Momentenquelle bzw. einem Antriebsmotor nur durch fehlerhafte Momentenvorgabe / Momentenumsetzung entstehen.

Zur Erreichung des Sicherheitsziels SZ-01 wird als funktionales Sicherheitskonzept eine Überwachung der Einhaltung einer zulässigen Fahrzeugbeschleunigung bzw. eines zulässigen Antriebsmomentes vorgesehen und im Fehlerfall das Fahrzeug in einer angepassten Fehlertoleranzzeit in einen beherrschbaren sicheren Zustand überführt.

Die Sicherheitsanforderungen verteilen sich auf folgende Komponenten:

- Sensorik (S1/S2): Die Sensorsignale (z.B. Fahrpedalvorgabe) sind nach Signalerfassung plausibilisierbar.
- Aktuatorik (A): Die Aktorsignale (z.B. Drosselklappenposition) sind nach Signalerfassung plausibilisierbar.
- Motorsteuergerät (L):
 - Das Motorsteuergerät erkennt Fehler in der Sensorik
 - Das Motorsteuergerät erkennt Fehler in der Aktuatorik
 - Im Motorsteuergerät ist ein Sicherheitskonzept implementiert, welches das Stellen eines unzulässigen hohen Antriebsmoments erkennt, bestätigt und als Fehlerreaktion das System in einen sicheren Zustand schaltet.
 - Das Sicherheitskonzept benutzt die Idee einer zentralen funktionalen Überwachung (Ebene 2).

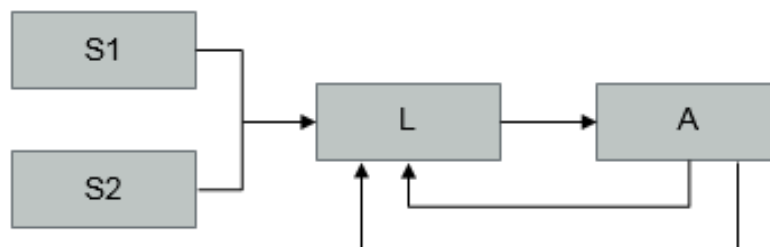


Abb. 2: Sicherheitsblockschaltbild

Zentrale funktionale Überwachung:

In der funktionalen Überwachungsebene (Ebene 2) wird die zu überwachende Funktion unabhängig von der Funktionsebene (Ebene 1) berechnet, überwacht und im Fehlerfall ein beherrschbarer Zustand hergestellt.

Eine unabhängige Entwicklung stellt sicher, daß systematische Fehler sich nicht auf die Funktionsebene (Ebene 1) und die Überwachungsebene (Ebene 2) auf gleiche Weise auswirken.

Zusätzliche Maßnahmen sind im Steuergerät zu implementieren, um die Integrität der verwendeten Steuergeräte-HW zu überprüfen und um sicherzustellen, daß Fehler in der Ebene 1 als auch Steuergeräte-HW-Fehler nicht unentdeckt auf Ebene 2 einwirken können.

Zuordnung der Sicherheitsanforderungen an das Motorsteuergerät:

Die nachfolgende Tabelle enthält den Verweis auf die einzelnen Abschnitte im Technischen Sicherheitskonzept, in dem die Sicherheitsanforderungen genauer spezifiziert sind.

Nr.:
SANF-01



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

Sicherheitsanforderung für SZ-01:

Sensoren werden plausibilisierbar ausgeführt

Komponente:

Fahrpedal

technische Umsetzung:

10.1.3 Funktionsüberwachung Ebene 2, allgemeine Anforderungen

11.2 Fehler aus der Funktionsüberwachung der Ebene 2

EGAS-106

Nr.:

SANF-02

Sicherheitsanforderung für SZ-01:

Sensoren werden plausibilisierbar ausgeführt

Komponente:

Drosselklappe¹⁾

technische Umsetzung:

10.1.3 Funktionsüberwachung Ebene 2, allgemeine Anforderungen

11.2 Fehler aus der Funktionsüberwachung der Ebene 2

EGAS-107

Nr.:

SANF-03

Sicherheitsanforderung für SZ-01:

Das Motorsteuergerät erkennt Fehler in der Sensorik (z.B. von Fahrpedal, Drosselklappe, Bremse, FRG-Bedienhebel²⁾, weitere Momenten beeinflussende Sensoren/Komponenten) durch geeignete Plausibilisierung.

Komponente:

Motorsteuergerät

technische Umsetzung:

10.1.3 Funktionsüberwachung Ebene 2, allgemeine Anforderungen

11.2 Fehler aus der Funktionsüberwachung der Ebene 2

EGAS-108

Nr.:

SANF-04

Sicherheitsanforderung für SZ-01:

Im Motorsteuergerät werden Momenten beeinflussende Anforderungen anderer SGs (z.B. FGR, ESP, AC, Getriebe, ...) im Signalverbund abgesichert,

Komponente:

Motorsteuergerät

technische Umsetzung:

10.1.3 Funktionsüberwachung Ebene 2, allgemeine Anforderungen

10.1.4 Absicherung der Momentenausgabegrößen im Steuergeräteverbund

11.2 Fehler aus der Funktionsüberwachung der Ebene

EGAS-109

Nr.:

SANF-05

Sicherheitsanforderung für SZ-01:

Das Motorsteuergerät erkennt Fehler in der Aktuatorik (z.B. Drosselklappe¹⁾, Kraftstoffmasse) durch geeignete Plausibilisierung

Komponente:

Motorsteuergerät

technische Umsetzung:

10.1.3 Funktionsüberwachung Ebene 2, allgemeine Anforderungen

11.2 Fehler aus der Funktionsüberwachung der Ebene 2

EGAS-110

Nr.:

SANF-06

Sicherheitsanforderung für SZ-01:

Im Motorsteuergerät ist ein Sicherheitskonzept implementiert, das ungewolltes Stellen eines zu hohen Antriebsmoments bzw. eine ungewollte Beschleunigung erkennt, bestätigt und als Fehlerreaktion in einen sicheren Zustand schaltet.

Komponente:

Motorsteuergerät

technische Umsetzung:



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

10.1.3 Funktionsüberwachung Ebene 2, allgemeine Anforderungen

10.2 Systemreaktionen auf Fehler

10.3 Zusätzliche technische Anforderungen

11.1.4 Überwachung Programmierung und Versorgungsspannung

11.2 Fehler aus der Funktionsüberwachung der Ebene 2

11.3 Fehler aus der Rechnerüberwachung der Ebene 3

EGAS-111

Nr.:

SANF-07

Sicherheitsanforderung für SZ-01:

Der Funktionsrechner ist zu überwachen

Komponente:

Motorsteuergerät

technische Umsetzung:

10.1.5 ff Rechnerüberwachung Ebene 3

11.3 Fehler aus der Rechnerüberwachung der Ebene 3

EGAS-112

¹⁾ gilt nur für Ottomotoren in luftgeführten Systemen

EGAS-113

²⁾ projektspezifisch

EGAS-114

10 Technisches Sicherheitskonzept

EGAS-115

10.1 Das Überwachungskonzept in 3 Ebenen

EGAS-116

10.1.1 Systemübersicht Motorsteuergerät

EGAS-117

Die Überwachung erfolgt in drei Ebenen:

EGAS-118

Ebene 1

EGAS-119

Sie wird als **Funktionsebene** bezeichnet.

EGAS-120

Sie beinhaltet Motorsteuerungsfunktionen, u.a. zur Umsetzung der angeforderten Motormomente, Komponentenüberwachungen, die Diagnose der Ein- und Ausgangsgrößen, sowie die Steuerung der Systemreaktionen im erkannten Fehlerfall.

EGAS-121

Ebene 2

EGAS-122

Sie wird als **Funktions-Überwachungsebene** bezeichnet.

EGAS-123

Sie erkennt den fehlerhaften Ablauf überwachungsrelevanter Umfänge der Funktionssoftware in Ebene 1 u.a. durch die Überwachung der berechneten Momente oder der Fahrzeugbeschleunigung. Im Fehlerfall erfolgt die Auslösung von Systemreaktionen.

EGAS-124

Ebene 3

EGAS-125

Sie wird als **Rechner-Überwachungsebene** bezeichnet.

EGAS-126

Bestandteil ist ein vom Funktionsrechner unabhängiges Überwachungsmodul (z.B. ein ASIC oder Rechner), welches durch ein Frage-Antwort-Verfahren die ordnungsgemäße Abarbeitung der Programmbefehle des Funktionsrechners testet.

EGAS-127

Im Fehlerfall erfolgt die Auslösung von Systemreaktionen unabhängig vom Funktionsrechner.

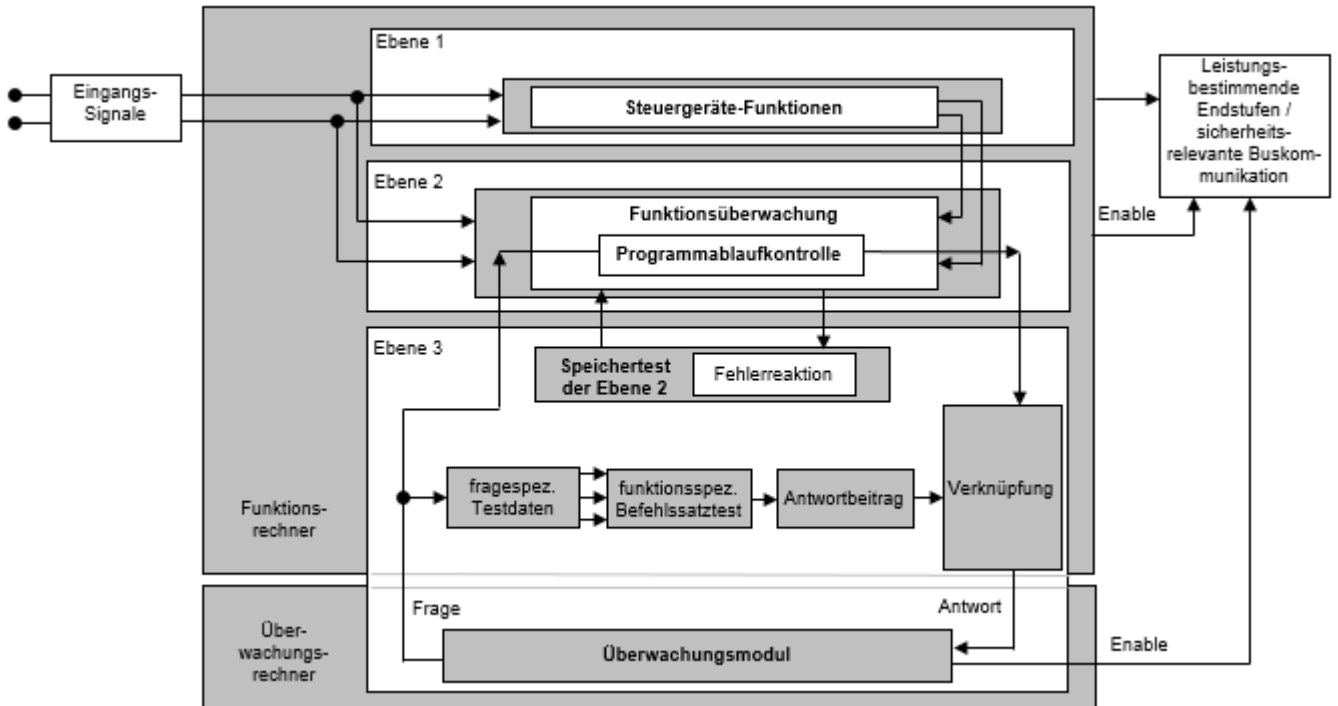


Abb. 3: Systemübersicht 3 Ebenen-Konzept im Motorsteuergerät

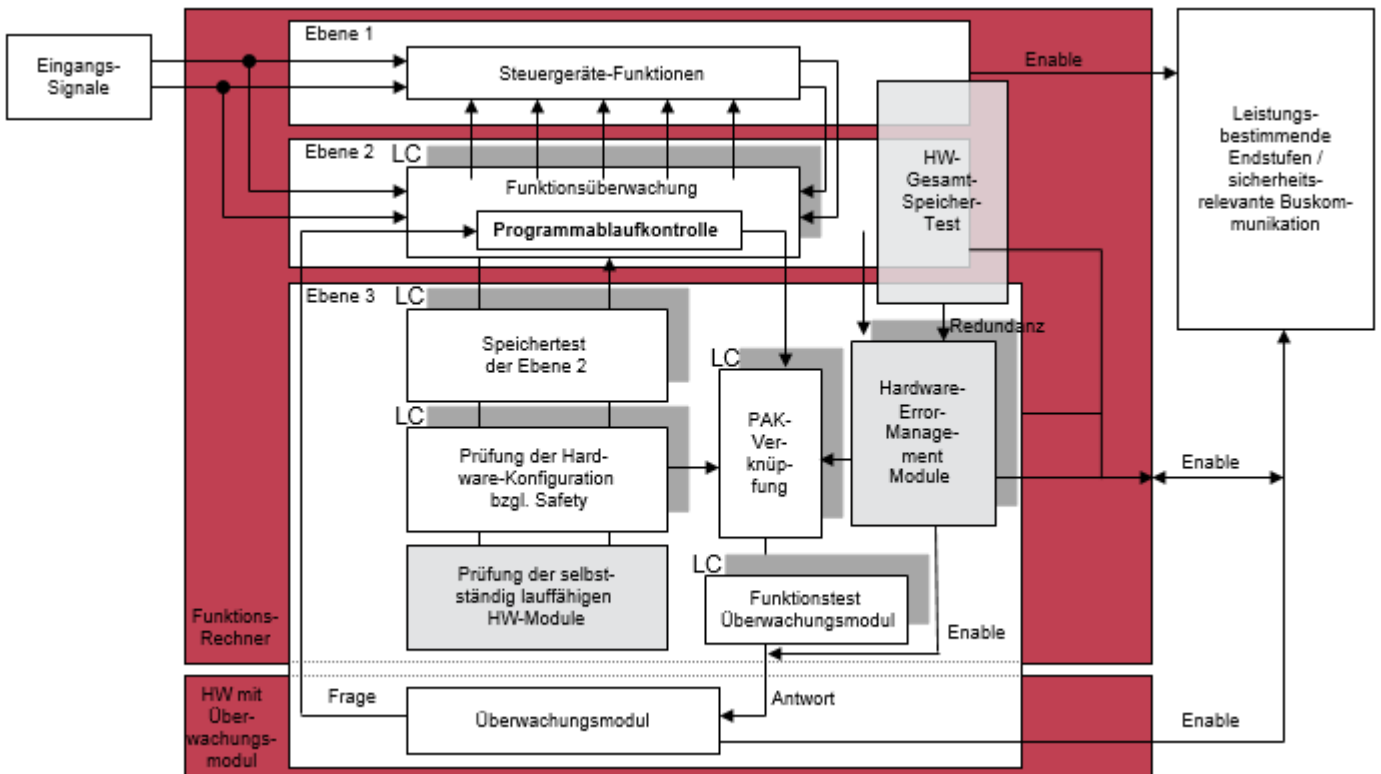


Abb. 4: Systemübersicht 3 Ebenenkonzept im Motorsteuergerät mit Lockstep-Core (LC)

10.1.2 Motorsteuerungsfunktionen und Komponentenüberwachung der Ebene 1

Die Ebene 1 beinhaltet:

- sämtliche Motorsteuerungsfunktionen



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-132 • die Diagnose überwachungsrelevanter Ein- und Ausgangsgrößen

EGAS-133 Im Folgenden werden nur Komponenten betrachtet, die überwachungsrelevant und systembedingt vorhanden sind. Diese werden direkt bzw. entsprechend Stand von Wissenschaft und Technik indirekt überwacht (phys. Wirkungspfade).

EGAS-134 **Sensorkomponenten:**

EGAS-135	<ul style="list-style-type: none"> Pedalwertgeber 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-136	<ul style="list-style-type: none"> Bremsschalter 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-137	<ul style="list-style-type: none"> Drehzahlsignal 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-138	<ul style="list-style-type: none"> Lastsignal 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-139	<ul style="list-style-type: none"> Lambdasonde 	Benzin-Direkt-Einspritzer
EGAS-140	<ul style="list-style-type: none"> Raildrucksensor 	Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich
EGAS-141	<ul style="list-style-type: none"> Motortemperaturgeber 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich

EGAS-142 **Stellgliedkomponenten:**

EGAS-143	<ul style="list-style-type: none"> Drosselklappe <p><i>Anm.: falls luftpfadbestimmend</i></p>	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer
----------	--	---



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-144	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffeinspritzabschaltung 	Benzin-Saugrohreinjection Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-145	<ul style="list-style-type: none"> Raildruckregelventil <p><i>Anm.: nur für CR-Systeme mit Zwei-Steller-Konzept</i></p>	Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich
EGAS-146	<ul style="list-style-type: none"> Zumaß-Einheit <p><i>Anm.: nur für CR-Systeme</i></p>	Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich

EGAS-147 **Signalpfade im Steuergeräte-Systemverbund:**

EGAS-148	<ul style="list-style-type: none"> Empfangene momenterhöhende Eingriffe (Signalübertragung und Aktualität) <p><i>Anm.: Drehmomenterhöhende Eingriffe sind vom Sender-Steuergerät abzusichern</i></p>	Benzin-Saugrohreinjection Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-149	<ul style="list-style-type: none"> Fahrzeugbeschleunigung (gegebenenfalls aus Fzg. Geschwindigkeitssignal) 	Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich

EGAS-150 **Abgesicherte Abschaltpfade der Fahrgeschwindigkeitsregelung:**

EGAS-151	Bremsinformation	Benzin-Saugrohreinjection Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich
----------	------------------	--

EGAS-152 **10.1.2.1 Ausführungsmerkmale und Diagnoseanforderungen für Drosselklappensteller**

EGAS-153 **10.1.2.1.1 Ausführungsmerkmale der Drosselklappen-Sensorik**

- EGAS-154
- Doppel-Sensor mit physikalisch getrennten Signalpfaden



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

- EGAS-155
- Hohe Diagnosesensibilität im kompletten Verstellbereich. Derzeitiger Standard ist eine Ausführung mit gegenläufigem Kennlinienverlauf und gleichem Spannungshub
- EGAS-156
- Hohe Auflösung für gute Regelgenauigkeit und Diagnose
- EGAS-157
- Geringe Gleichlaufabweichung für wirksame Diagnose
- EGAS-158
- Geringe Drift über Umgebungs- und Lebensdauer-Bedingungen (Einhaltung der Diagnosegrenzen)
- EGAS-159
- 10.1.2.1.2 Fehlererkennung**
- EGAS-160
- Kurz-, Nebenschlüsse und Unterbrechungen an der Drosselklappen-Sensorik (einschließlich Sensorversorgung)
- EGAS-161
- Kurzschlüsse und Unterbrechungen am Drosselklappenantrieb
- EGAS-162
- Fehlerbeschreibung:**
Potentialversatz Spannungsversorgung oder Sensor Masse
- mögliche Fehlererkennung:**
Signal-Range-Check oder Gleichlaufdiagnose Sensor 1 zu Sensor 2
- EGAS-163
- Fehlerbeschreibung:**
Potentialversatz Sensor 1 bzw. Sensor 2
- mögliche Fehlererkennung:**
Signal-Range-Check oder Gleichlaufdiagnose Sensor 1 zu Sensor 2
- EGAS-164
- Fehlerbeschreibung:**
Kurzschluß Sensor 1 zu Sensor 2
- mögliche Fehlererkennung:**
Lagediagnose (Soll-/Istwert) bzw. Lageregler-Diagnose (Stellgröße)
- EGAS-165
- Fehlerbeschreibung:**
Fehler am Stellantrieb
- mögliche Fehlererkennung:**
Lagediagnose (Soll-/Istwert) bzw. Lageregler-Diagnose (Stellgröße)
- EGAS-166
- 10.1.2.2 Ausführungsmerkmale und Diagnoseanforderungen für Pedalwertgeber**
- EGAS-167
- 10.1.2.2.1 Ausführungsmerkmale der Fahrpedalwertgeber-Sensorik**
- EGAS-168
- Doppel-Sensor mit physikalisch getrennten Signalpfaden
- EGAS-169
- eine diagnostizierbare Sensor-Versorgungsspannung oder zwei Sensor-Versorgungsspannungen
- EGAS-170
- zwei bis ins Steuergerät getrennte Sensor-Massen
- EGAS-171
- eindeutige Plausibilisierungen im gesamten Verstell-Bereich. Derzeitiger Standard ist eine Ausführung mit steigenden Kennlinien unterschiedlicher Steigung
- EGAS-172
- geringe Gleichlaufabweichung und ausreichende Auflösung für wirksame Diagnose
- EGAS-173
- geringe Drift über Umgebungs- und Lebensdauer-Bedingungen (Einhaltung der Diagnosegrenzen, geringe Pedal-Leerwege)
- EGAS-174
- 10.1.2.2.2 Ausführungsmerkmale der SG-Eingangsbeschaltung (analoge Signalgeber)**
- EGAS-175
- Die Sensoreingangsbeschaltungen sind so festzulegen, daß bei Leitungsunterbrechungen ein Spannungspegel < Leerlauferkennungsschwelle entsteht.



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-176 **10.1.2.2.3 Ausführungsmerkmale der Signalinhalte bei digitalem Übertragungs-Protokoll (z.B. SENT)**

- EGAS-177 • Sensor-intern erkannte Fehler müssen seitens Empfänger erkennbar sein z.B. Übermittlung einer Fehlererkennung "FF"
- EGAS-178 • Übermittlung einer Senderidentifikation
- EGAS-179 • Aktualität der Botschaft muß seitens Empfänger erkennbar sein, z.B. Übermittlung einer Lebenderkennung mittels Botschaftszählers
- EGAS-180 • Übermittlung Checksumme

EGAS-181 **10.1.2.2.4 Ausführungsmerkmale im Steuergerät bei Auswertung eines digitalen Übertragungs-Protokolls (z.B. SENT)**

- EGAS-182 • Die gesamten Botschaftsinhalte: Signaldaten, Botschaftszähler, Checksummen, Senderidentifikation müssen auch für die Überwachungsebene (Ebene 2) als Rohsignale zur Verfügung gestellt werden.

EGAS-183 **10.1.2.2.5 Fehlererkennung**

- EGAS-184 • Kurzschlüsse, Nebenschlüsse und Unterbrechungen an der Fahrpedalwertgeber-Sensorik (einschließlich Sensorversorgung)

EGAS-185 **Fehlerbeschreibung:**

Potentialversatz Spannungsversorgung

mögliche Fehlererkennung:

Gleichlaufdiagnose Sensor 1 zu Sensor 2 bzw. Rücklesen der Sensor-Versorgungsspannung

EGAS-186 **Fehlerbeschreibung:**

Potentialversatz Sensor 1 oder Sensor 2

mögliche Fehlererkennung:

Signal-Range-Check oder Gleichlauf-Diagnose Sensor 1 zu Sensor 2

EGAS-187 **Fehlerbeschreibung:**

Kurzschluß Sensor 1 zu Sensor 2

mögliche Fehlererkennung:

Gleichlaufdiagnose Sensor 1 zu Sensor 2 oder Signal Range Check

EGAS-188 **Fehlerbeschreibung:**

Potentialversatz Sensormasse 1 oder Sensormasse 2

mögliche Fehlererkennung:

Gleichlaufdiagnose Sensor 1 zu Sensor 2 oder Signal Range Check

EGAS-189 **Fehlerbeschreibung:**

Ausbleibend Signalbotschaft*

mögliche Fehlererkennung:

Signaleingangsdiagnose oder Lebenderkennungsprüfung

EGAS-190 **Fehlerbeschreibung:**

Veraltete Signalbotschaft*

mögliche Fehlererkennung:

Lebenderkennungsprüfung



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

- EGAS-191 **Fehlerbeschreibung:**
inkonsistente Signalbotschaft*
mögliche Fehlererkennung:
Checksummenprüfung
- EGAS-192 **Fehlerbeschreibung:**
Signalbotschaft von falschen Sender*
mögliche Fehlererkennung:
Senderidentifikationsprüfung oder Checksummenprüfung
- EGAS-193 * für digitale Signalprotokolle (z.B. SENT)
- EGAS-194 **10.1.2.3 Ermittlung der Fahrpedalvorgabe in Ebene 1 im Normalbetrieb**
- EGAS-195 Die Sensorkennlinie von Kanal 2 wird zunächst auf die Kennlinie von Sensor 1 umnormiert.
- EGAS-196 Die Berechnung der Fahrpedalvorgabe in Ebene 1 im Normalbetrieb erfolgt anschließend mittels Minimalwert-Auswahl zwischen den beiden Sensorkanälen.
- EGAS-197 **10.1.2.4 Gas-/Bremse-Plausibilität**
- EGAS-198 Eine Reduzierung der Antriebsleistung auf eine beherrschbare Maximalgrenze wird vorgenommen, wenn der Fahrer über das Gaspedal eine Antriebsleistung vorgibt und bei sich bewegendem Fahrzeug die Betriebsbremse mit einer Mindestpedalkraft betätigt.
- EGAS-199 Es ist eine geeignete Absicherung der Bremsinformation vorzusehen.
- EGAS-200 Die Sensorkennlinie von Kanal 2 wird zunächst auf die Kennlinie von Sensor 1 umnormiert.
- EGAS-201 Die Berechnung der Fahrpedalvorgabe in Ebene 1 im Normalbetrieb erfolgt anschließend mittels Minimalwert-Auswahl zwischen den beiden Sensorkanälen.
- EGAS-202 **10.1.3 Funktionsüberwachung Ebene 2, allgemeine Anforderungen**
- EGAS-203 **Die Ebene 2 (Bestandteil des Funktionsrechners) beinhaltet:**
- EGAS-204 • Die Überwachung der leistungsbestimmenden Funktionen der Ebene 1.
- EGAS-205 Zentraler Bestandteil für Systeme mit Momenten-Überwachung in der Ebene 2 ist der Momentenvergleich zwischen den autark gebildeten Berechnungsgrößen aus „zulässigem Motor-Moment“ und „Motor-Ist-Moment“- bzw. zentraler Bestandteil für Systeme mit Beschleunigungsüberwachung in der Ebene 2 ist der Beschleunigungsvergleich zwischen den autark gebildeten Berechnungsgrößen aus „zulässiger Fzg. Beschleunigung“ und „Ist-Fzg. Beschleunigung“.
- EGAS-206 • die Überwachung der Fehlerreaktion von Ebene 1, sofern E2 nicht autark eine Fehlerreaktion auslösen kann
- EGAS-207 • eigene Speicherbereiche, die zyklisch überwacht werden
- EGAS-208 • Rechenoperationen für die Programmablaufkontrolle
- EGAS-209 **Eine grafische Darstellung findet sich für:**
- EGAS-650 • **Otto Überwachungsstrukturen**

EGAS-210 → Otto-Saugrohreinspritzer

EGAS-211

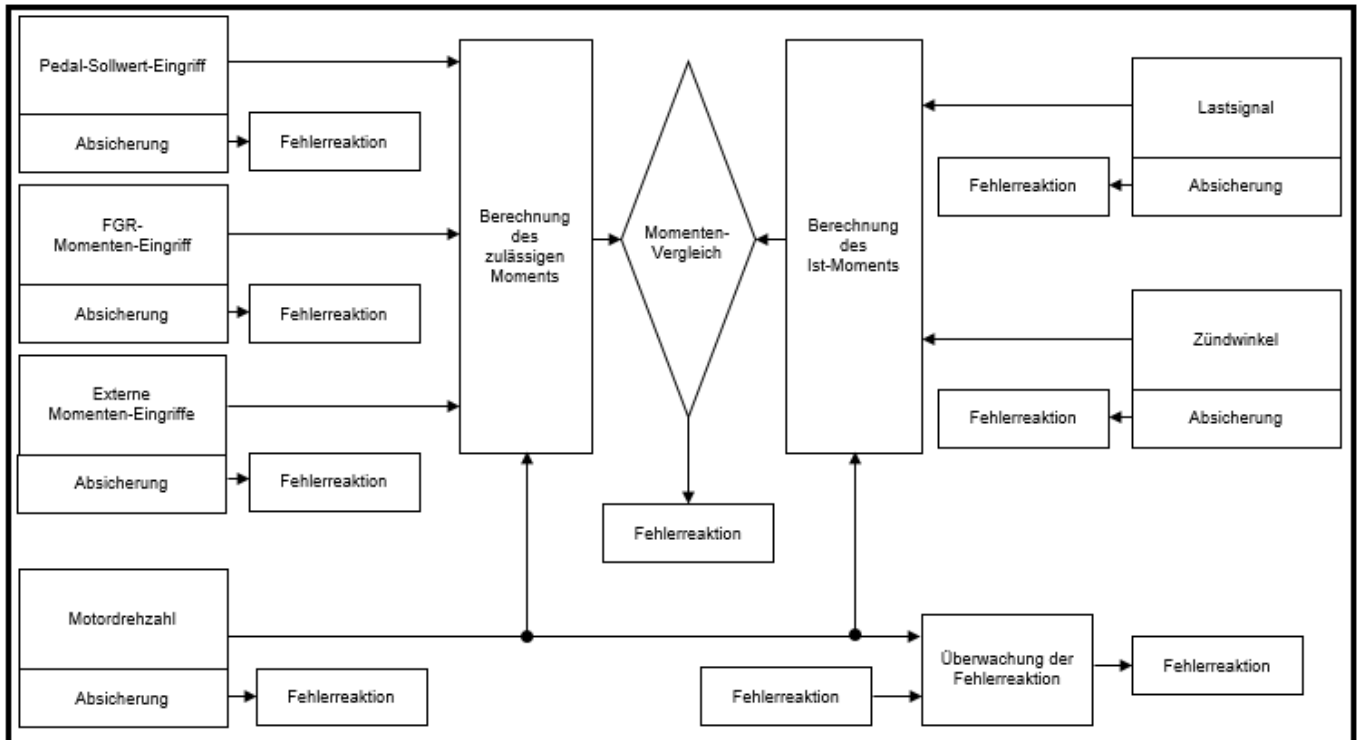


Abb. 5: Funktionsüberwachung Ebene 2, Otto-Saugrohreinspritzer

EGAS-212 → Otto-Direkteinspritzer

EGAS-213

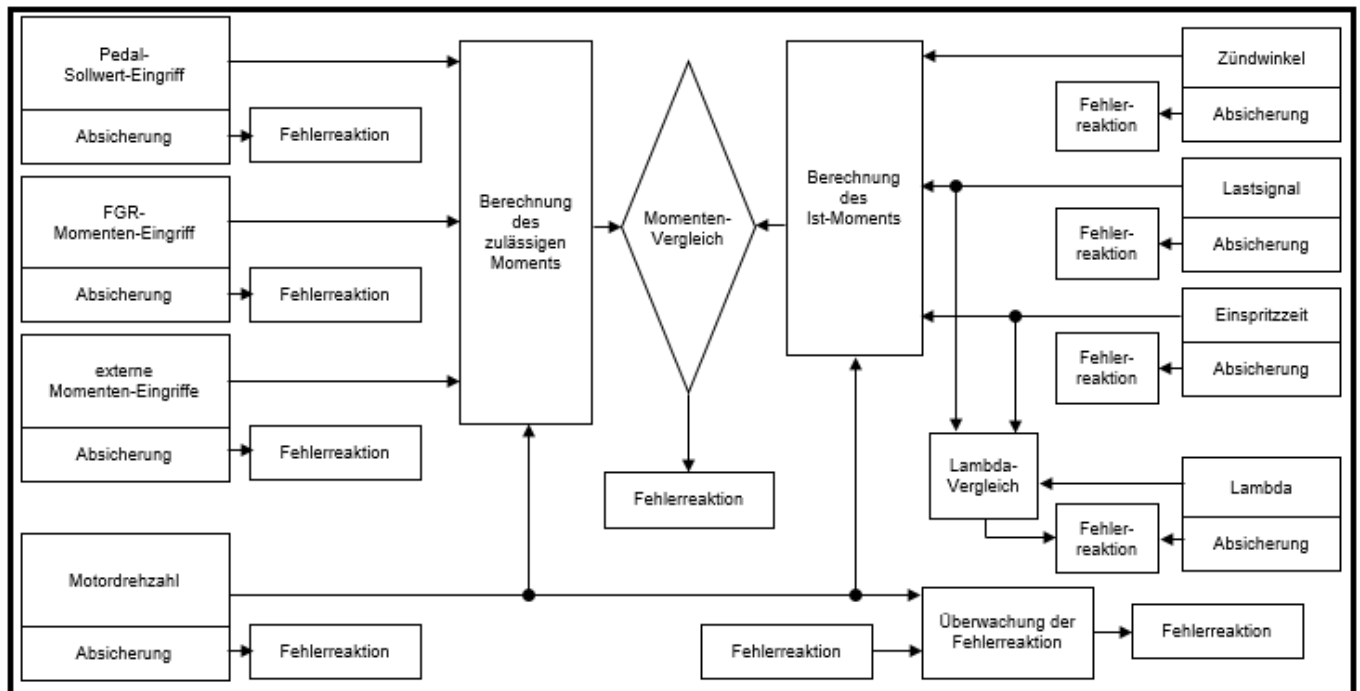


Abb. 6: Funktionsüberwachung Ebene 2, Otto-Direkteinspritzer

EGAS-651 → Otto Beschleunigungs-Vergleich

EGAS-652

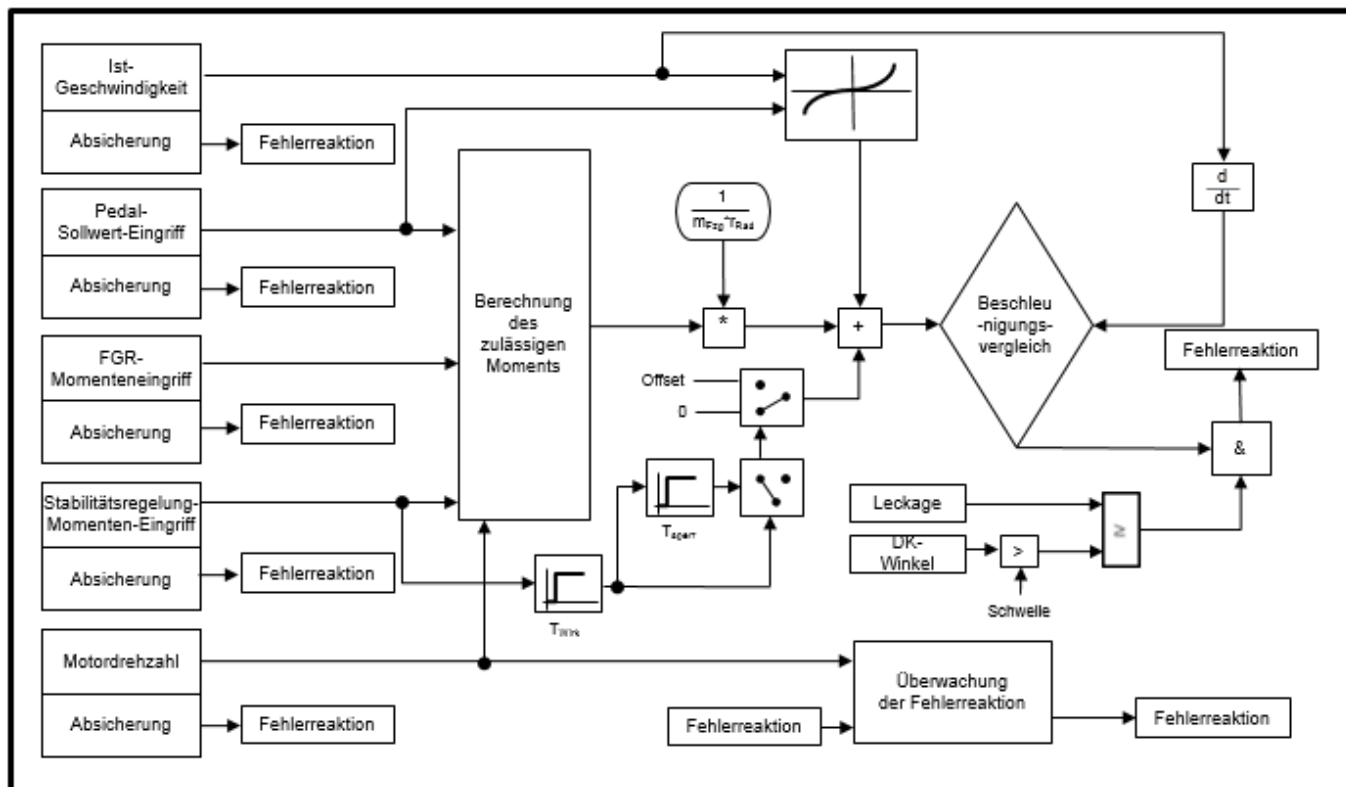


Abb. 7: Funktionsüberwachung Ebene2, Otto / kontinuierliche Überwachung (Beschleunigungs-Vergleich)

EGAS-574 • Diesel Überwachungsstrukturen

EGAS-575 Dieselüberwachung besteht aus Schubüberwachung und Beschleunigungsüberwachung oder Schubüberwachung und Drehmomenten-Vergleich.

EGAS-576 → Diesel (Drehmomenten-Vergleich)

EGAS-216

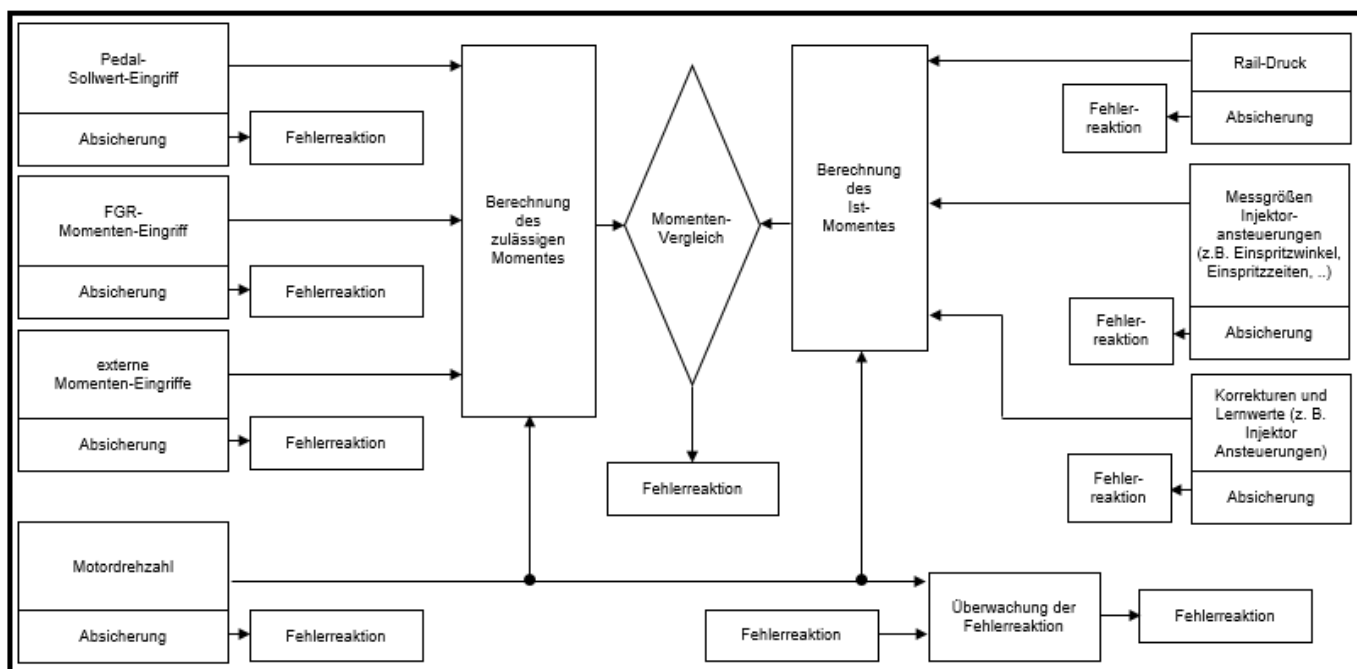


Abb. 8: Funktionsüberwachung Ebene 2, Diesel / kontinuierliche Überwachung (Drehmomenten-Vergleich)

EGAS-217 → Diesel (Beschleunigungsvergleich)

EGAS-218

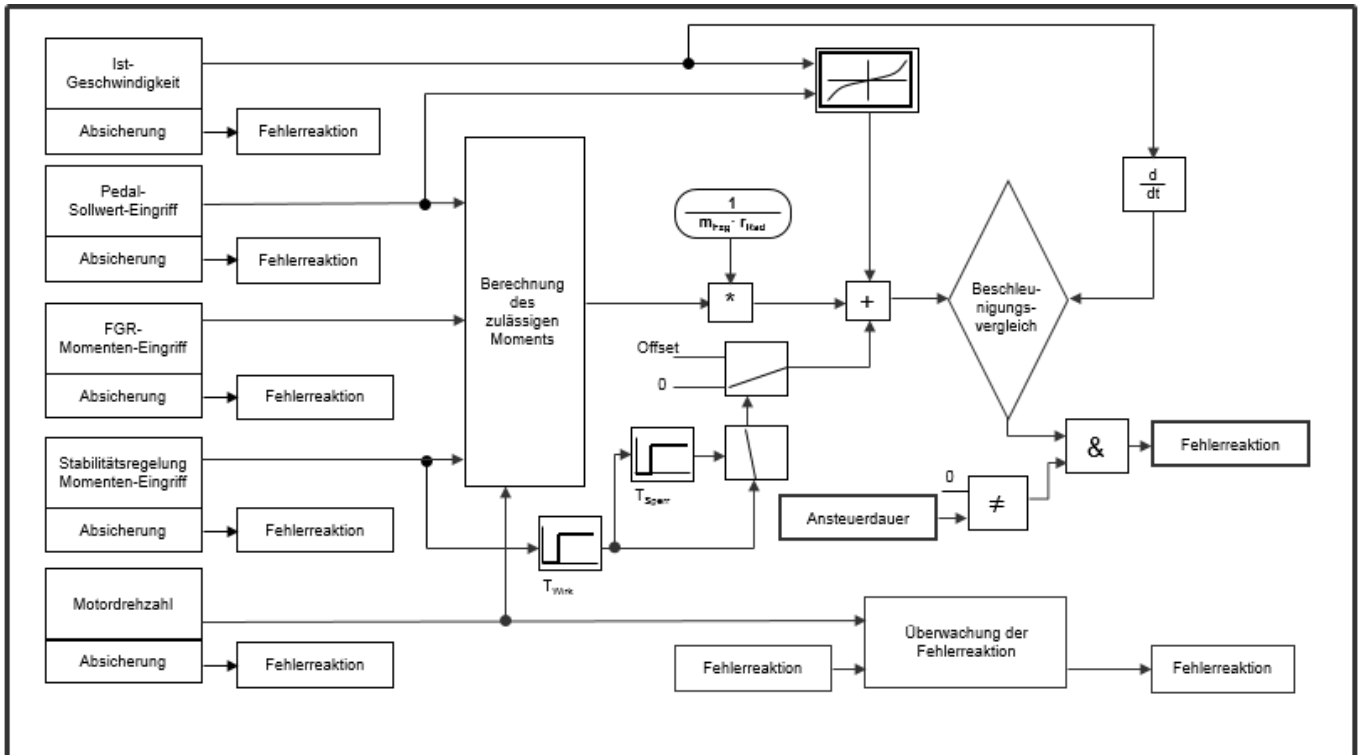


Abb. 9: Funktionsüberwachung Ebene 2, Diesel / kontinuierliche Überwachung (Beschleunigungs-Vergleich)

EGAS-214 → Diesel (Schubüberwachung)

EGAS-215

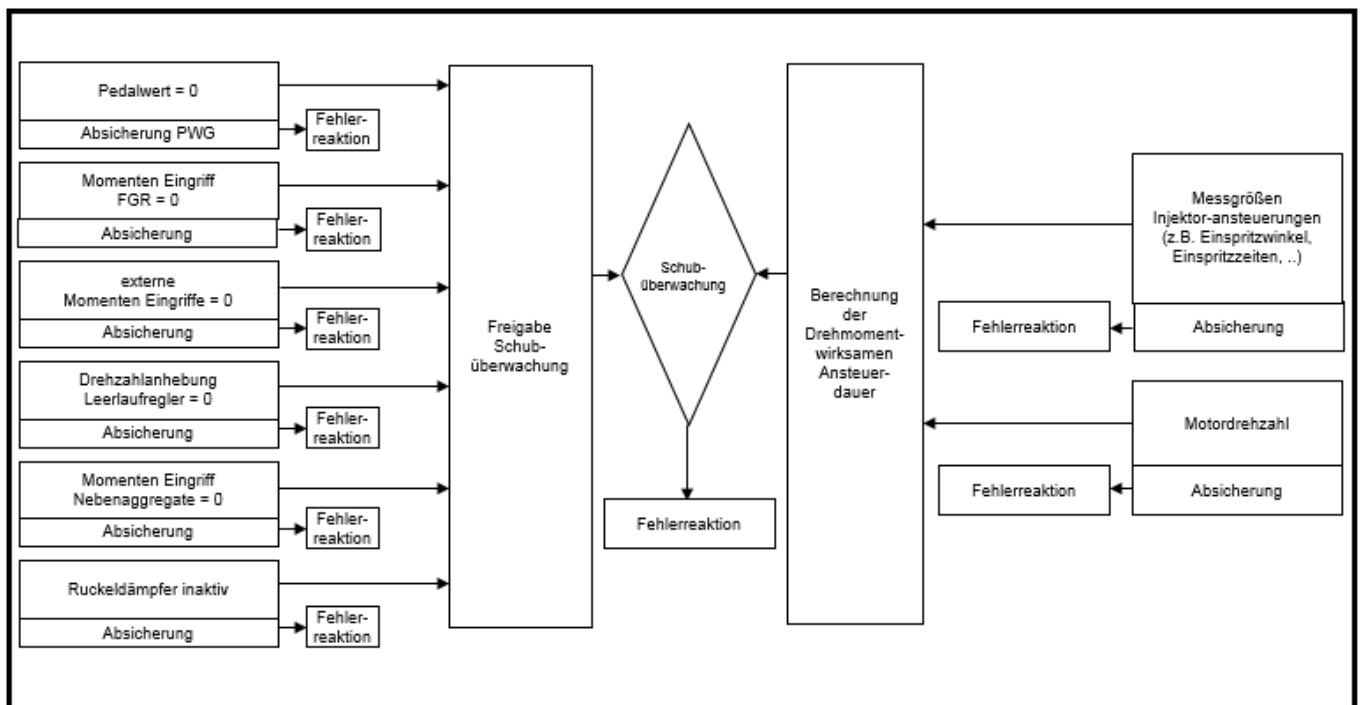


Abb. 10: Funktionsüberwachung Ebene 2, Diesel / kontinuierliche Überwachung (Schubüberwachung)

EGAS-646 → Diesel (Beschleunigungsbasierte Überwachung auf Basis Beschleunigungssensor)

EGAS-647

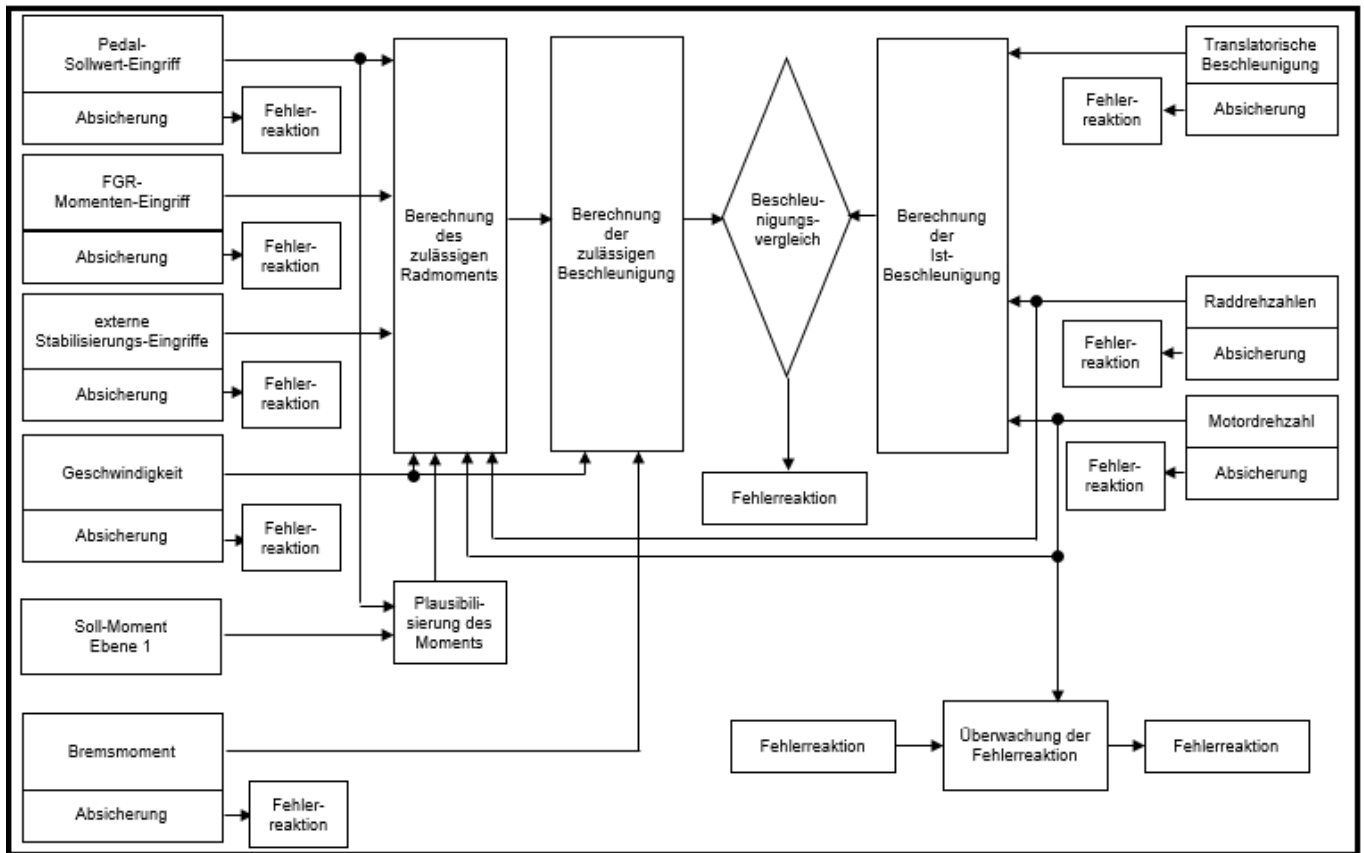


Abb. 11: Funktionsüberwachung Ebene 2, Diesel / Beschleunigungsüberwachung

EGAS-219

Die Überwachungsaufgaben der Ebene 2 im Detail nachstehend:

EGAS-220

Signalpfade im Steuergeräte-Systemverbund:

EGAS-221	Inhalt der gesendeten überwachungsrelevanten Umfänge ¹⁾	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein 6)
EGAS-222	Fahrzeugbeschleunigung, gegebenenfalls aus Fzg. Geschwindigkeitssignal (Aktualität + Signalübertragung)	Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-224

In Ebene 2 abzusichernde Eingangsgrößen:

EGAS-225	<ul style="list-style-type: none"> Fahrpedal 2) 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-226	<ul style="list-style-type: none"> Bremse 2) 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-227	<ul style="list-style-type: none"> Externe Momenten-erhöhende Eingriffe ²⁾ 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-228	<ul style="list-style-type: none"> Luftmasse (als Hauptlastsignal) 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-229	<ul style="list-style-type: none"> Saugrohr-Druck (als Hauptlastsignal) 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-230	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffmasse 	Benzin-Direkt-Einspritzer
EGAS-231	<ul style="list-style-type: none"> Motordrehzahl 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-232	<ul style="list-style-type: none"> Zündwinkel 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer



DAIMLER

Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-233	<ul style="list-style-type: none"> Ansteuerdauer Einspritzung 	Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich ³⁾
EGAS-234	<ul style="list-style-type: none"> Injektor-Ansteuergrößen (z.B. Ansteuerbeginn) 	Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich ³⁾
EGAS-235	<ul style="list-style-type: none"> Lambda 	Benzin-Direkt-Einspritzer
EGAS-579	<ul style="list-style-type: none"> Raddrehzahlen 	A-Siko allgemein
EGAS-223	¹⁾ für steigende Anforderungen in Zukunft eventuell notwendig	
EGAS-236	²⁾ „Rohsignale“ am Steuergerät, siehe Kapitel Begriffsdefinitionen	
EGAS-237	³⁾ im Schub	
EGAS-238	Funktionsüberwachung	
EGAS-239	<ul style="list-style-type: none"> Momentenvergleich (zulässiges Moment mit Ist-Moment) 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich
EGAS-240	<ul style="list-style-type: none"> Schubüberwachung 	Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich
EGAS-241	<ul style="list-style-type: none"> Abschaltpfadtest (bis Aktuator-Endstufe) 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-242	<ul style="list-style-type: none"> Systemreaktion (EMB) der Ebene 1 im Fehlerfall⁴⁾ 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-243	<ul style="list-style-type: none"> A/D Wandlertest 	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-244	•Plausibilisierung Verlustmoment aus Ebene 1	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-245	•Plausibilisierung der Adaption-/Korrekturwerte aus Ebene 1 ⁵⁾	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich
EGAS-246	•Abschaltung der Fahrgeschwindigkeitsregelung bei Bremsengriff (bei interner FGR)	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-247	•Überwachung Gas-/Brems-Plausibilität	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-248	•Beschleunigungsvergleich	Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-249	⁴⁾ für Fehlerreaktionen, die Ebene 2 nicht selbst umsetzen kann	
EGAS-250	⁵⁾ projektspezifische Festlegung beim Saugrohreinspritzer und Direkt-Einspritzer	
EGAS-578	⁶⁾ nicht expliziter Umfang des A-Sikos, zusätzliche Funktionsumfänge in Ebene 2 nötig	
EGAS-251	Reaktionen im Fehlerfall: (fehlerspezifisch)	
EGAS-252	•Reset	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-253	•Abschaltung Aktuatorendstufen	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-254	•Leistungsbegrenzender Ersatzbetrieb (z. B. EMB)	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich

EGAS-255 **10.1.3.1 Einbezug Verlustmoment aus Ebene 1 zur Berechnung „zulässiges Moment“**

EGAS-256 Bei Verwendung eines Vorgabe-Verlustmomentes aus Ebene 1 für die Berechnung des zulässigen Momentes der Ebene 2 ist diese Größe in Ebene 2 abzusichern. Fehlerreaktion, siehe Anhang.

EGAS-257 **10.1.3.2 Übernahme Adaptionswerte / Korrekturfaktoren aus Ebene 1 in Ebene 2 (Toleranzeinengung)**

EGAS-258 Werden Adaptionswerte und/oder Korrekturfaktoren mit Momenten-Einfluß aus Ebene 1 in Ebene 2 übernommen, sind diese auf Einhaltung von zulässigen Grenzen zu überprüfen. Fehlerreaktion, siehe Anhang.

EGAS-259 **10.1.3.3 Überwachung der Einspritzausgabegrößen aus Ebene 1**

EGAS-260 **Funktion:** Plausibilisierung der Ist-Ansteuergrößen in Ebene 2

EGAS-261 Die in Ebene 2 vorliegenden Meßgrößen der Injektor-Ansteuerungen sind wertesispezifisch auf Einhaltung von Plausibilitätsgrenzen zu überprüfen.

EGAS-262 Beispiele:

- EGAS-263 • plausible Einspritzwinkelbereiche
- EGAS-264 • Einhaltung maximale Zylinderzahl
- EGAS-265 • Einspritztyp innerhalb maximaler Einspritztypzahl

EGAS-266 Bei unzulässigen Abweichungen ist auf das Vorhandensein eines Fehlers in Ebene 1 zu schließen.

EGAS-267 Fehlerreaktion, siehe Anhang.

EGAS-268 **10.1.3.4 Überwachung der Ansteuer- Ausgabe-Einheit (z.B. TPU, PCP)**

Funktion:

EGAS-269 Vergleich der Soll-Ansteuergrößen Ebene 1 mit den zurückgelesenen Ist-Ansteuergrößen in Ebene 2

EGAS-270 Zur Erkennung z. B. von gekippten oder defekten RAM-Zellen der Ansteuer-Ausgabe-Einheit sind die rückgelesenen elektrischen Ansteuergrößen für die Injektoren in Ebene 2 mit den Soll-Größen der Ebene 1 zu plausibilisieren.



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

- EGAS-271 Pro Rechenzyklus in E2 ist mindestens 1 Zylinder (z.B. mittels rotierendem Zylinderzeiger) zu prüfen.
- EGAS-272 Durch geeignete Maßnahmen ist sicherzustellen, daß ein unzulässiges Kopieren von Eingangsgrößen in den Ausgabespeicher erkannt wird.
- EGAS-273 Fehlerreaktion, siehe Anhang.
- EGAS-274 **10.1.3.5 Kontinuierliche Überwachung beim Diesel (Drehmomentvergleich), Ermittlung Ist-Moment E2**
- EGAS-275 Die in Ebene 1 berechneten Einspritzausgabegrößen werden über eine Ansteuer-Ausabeeinheit (z.B. TPU, PCP) in elektrische Ansteuersignale für die Injektoren umgesetzt.
- EGAS-276 Zur Rückrechnung des Ist-Moments werden die elektrischen Ansteuersignale auf den Ansteuerleitungen ereignisbezogen erfaßt, in zeit-, winkel- und zylinderbezogene Meßdaten transformiert und als Eingangsgrößen der Ebene 2 vorgegeben.
- EGAS-277 Für die weitere Rückrechnung des Drehmomentes ist der für die Einspritzung relevante drehzahlsynchrone Raildruck zu verwenden.
- EGAS-278 Die Anforderungen zur Absicherung dieser Eingangsgröße in Ebene 2 sind nachfolgend beschrieben.
- EGAS-279 **10.1.3.5.1 Raildrucküberwachung**
- EGAS-280 **10.1.3.5.1.1 Anforderungen an Ebene 1**
- EGAS-281 Die Raubdruck-Diagnosen sind projektspezifisch festzulegen.
- EGAS-282 Aus Sicht der Überwachung sind für 1-kanalige Raildruckerfassungssysteme folgende Mindestumfänge zu berücksichtigen:
- EGAS-283 • SRC high-/low- Diagnosen
- EGAS-284 • Raildruck-Gradientendiagnose (richtungsspezifisch)
- EGAS-285 **10.1.3.5.1.2 Schnittstellensignale zur Ebene 2**
- EGAS-286 Erkannte Fehler werden per Diagnosestatus der Ebene 2 mitgeteilt.
- EGAS-287 Zur Absicherung des Raildrucks in Ebene 2 sind dieser die Werte Raildruckgradient mit zugehörigem Diagnosestatus zur Verfügung zu stellen.
- EGAS-288 **10.1.3.5.1.2.1 Ersatzbetrieb**
- EGAS-289 Bei erkanntem Fehler ist auf Ersatzbetrieb mit Raildruck-Sollwert des Raildruckreglers umzuschalten.
- EGAS-290 In der Ist-Momentrückrechnung in Ebene 2 ist analog auf diese Ersatzgröße umzuschalten.
- EGAS-291 **10.1.3.5.1.3 Anforderungen an Ebene 2**
- EGAS-292 In Ebene 2 ist der Rohwert des Raildrucksensors zu verwenden.
- EGAS-293 **10.1.3.5.1.3.1 Plausibilitäten**
- EGAS-294 In Analogie zur Ebene 1 sind für 1-kanalige Raildruckerfassungssysteme folgende Mindestumfänge zu berücksichtigen:
- EGAS-295 • SRC high-/low- Überwachungen
- EGAS-296 • Überwachung Raildruck-Gradientendiagnose der Ebene 1
- EGAS-297 Die Überwachung der Raildruck-Gradientendiagnose prüft, ob bei Grenzwert-Überschreitung/-Unterschreitung in Ebene 1 ein Fehler erkannt wurde.



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

- EGAS-298 Bei Fehlererkennung hängt die Wahl des Ersatzbetriebes davon ab, ob Ebene 1 einen Fehler erkannt hat oder nicht (siehe nachstehende Beschreibung).
- EGAS-299 **10.1.3.5.1.3.2 Ersatzbetrieb bei erkanntem Fehler in E1**
- EGAS-300 Für die weitere Rückrechnung des Ist-Moments in Ebene 2 ist der Raildruck-Sollwert der Raildruckregelung heranzuziehen.
- EGAS-301 **10.1.3.5.1.3.3 Ersatzbetrieb bei nicht erkanntem Fehler in E1**
- EGAS-302 Es liegt ein Fehler in Ebene 1 vor.
- EGAS-303 Die Raildruckinformation steht nicht mehr zuverlässig zur Verfügung.
- EGAS-304 Die Fehlerreaktion ist dem Anhang zu entnehmen.
- EGAS-305 **10.1.3.5.2 Momentenrelevante Wirkungsgrade von Einspritzmengen**
- EGAS-306 Werden bei der Ermittlung von Drehmomentberechnungen Einspritzmengen mit Wirkungsgradfaktoren der Ebene 1 gewichtet, so sind diese Effizienzfaktoren in Ebene 2 abzusichern. Fehlerreaktion, siehe Anhang.
- EGAS-307 **10.1.3.5.3 Weitere momentenrelevante Wirkungsgrade (z.B. Lufteinfluß)**
- EGAS-308 Falls systembedingt weitere physikalische Einflußgrößen existieren, die aufgrund von Genauigkeitsanforderungen an das zu berechnende Drehmoment zu weiteren Gewichtungsfaktoren für die relevanten Einspritzmengen führen, so sind dabei verwendete Effizienzfaktoren aus Ebene 1 in Ebene 2 abzusichern.
- EGAS-309 **10.1.3.6 Kontinuierliche Überwachung beim Diesel (Beschleunigungsvergleich)**
- EGAS-310 Alternativ zur „kontinuierliche Drehmomentüberwachung“ Diesel kann die nachfolgend beschriebene kontinuierliche Beschleunigungsüberwachung realisiert werden.
- EGAS-311 **10.1.3.6.1 Anforderungen an die Ebene 1**
- EGAS-312 **Grundprinzip:**
- EGAS-313 1. Der Fahrerwunsch wird als Fahrzeug-Sollbeschleunigung interpretiert.
- EGAS-314 2. Bei Überschreiten dieser Fahrzeug-Sollbeschleunigung wird ein beschleunigungsgeführtes Fahrverhalten aktiviert.
- EGAS-315 **Beschreibung:**
- EGAS-316 Aus dem Motorsollmoment wird mit Hilfe der Triebstrangübersetzung und weiterer Fahrzeugparameter (z.B. Fahrzeugreferenzmasse, Referenz- c_w -Wert, etc.) eine Fahrzeug-Sollbeschleunigung gebildet.
- EGAS-317 Das abgegebene Motormoment wird mit Hilfe eines Reglers reduziert, wenn die Fahrzeug-Ist-Beschleunigung die Fahrzeug-Sollbeschleunigung übersteigt.
- EGAS-318 Der Regler ist parallel zum Momentenpfad zu realisieren und er ist in seiner Wirkungsweise nach unten hin auf 0Nm indiziertes Moment begrenzt (siehe Bild 12).

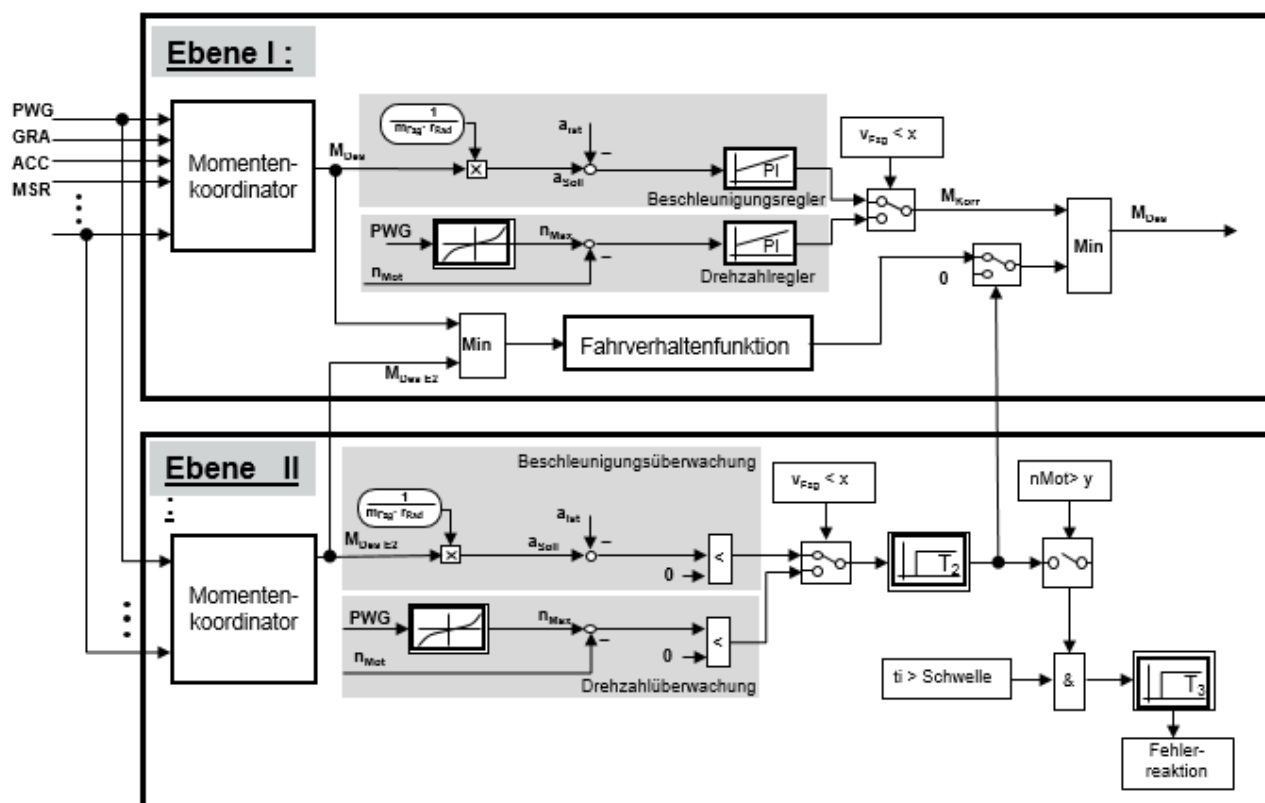


Abb. 12: Diesel / kontinuierliche Überwachung (Beschleunigungsvergleich), Gesamtübersicht

Unterhalb einer applizierbaren Geschwindigkeitsschwelle wird der Beschleunigungsregler auf einen Drehzahlregler umgeschaltet.

Diese Funktion in Ebene 1 dient zur Sicherstellung der Fahrbarkeit bei Überschreiten der Fahrzeug-Sollbeschleunigung. Dadurch wird ein ungewollter Eingriff der Ebene 2 (z.B. bei Bergabfahrt) vermieden.

10.1.3.6.2 Anforderungen an die Ebene 2

In der Ebene 2 (siehe Abb. 11) wird aus redundant erfaßten Eingangsgrößen sowohl die Fzg. Ist-Beschleunigung wie auch die Motordrehzahl überwacht.

Ist die Fahrzeug-Ist-Beschleunigung für eine applizierbare Zeit größer als die Fahrzeug-Sollbeschleunigung, begrenzt die Ebene 2 das Antriebsmoment auf null.

Damit wird die Schubüberwachung aktiviert und kann einen eventuellen Fehler erkennen (siehe Bild 10- Schubüberwachung).

Zusätzlich muß ab einer applizierbaren Drehzahl der Leerlaufregler und die Verlustmomentenkompensation der Ebene 1 abgeschaltet werden.

Somit wird sichergestellt, daß die Momentenvorgabe der Ebene 1 sicher gleich 0Nm ist.

10.1.3.7 Kontinuierliche Überwachung beim Diesel, Schubüberwachung

Die von bisherigen Diesel-Überwachungssystemen bekannte Schubüberwachung ist als paralleler Überwachungspfad zum Momenten-/ Beschleunigungsvergleich in die kontinuierliche Überwachung zu integrieren.

Fehlerreaktion, siehe Anhang.



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-580 **10.1.3.8 Kontinuierliche Beschleunigungsbasierte Überwachung auf Basis Beschleunigungssensor**

EGAS-581 Alternativ zur „kontinuierlichen Drehmomentüberwachung“ kann die nachfolgend beschriebene kontinuierliche Beschleunigungsüberwachung auf Basis einer Beschleunigungsinformation realisiert werden.

EGAS-582 Diese kann mit geringen Änderungen für Benzin, Diesel, E-Antrieb und Hybridantriebe verwendet werden.

EGAS-583 **Grundprinzip:** Aus der Fahrzeugbeschleunigungsinformation eines Beschleunigungssensors und Auswertung von Triebstrangdrehzahlen wird eine Ist-Beschleunigung/Antriebsmoment ermittelt und gegen die zulässige Beschleunigung/Moment verglichen.

EGAS-584 **10.1.3.8.1 Anforderungen an die Ebene 2**

EGAS-585 Das Konzept ist weitgehend unabhängig von der Ermittlung der Momenten-Anforderung der Ebene 1. Es besteht aus zwei Kernbestandteilen:

Der Fahrerwunschplausibilisierung und der Beschleunigungsüberwachung.

EGAS-586 Die Beschleunigungsüberwachung ermittelt aus dem sicheren Fahrerwunsch der Fahrerwunschplausibilisierung und physikalischen Parametern eine zulässige Beschleunigung des Fahrzeugs.

EGAS-587 Aus den Informationen der Längsbeschleunigung eines Inertialsensors im Fahrzeug und den Drehzahlen der Räder und des Motors, die über die notwendige Genauigkeit und Integrität verfügen müssen, wird eine Ist-Beschleunigung ermittelt. Dabei werden die rotatorischen Anteile aus der Triebstrangbeschleunigung und die translatorischen Anteile der Chassis-Beschleunigung addiert.

EGAS-588 Ist die Fahrzeug-Ist-Beschleunigung für eine applizierbare Zeit größer als die -zulässige Beschleunigung, wird eine Fehlerreaktion ausgeführt, die das Fahrzeug mit der nötigen Integrität in den sicheren Zustand bringt.

EGAS-589 Beim Ottomotor kann dies das Abschalten Einspritztreiber sein.

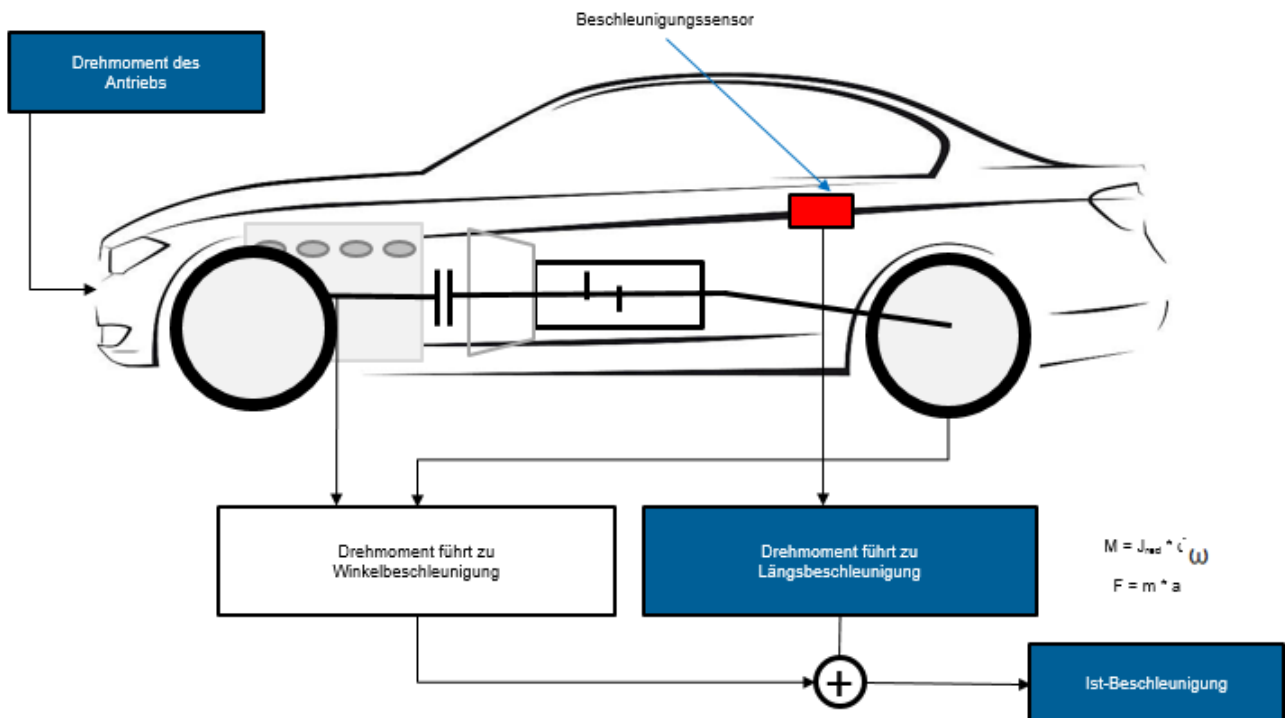


Abb. 13: Detaillierung „Neues Acceleration Sicherheits-Konzept“ (A-Siko)

Optionale Verfügbarkeitsmaßnahme: Zur Erhöhung der Verfügbarkeit kann die Ebene1 bei Annäherung oder Überschreiten einer in der Ebene 2 ermittelten zulässigen Beschleunigung bereits vor Erreichen der Abschaltschwellen der Ebene2 eingreifen und durch gezielte Momenten-Wegnahme die Beschleunigung des Fahrzeugs auf den zulässigen Wert begrenzen. Diese Begrenzung trägt jedoch keine Sicherheitslast.

10.1.3.9 Alternativverfahren für die Überwachung eines zulässigen Soll-Moments/Soll-Beschleunigung

Grundprinzip:

Einlesen Fahrerwunsch Ebene 1

Plausibilisierung bzw. Ersatzwertbildung in Ebene 2

Verwendung für alle Überwachungsprinzipien möglich → kontinuierlicher Moment

Fahrerwunschplausibilisierung

Der Fahrerwunsch der Ebene 1 wird eingelesen und auf den Fehler zu hoher Fahrerwunsch geprüft. Als Ausgang liefert die Funktion einen sicheren Fahrerwunsch.

Stationäre Prüfung:

Dies wird ermittelt durch Vergleich des in der Ebene1 ermittelten Fahrerwunsches mit einem sicheren Referenzfahrerwunsch.

Der Referenzfahrerwunsch ist der höchste noch sicher beherrschbare Fahrerwunsch beim aktuellen Fahrpedalwinkel. Dieser kann z.B. durch eine Probandenstudie einmalig ermittelt werden.

Überschreitet der Fahrerwunsch der Ebene 1 fehlerhaft den Referenzfahrerwunsch, wird der am Ausgang der Funktion bereitgestellte sichere Fahrerwunsch auf den Referenzfahrerwunsch begrenzt.

Dadurch wird sichergestellt, daß kein unbeherrschbar zu hoher Fahrerwunsch ermittelt wird. Liegt der Wert des Ebene1 Fahrerwunsches unterhalb des Referenzfahrerwunsches, wird der Ebene1 Wert als sicherer Fahrerwunsch ausgegeben.

Dynamische Prüfung:

Um sicherzustellen, daß auch unterhalb des Referenzfahrerwunsches Sprünge mit unbeherrschbarer Dynamik ausgeschlossen werden, gibt es zusätzlich eine dynamische Begrenzung. Die Ermittlung der dynamischen Grenze wird erfolgt auf Basis der Dynamik des Fahrpedals. D.h. daß z.B. bei konstantem Fahrpedal geringere Sprünge zulässig sind als während dem Durchtreten.

Der sichere Fahrerwunsch wird auf die dynamische Grenze limitiert.

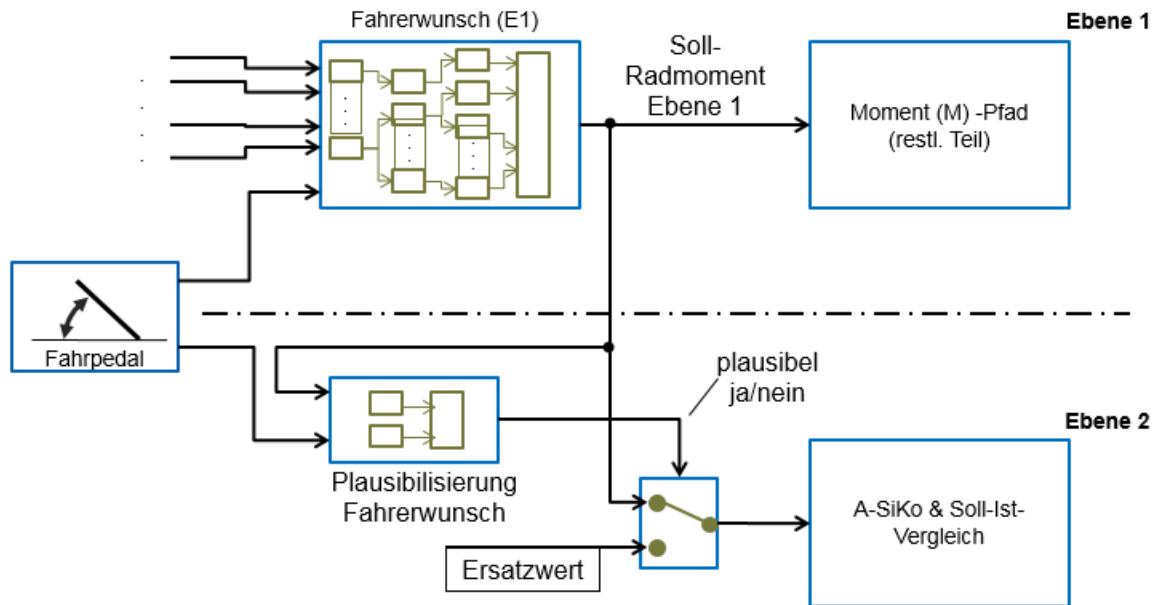


Abb. 14: Überwachung Fahrerwunscherfassung

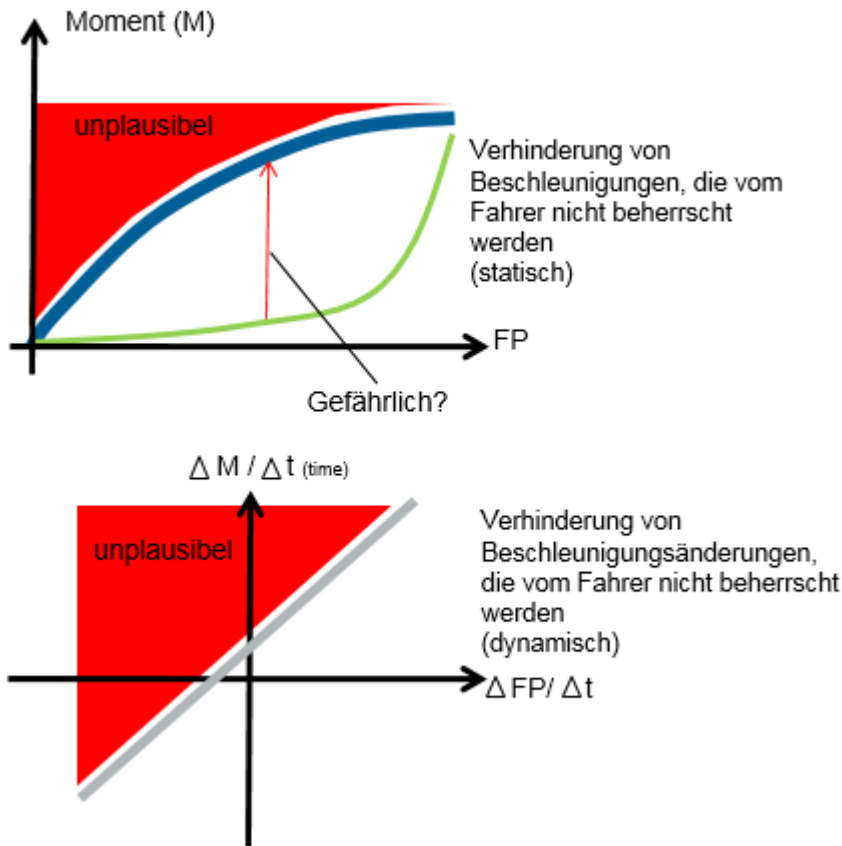


Abb. 15: Nicht beherrschbare Beschleunigung

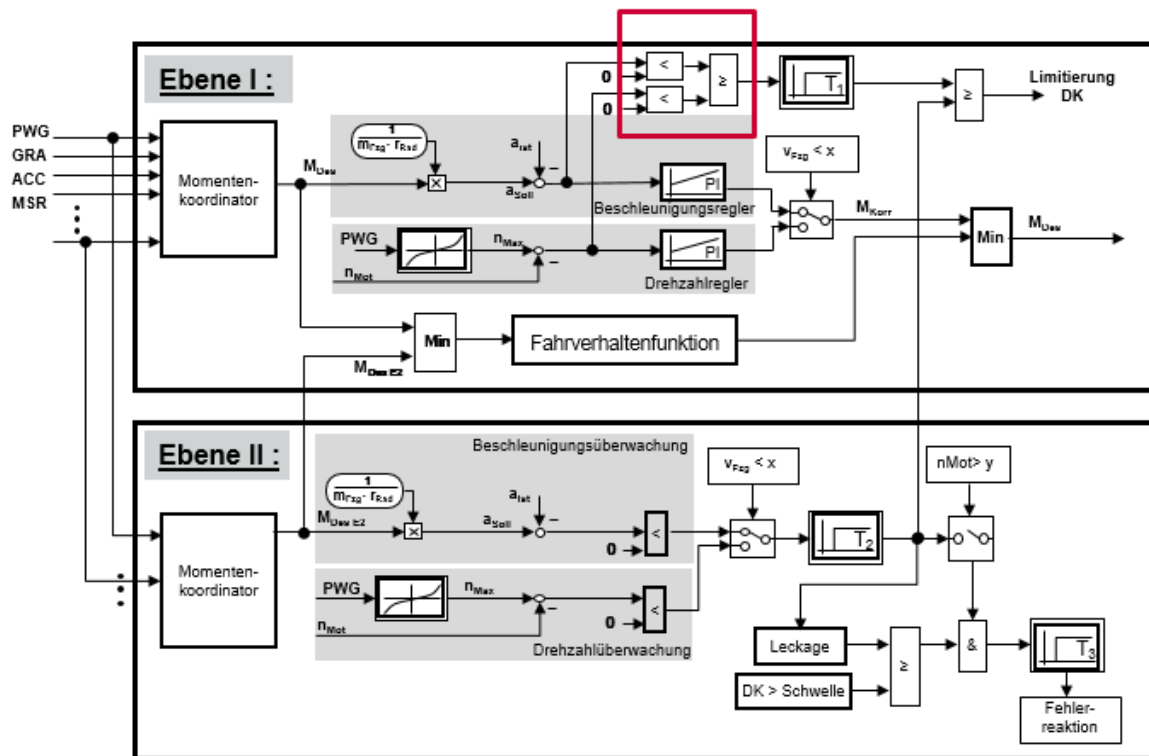


Abb. 16: Otto / kontinuierliche Überwachung (Beschleunigungsvergleich), Gesamtübersicht



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

- EGAS-654 **10.1.3.10 Kontinuierliche Überwachung bei Otto-Konzepten (Beschleunigungsvergleich)**
- EGAS-655 **10.1.3.10.1 Anforderungen an die Ebene1**
- EGAS-656 Analog zur Beschleunigungsüberwachung Diesel gelten alle Anforderungen aus 10.1.3.6.
- EGAS-657 Da im Gegensatz zum Dieselskonzept ein motorischer Schub aus Brennverfahrenssicht nicht immer realisiert werden kann, ist eine Anpassung des Überwachungskonzepts für Otto-Konzepte erforderlich. Es sind zusätzlich folgende Anforderungen umzusetzen:
- EGAS-658 Bei entprellter unzulässiger Beschleunigung erfolgt ein Abwurf aller komplexen Füllungssteuerungsmaßnahmen oder Brennverfahren, um eine einfache und robuste Überwachung des befeuerten Motors mit Hilfe der DK sicherzustellen. Die DK ist somit zentral für die Füllungssteuerung verantwortlich.
- EGAS-659 Deckelung des DK-Winkels auf einen Schwellwert, sofern nach einer Zeitschwelle eine fehlerhafte Beschleunigung weiter vorliegt.
- EGAS-660 Der Schwellwert für die DK muß dahingehend als sicher ausgelegt werden, daß bei beliebiger Stellung aller weiteren Füllungssteuerungssysteme ein für den Fahrer sicherer Betrieb garantiert werden kann.
- EGAS-661 Alle Anforderungen an die DK-Diagnose aus 10.1.2.1
- EGAS-662 **10.1.3.10.2 Anforderungen an die Ebene2**
- EGAS-663 In der Ebene 2 (siehe Abb. 16 - *Otto / kontinuierliche Überwachung (Beschleunigungsvergleich), Gesamtübersicht*) wird aus redundant erfaßten Eingangsgrößen sowohl die Fzg. Ist-Beschleunigung wie auch die Motordrehzahl überwacht.
- EGAS-664 Ist die Fahrzeug-Ist-Beschleunigung für eine applizierbare Zeit größer als die Fahrzeug-Sollbeschleunigung, begrenzt die Ebene 2 den DK-Winkel.
- EGAS-665 Damit wird die Luftpfadüberwachung (DK und Leckage) aktiviert.
- EGAS-666 Um zu verhindern, daß eine Leckage im Saugrohr zu einem latenten Fehler in der Bewertung des aktuellen Motorverhaltens führt, der über die DK-Stellung nicht identifiziert werden kann, ist eine Leckage-Diagnose umzusetzen.
- EGAS-667 Bei fehlerhafter DK-Stellung oder erkannter Leckage, ist eine sichere Fehlerreaktion auszuführen.
- EGAS-331 **10.1.4 Absicherung der Momentenausgabegrößen im Steuergeräteverbund**
- EGAS-332 Die Absicherung der Momentenausgabegrößen im Steuergeräteverbund ist projektspezifisch festzulegen.
- EGAS-333 **10.1.5 Rechnerüberwachung Ebene 3**
- EGAS-334 Unter Rechnerüberwachung versteht man das Zusammenwirken von Soft- und Hardwarestrukturen, deren Topologie die Erkennung von fehlerhaften Operationen des Funktionsrechners (Rechnerkern, betroffene Bereiche im RAM/ROM) ermöglicht.
- EGAS-608 Die dafür nötigen Prüfungen können als Softwarefunktionen (z.B. Speicherprüfung auf Wert und Komplement) oder alternativ als rechnerinterne Fehlererkennungshardware bzw. einer Kombination aus beiden ausgeführt sein.
- EGAS-611 Eine Prüfung durch rechnerinterne Fehlererkennungshardware ist nur dann zulässig, wenn:
- Die Funktionsfähigkeit der rechnerinternen Fehlererkennungshardware im aktuellen Fahrzyklus durch Test auf latente Fehler nachgewiesen wurde. (Z.B. Fehlererkennung des ECC, Durchgriff auf den Abschaltpfad,...). Dies gilt für Operationen des Rechnerkerns (z.B. Lockstep Mechanismus), als auch für Elemente zum Speicherschutz (Z.B. MPU). Ein Motorstart ist erst nach Abschluß dieser Prüfungen zulässig.
- EGAS-612



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

- Die Konfiguration der rechnerinternen Fehlererkennungshardware muß durch Hardware oder Software Maßnahmen geschützt oder geprüft werden (z. B. Aktivierung des ECC), so daß zur Laufzeit eine Änderung der Konfiguration ausgeschlossen bzw. erkannt wird.

Prüfung RAM / ROM Funktionsrechner

Das gesamte ROM muß mindestens einmal pro Fahrzyklus vor Motorstart (Initialisierung oder vorangegangener Fahrzyklus einschließlich Nachlauf) geprüft werden. Die Prüfung kann durch eine Softwarefunktion oder durch rechnerinterne Fehlererkennungshardware erfolgen.

Der ROM Bereich der Ebenen 2 und 3 muß zyklisch geprüft werden. Die Prüfung kann durch eine Softwarefunktion oder durch rechnerinterne Fehlererkennungshardware erfolgen.

Folgende Fehler müssen durch den ROM Test mindestens erkannt werden:

- Falscher Ebene 2 / 3 Code / Daten aufgrund von Adressierungsfehlern (HW)
- Bitkipper im ROM
- fehlerhafte Programmierung (z. B. Flashen) des ROM

Für die Entdeckung von Fehlern im RAM sind entweder Softwarefunktionen (z.B. Speicherprüfung auf Wert und Komplement) oder rechnerinterne Fehlererkennungshardware bzw. eine Kombination davon zu verwenden.

Werden bei der Prüfung von RAM oder ROM Fehler entdeckt, müssen die auffälligen Speicherbereiche in jedem Fall während der Initialisierung erneut getestet werden. Ein Test im Nachlauf ist in diesem Fall nicht zulässig. Kann der auffällige Speicherbereich nicht eingegrenzt werden, muß der gesamte Speicher geprüft werden.

Wird rechnerinterne Fehlererkennungshardware mit der Möglichkeit der automatischen Fehlerkorrektur zur Prüfung von RAM oder ROM verwendet (z.B. ECC), muß die Anzahl der erfolgten Korrekturen je Speicherbereich erfaßt werden. Das Überschreiten einer projektspezifisch festzulegenden Anzahl von Korrekturen pro Zeiteinheit ist wie ein Fehler in der RAM / ROM Prüfung zu behandeln. Die Fehlerentprellung muß auch projektspezifisch deaktivierbar sein.

Der Motorstart (falls Software gesteuert) bzw. die Verbrennung darf erst nach Abschluß der Überprüfung im fehlerfreien Zustand erfolgen.

Die Ebene 3 besteht aus 2 Grundelementen:

Dem **physikalisch unabhängigen Überwachungsmodul** (E3_ÜM, realisiert durch separate Hardware), welches mit der E3-Überwachungssoftware im Funktionsrechner (E3_SW im FR) über eine Schnittstelle kommuniziert.

Das E3_ÜM stellt der E3_SW im Funktionsrechner FR zyklisch eine Frage aus einer Menge von mindestens 10 diversitären Fragen, überwacht den Empfang eines zyklischen Prüfergebnisses, bewertet dieses und leitet im Fehlerfalle eine Fehlerreaktion ein.

Das Überwachungsmodul kann dabei als ASIC oder Rechner ausgeführt sein.

Bei Verwendung von RAM/ROM-Bausteinen im E3_ÜM sind diese durch das E3_ÜM mindestens einmal je Fahrzyklus zu testen.

Die Taktung des Überwachungsmoduls („clock“) muß unabhängig von der des Hauptrechners realisiert sein.

Der **E3-Überwachungssoftware im Funktionsrechner** (E3_SW im FR), die über eine Schnittstelle mit dem E3_ÜM kommuniziert.

Das Zusammenwirken zwischen E3_ÜM und E3_SW im FR wird auch als Frage-Antwort-Kommunikation bezeichnet.

Dabei werden mehrere Testpfade (siehe 10.1.5.3) im Funktionsrechner abgearbeitet.

Jeder Testpfad liefert ein exakt definiertes frageabhängiges numerisches Teilergebnis.



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-348 Die Verknüpfung der Teilergebnisse führt zu einem numerischen Gesamtergebnis (Prüfergebnis),
welches per Kommunikationsschnittstelle an das E3_ÜM übertragen wird.

EGAS-349 Die E3_SW im FR signalisiert dem E3_ÜM durch richtige Antworten den fehlerfreien Betrieb.

EGAS-350 siehe Abb. 3

EGAS-351 **10.1.5.1 Überwachung der Frage-/Antwort-Kommunikation**

EGAS-352 **10.1.5.1.1 Überwachung durch das E3_ÜM**

EGAS-353 Das E3_ÜM erwartet von der E3_SW im Funktionsrechner innerhalb eines definierten
Zeitfensters eine genau definierte Antwort.

EGAS-354 Im Fehlerfalle bedient das E3_ÜM einen internen Fehlerzähler und wiederholt die falsch
beantwortete Frage.

EGAS-355 Beim Endstand des Fehlerzählers schaltet das Überwachungsmodul die leistungsbestimmenden
Aktuator-Endstufen ab und löst über den Funktionsrechner zur Erhöhung der Verfügbarkeit eine
begrenzte Anzahl von SW-Resets aus.

EGAS-356 Empfängt das E3_ÜM zum falschen Zeitpunkt eine Antwort, wird dieselbe Fehlerreaktion
ausgelöst.

EGAS-357 Die Fehlerzählerbehandlung im E3_ÜM ist so auszulegen, daß Zustände der Fehlererkennung
schneller zum Erreichen der Fehlerreaktionsschwelle führen als erkannte fehlerfreie Zustände zu
einer „Fehlerzählerheilung“.

EGAS-358 Das Überwachungsmodul darf nicht den Entwicklungs- und Änderungszyklen eines Flash-
Steuergerätes unterworfen werden und muß unabhängig vom Projekt bzw. der Ausstattung eines
Fahrzeugs sein.

EGAS-359 Die vom Überwachungsmodul generierten Fragen sind einheitlich und werden bereits bei der
Festlegung des Motorsteuerungs-Systems bestimmt.

EGAS-360 Die Anpassung an projektspezifische Eigenheiten erfolgt durch Bedatung von Parametern auf der
Seite des Funktionsrechners.

EGAS-361 **10.1.5.1.2 Überwachung durch die E3_SW im Funktionsrechner**

EGAS-362 Die E3_SW im FR erwartet vom E3_ÜM innerhalb eines definierten Zeitfensters eine neue Frage
und prüft die fehlerfreie Funktion des E3_ÜM.

EGAS-363 Die Prüfung in der E3_SW im FR wird initiiert, indem die E3_SW im FR in bestimmten
Zeitintervallen falsch antwortet.

EGAS-364 Der in Kombination mit der Frage des E3_ÜM anschließend übermittelte Fehlerzählerstand wird
von der E3_SW im FR dahingehend überprüft, ob sich die Fehlererkennung in der
Fehlerzählerveränderung abbildet.

EGAS-365 Im Fehlerfall bedient die E3_SW im FR einen internen Fehlerzähler und übermittelt wiederholt
eine falsche Antwort zum E3_ÜM.

EGAS-366 Beim Endstand des Fehlerzählers schaltet der Funktionsrechner die Aktuator-Endstufen ab und
löst zur Erhöhung der Verfügbarkeit eine begrenzte Zahl von Resets aus.

EGAS-367 siehe Bild 3

EGAS-368 **10.1.5.2 Wiederholrate der Frage/Antwortkommunikation**

EGAS-369 Die Wiederholrate soll einen Grenzwert von 80ms nicht überschreiten.

EGAS-370 Dies ist erforderlich, um eine ausreichende Quantisierung für die Fehlerentprellung
sicherzustellen.



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-371

10.1.5.3 Testpfade der E3_SW im Funktionsrechner

EGAS-372

Zu unterscheiden sind unabhängige Testpfade, welche jeweils eine Teilantwort für das E3_ÜM bilden:

EGAS-373

- **Programmablaufkontrolle**

EGAS-374

Mit der Programmablaufkontrolle wird geprüft, ob alle Programmmodule der Ebene 2 (einschließlich TPU, zyklische RAM/ROM-Tests), die für die Überwachung relevant sind, in festen Zeitrastern und korrekter Reihenfolge abgearbeitet werden.

EGAS-375

- **Befehlssatztest**

EGAS-623

Der Befehlssatztest ermöglicht eine Erkennung von Fehlern im Rechnerkern und in der Abarbeitung von Funktionen der Ebene 2. Die folgenden drei Ausprägungen des Befehlssatztest sind möglich:

EGAS-624

a) Funktionsspezifischer Befehlssatztest

EGAS-376

Er muß an die absicherungsrelevanten Überwachungsfunktionen angepaßt sein.

EGAS-377

Um die Abläufe der Ebene 2 nicht zu stören, wird in einem eigenen RAM- und ROM-Bereich eine Kopie der absicherungsrelevanten Umfänge oder eine dieser Kopie vergleichbaren Befehlssequenz abgelegt.

EGAS-378

Mit diesen werden stellvertretend für Ebene 2 die Testfragen beantwortet.

EGAS-379

Alle ausgewählten Testdaten stellen fiktive Fehlerzustände der Ebene 1 dar und erzeugen einen entsprechenden Antwortbeitrag.

EGAS-380

Alle absicherungsrelevanten Rechnerbefehle werden auf Funktionsfähigkeit geprüft.

EGAS-625

b) Automatisch generierter Befehlssatztest

EGAS-381

Ein automatisch generierter Steuergeräte-Operations-Code-Test zulässig, wenn er mindestens alle Befehlssätze abdeckt, die in den Überwachungsebenen 2 und 3 verwendet werden.

EGAS-626

c) Verwendung rechnerinterner Fehlererkennungshardware

EGAS-627

Die korrekte Funktion des Rechnerkerns kann auch durch Verwendung eines Lockstep-Core geprüft werden. Dabei wird das Ergebnis des Lockstep-Core mit dem Ergebnis des Basis-Core verglichen, eine Abweichung führt zur Fehlerreaktion.

EGAS-630

Wird rechnerinterne Fehlererkennungshardware verwendet, muß deren Konfiguration innerhalb eines Fahrzyklus zyklisch geprüft werden. Eine falsche Konfiguration muß zu einer Fehlerreaktion über das Überwachungsmodul führen (falsche Antwort).

EGAS-628

Diese Anforderung der zyklischen Prüfung entfällt, wenn HW bedingt die Konfiguration innerhalb des Fahrzyklus gegen Änderung verriegelt ist. Die Anforderung nach einer initialen Prüfung zum Initialisierungszeitpunkt verbleibt.

Bei einem Mehrkernrechner müssen alle Kerne, auf denen Ebene 2 Module ausgeführt werden, durch eine der vorgenannten Maßnahmen a), b) oder c) geprüft werden.

EGAS-382

10.1.5.4 Fragegenerierung im Überwachungsmodul E3_ÜM

EGAS-383

Die Anzahl der Fragen und die Qualität der zugeordneten Eingangsdatensätze für den funktionsspezifischen Befehlssatztest sind so festzulegen, daß hiermit eine umfassende Fehlererkennung möglich ist (mindestens 10 Fragen).

EGAS-384

Das Überwachungsmodul E3_ÜM wählt einen vordefinierten Satz unterschiedlicher Fragen aus, die dem Funktionsrechner gestellt werden.

EGAS-385

Durch Pseudozufallsfolgen wird erreicht, daß der zeitliche Abstand zwischen gleichen Fragen eingeschränkt wird (daher keine reine Zufallsfolge). Hierdurch wird auch Zeit für die Abarbeitung aller definierten Fragen begrenzt.



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-386 **10.1.5.5 Überwachung programmierbarer Hardware-Bausteine oder -Module (unabhängig vom Funktionsrechner)**

EGAS-387 Derartige programmierbare Hardware-Bausteine (off Chip) oder –Module (on Chip), die einen Einfluß auf sicherheitsrelevante Signale haben können, sind in das Überwachungskonzept des Funktionsrechners mit einzubeziehen. Dabei sind die individuellen Fehlermöglichkeiten dieser Hardwarebausteine zu berücksichtigen.

EGAS-388 Ziel der Überwachung bei Vorhandensein dieser entsprechenden Elemente ist es, mindestens folgende Fehler zu entdecken:

- EGAS-389 • zerstörte Zellen des internen Parameterspeichers
- EGAS-390 • Konflikte im Datenfluß bei Systemen mit gemeinsam genutzten Speicherbereichen
- EGAS-391 • Fehler in Berechnungsgrößen

EGAS-392 **Kennzeichen der Überwachung sind:**

- EGAS-393 • Beschreibbarkeitstest des Parameterspeichers (z.B. internes Parameter-RAM)
- EGAS-394 • Speichertest des Programmspeichers (z. B. Programm-RAM zyklisch, ROM einmal pro Fahrzyklus)

EGAS-631 **Verwendung rechnerinterner Fehlererkennungshardware**

- EGAS-395 • Die Überwachung dieser Hardwarebausteine wird in die Programmablaufkontrolle mit einbezogen.
- EGAS-396 • Plausibilisierung charakteristischer Berechnungsgrößen (z.B. Plausibilisierung der Drehzahlberechnung einer TPU durch Auswertung separater Segment-Interrupt-Zeiten)

EGAS-397 **Fehlerreaktion:**

- EGAS-398 • Im Fehlerfall wird im Funktionsrechner ein Reset ausgelöst.

EGAS-639 **10.1.5.6 Absicherung rechnerinterner Peripherie**

Werden sicherheitsrelevante Signale über rechnerinterne Peripherie eingelesen oder ausgegeben, so ist der Zugriff auf diese Peripherie geeignet abzusichern.

EGAS-640 Folgende Fehler müssen mindestens erkannt werden, wenn nicht durch funktionelle Absicherung über Plausibilitätsfunktionen abgesichert:

- EGAS-641 - Adressierungsfehler
- EGAS-642 - Datenverfälschung
- EGAS-643 - Unzulässig große zeitliche Verzögerung beim Zugriff auf die Peripherie
- EGAS-644 - Fehlerhafte Konfiguration der Peripherie

EGAS-645 **Fehlerreaktion:**

Im Fehlerfall wird im Funktionsrechner ein Reset des Gesamtsystems ausgelöst.

EGAS-632 **10.1.5.7 Anforderungen an auf mehrere Prozessor-Kerne verteilte Überwachungsfunktionalitäten**

EGAS-633 Der sicherheitsrelevante Datenaustausch zwischen den Prozessor-Kernen ist gegen Dateninhaltsverfälschung abzusichern.

EGAS-634 Jeder hierfür genutzte Prozessor-Kern ist mit den oben beschriebenen Rechnerüberwachungsmechanismen abzusichern.



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

Die Überwachungsmechanismen der einzelnen Prozessor-Kerne können unterschiedlich sein.

EGAS-635 Die Sicherheitsarchitektur des jeweiligen Prozessor-Kerns muß den Sicherheitsanforderungen, der in dem jeweiligen Prozessor-Kern laufenden Funktionsüberwachungsfunktionen, entsprechen.

EGAS-636 Dabei ist darauf zu achten, daß Funktionen mit niedriger ASIL Einstufung nicht Funktionen mit höherer ASIL Einstufung beeinflussen dürfen (Freedom of Interference).

EGAS-399 10.1.5.8 Abschaltpfadtest

EGAS-400 Ziel der Überwachung:

- EGAS-401 • Abschaltpfade zu den leistungsbestimmenden Endstufen überprüfen, damit im Fehlerfall ein sicheres Abschalten gewährleistet ist

EGAS-402 Kennzeichen der Überwachung:

- EGAS-403 • Test einmal pro Fahrzyklus Anmerkung: Falls Test im Nachlauf durchgeführt wird und kein positives Prüfergebnis erzielt wurde, muß in der nächsten Initialisierungsphase ein erneuter Test zwingend erfolgen.
- EGAS-404 • Motorbetrieb ist zulässig, wenn mindestens ein Abschaltpfad pro Rechner mit positivem Ergebnis getestet worden ist

EGAS-405 Fehlerreaktion:

- EGAS-406 • Reset bis Motorbetrieb zulässig (siehe auch 10.1.5.10 Systemverhalten bei Reset)

EGAS-407 10.1.5.9 A/D-Wandlertest

EGAS-408 Der A/D-Wandlertest hat zum Ziel, drei verschiedene Fehlerbilder abzudecken. Dieser ist erforderlich wenn sicherheitsrelevante Signale analog eingelesen werden.

EGAS-409 Die nachfolgende Tabelle enthält Verfahren zur Erkennung von A/D-Wandlerfehlern, welche in Abhängigkeit vom vorliegenden System zur Anwendung kommen sollen.

Fehlerbild	LL – Testimpulsverfahren am PWG2 - Eingang*	Referenzspannungs- freier ADC - Kanal	2 separate A/D - Wandler im Systemsystem**
Steigungsfehler		X	X
Offsetfehler	X		X
Registerunbeweglichkeit (auch MUX schaltet nicht)	X		X

EGAS-411 * Bei Verwendung nicht analoger PWG-Signale ist ein alternativer Kanal für diese Prüfung zu verwenden.

EGAS-412 ** Hierbei ist ein Analogsignal in beide A/D-Wandler einzulesen und miteinander zu vergleichen. Vorzugsweise ist das PWG2 Signal zu verwenden.

EGAS-413 10.1.5.10 Systemverhalten bei Reset

EGAS-414 **Auswirkung:**

- EGAS-415 • der Reset wirkt auf Überwachungsmodul (ÜM) und Funktionsrechner (FR)
- EGAS-416 • die leistungsbestimmenden Endstufen werden abgeschaltet
- EGAS-417 • die Dauer des Reset-Status ist projektspezifisch festzulegen

EGAS-418 **Prüfungen nach Reset:**



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-419

- Die gespeicherte Information über die Ursache des Reset (typischerweise bei einem SW-Reset) wird bewertet bevor ein erneuter Motorstart zulässig ist.

EGAS-420

So ist z. B. im Fall eines erkannten RAM/ROM-Fehlers der betroffene überwachungsrelevante Speicherbereich zu prüfen, bevor eine erneute Freigabe erfolgt. Kann der auffällige Speicherbereich nicht eingegrenzt werden, muß der gesamte Speicher geprüft werden.

EGAS-422

- Die maximal zulässige Anzahl von SW-Resets in einem Fahrzyklus ist projektspezifisch festzulegen.

EGAS-423

Danach bleiben die leistungsbestimmenden Endstufen bis zum Wiederstart durch den Fahrer stromlos abgeschaltet.

EGAS-424

Wiederstart nach Reset:

EGAS-425

- die Synchronisierung ÜM zu FR erfolgt über eine definierte Sequenz in der Frage-Antwort-Kommunikation.

EGAS-426

Daran gekoppelt werden Ansteuer- und Prüf-Abläufe für die Abschaltpfade von ÜM und FR. Der Test liefert eine Aussage über die Funktionsfähigkeit beider Abschaltpfade.

EGAS-427

- die leistungsbestimmenden Endstufen werden nach erfolgreicher Prüfung wieder frei gegeben

EGAS-607

- Nach einem Reset sind durch die Überwachung ausgelöste Fehlerreaktionen mindestens bis zur abgeschlossenen Prüfung auf Fehlerfreiheit bzw. bis zum Fahrzykluswechsel funktional aufrecht zu erhalten.

EGAS-428

10.1.5.11 Graphische Darstellung der Fehlerreaktionen in Ebene 3

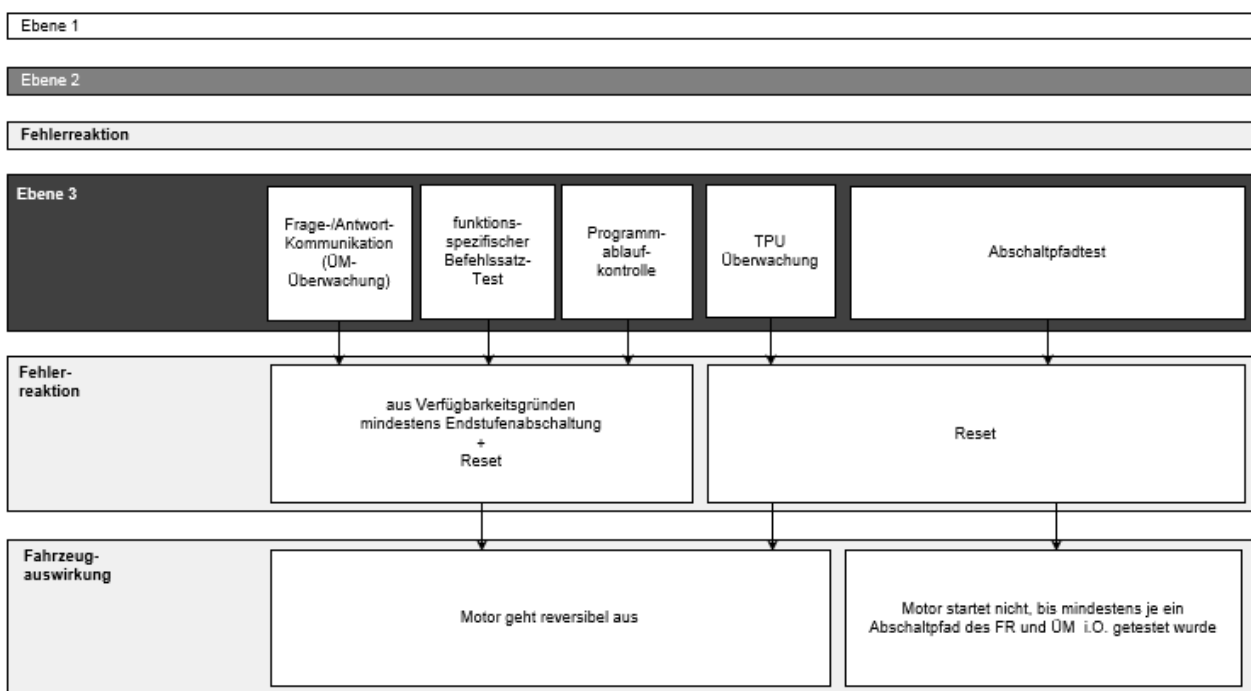


Abb. 17: Fehlerreaktionen Rechnerüberwachungen in Ebene 3, Otto und Diesel

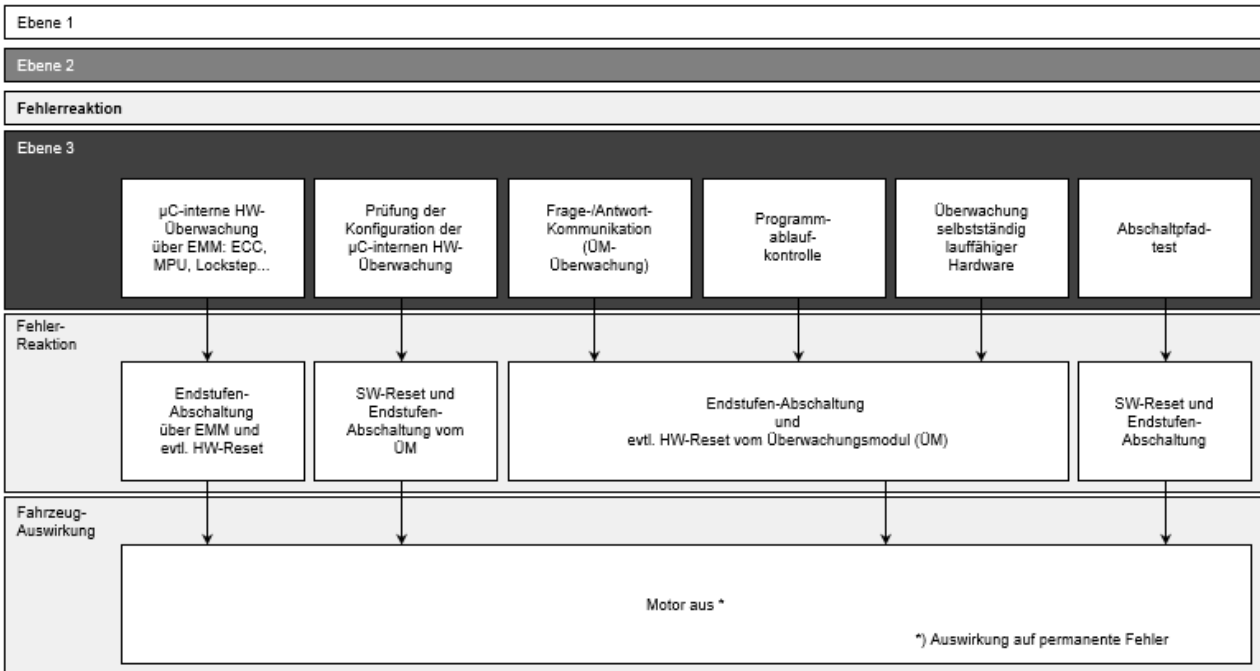


Abb. 18: Fehlerreaktionen Rechnerüberwachungen in Ebene 3 mit µC-interner HW-Überwachung, Otto und Diesel

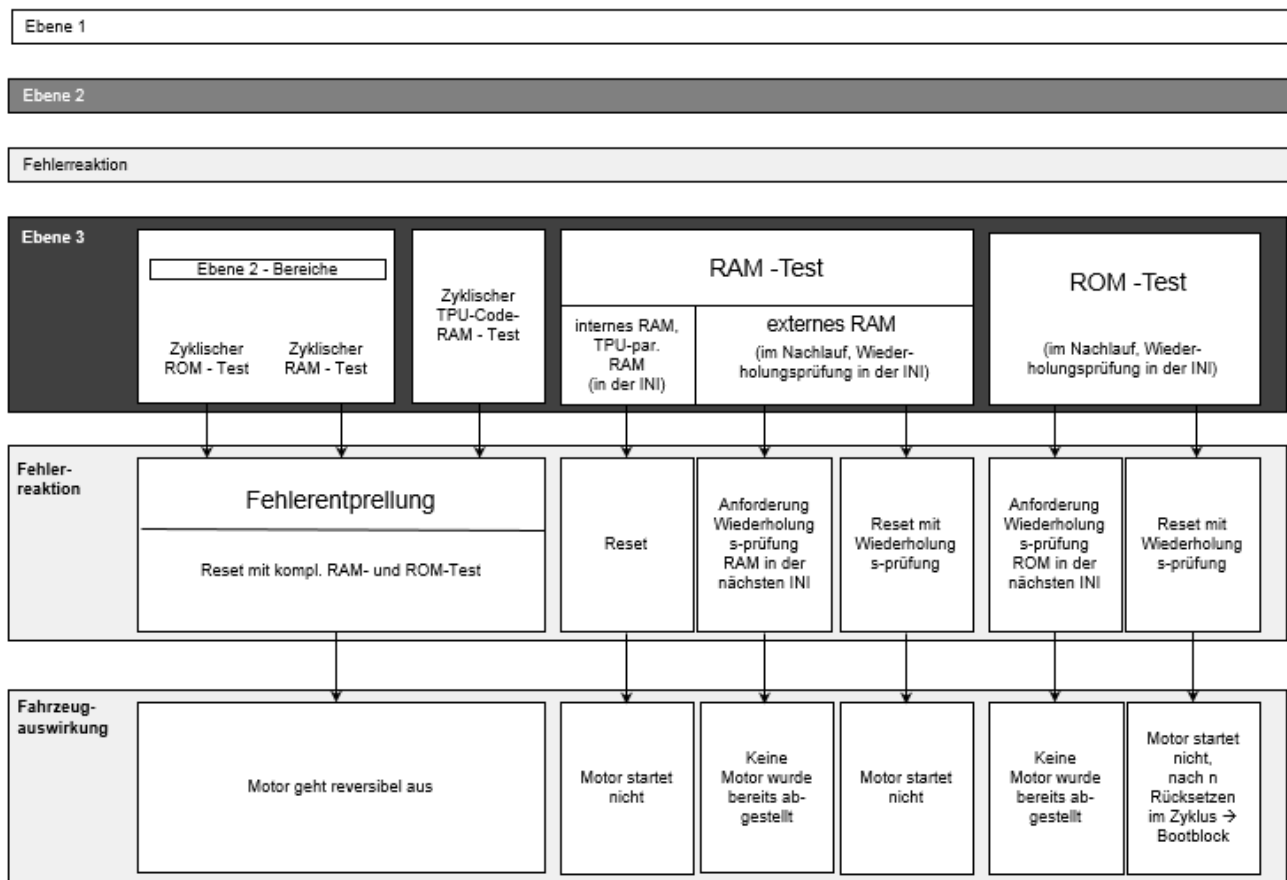


Abb. 19: Fehlerreaktionen Speichertests in Ebene 3, Otto und Diesel



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

Ebene 1

Ebene 2

Fehlerreaktion

Ebene 3

zyklischer
Stack-Test
(Ebene 2-
Bereich)zyklischer
RAM-Test
(Ebene 2-
Bereich)zyklischer
ROM-Test
(Ebene 2-
Bereich)HW-
RAM-Test
über ECCHW-
ROM-Test
über ECCPrüfung der
Konfiguration der
µC-internen HW-
SpeichertestsVerletzung der
Zugriffsrechte
(MPU = memory
protection unit)Fehler-
ReaktionSW-Reset
mit spezifischem
RAM-TestSW-Reset
mit spezi.
ROM-TestHW-Reset
(EMM) mit spez.
RAM-Test
im HochlaufHW-Reset
(EMM) mit spez.
ROM-Test
im HochlaufSW-Reset und
Endstufen-
AbschaltungHW-Reset
(EMM)
und Abschaltung
über ErrorpinFahrzeug-
Auswirkung

Motor aus *

*) Auswirkung auf permanente Fehler

Abb. 20: Fehlerreaktionen Speichertests in Ebene 3, Otto und Diesel

10.2 Systemreaktionen auf Fehler

Bei der Betrachtung der Fehlerreaktionen gelten folgende Grundsätze:

- Die notwendigen Plausibilisierungs-Toleranzen sind fahrzeughersteller- und projektspezifisch
- Wird Notluftfahren angefordert und die Notluftposition nicht erreicht, wird EMB ausgelöst (Otto).
- Die maximale Zeitdauer von Fehlererkennung bis zum Beginn der Systemreaktion ist fehlerspezifisch zu definieren (z.B. Richtgröße 500ms bei Drehmomenten-Überwachung)
- Die Erkennung von bestimmten Fehlern in der Ebene 2 führt dazu, daß EMB direkt oder indirekt über den Momenten-/ oder Beschleunigungsvergleich ausgelöst wird (Otto/Diesel).
- Eine detaillierte Aufstellung der Fehlerreaktionen ist dem Anhang zu entnehmen.

10.3 Zusätzliche technische Anforderungen

10.3.1 Sicheres Motor abstellen

Abschalten des Verbrennungsmotors mit „Kl.15 - aus“.

Durch einen (Haupt-)Rechner unabhängigen Abschaltpfad im Steuergerät und geeignete Maßnahmen (z. B. Eingriff in Zündung, Mengenstellwerk oder Einspritzventile für Kraftstoffeinspritzung, Kraftstoffpumpe etc.) ist sicherzustellen, daß der Verbrennungsmotor mit Erkennen von „Kl.15 - aus“ mit zulässiger Zeitverzögerung redundant sicher abgestellt wird.

Andere vergleichbare Realisierungen sind mit dem OEM abzustimmen.

11 Anhang: Reaktionen auf überwachungsrelevante Fehler

11.1 Fehler aus der Überwachung der Ebene 1



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-445

11.1.1 Pedalwertgeber

EGAS-446	Fehlerbeschreibung: Sollwert 1 > Schwelle (signal-range-check high)	
EGAS-447	Ersatzbetrieb Sollwert 2 mit Begrenzung max. Wert und max. Gradient, Bremse betätigt / Bremssignalfehler = Leerlaufvorgabe	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin- Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-448	Fehlerbeschreibung: Sollwert 1 < Schwelle (signal-range-check low)	
EGAS-449	Ersatzbetrieb Sollwert 2 mit Begrenzung max. Wert und max. Gradient, Bremse betätigt / Bremssignalfehler = Leerlaufvorgabe	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin- Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-450	Fehlerbeschreibung: Sollwert 2 > Schwelle (signal-range-check high)	
EGAS-451	Ersatzbetrieb Sollwert 1 mit Begrenzung max. Wert und max. Gradient, Bremse betätigt / Bremssignalfehler = Leerlaufvorgabe	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin- Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-452	Fehlerbeschreibung: Sollwert 2 < Schwelle (signal-range-check low)	
EGAS-453	Ersatzbetrieb Sollwert 1 mit Begrenzung max. Wert und max. Gradient, Bremse betätigt / Bremssignalfehler = Leerlaufvorgabe	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin- Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-454	Fehlerbeschreibung: Unplausibilität zwischen Sollwert 1 und Sollwert 2 $ \text{Sollwert 1} - \text{Sollwert 2} > \text{Schwelle}$	
EGAS-455	Ersatzbetrieb mit Minimum aus Sollwert 1 und Sollwert 2 mit Begrenzung max. Wert und max. Gradient, Brems betätigt / Bremssignalfehler = Leerlaufvorgabe	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin- Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-456	Fehlerbeschreibung: Versorgungsspannung PWG außerhalb des zulässigen Bereichs (Systeme mit einer Spannungsversorgungsleitung)	
EGAS-457	Leerlaufvorgabe	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin- Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-458	Fehlerbeschreibung: Ersatzbetrieb mit Sollwert 1 und Sollwert 1 > Schwelle (signal-range-check high)	
EGAS-459	Leerlaufvorgabe	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin- Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-460	Fehlerbeschreibung: Ersatzbetrieb mit Sollwert 2 und Sollwert 2 > Schwelle (signal-range-check high)	
EGAS-461	Leerlaufvorgabe	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin- Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein



DAIMLER

Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-462	Fehlerbeschreibung: Ersatzbetrieb mit Sollwert 1 und Sollwert 1 < Schwelle (signal-range-check low)	
EGAS-463	Leerlaufvorgabe	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-464	Fehlerbeschreibung: Ersatzbetrieb mit Sollwert 2 und Sollwert 2 < Schwelle (signal-range-check low)	
EGAS-465	Leerlaufvorgabe	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein

EGAS-466 11.1.2 Elektromechanisches Stellsystem (Otto mit einer Drosselstelle)

EGAS-467	DEW (Drosselklappen-Ersatzwert) projektabhängig gebildet z. B. aus Luftmasse/Saugrohrdruck, Motordrehzahl	
EGAS-468	Fehlerbeschreibung: DKS 1 > Schwelle (signal-range-check high)	
EGAS-469	Ersatzbetrieb mit DKS 2 und Vergleich mit DEW dabei Begrenzung des Maximalwertes DKS 2 als Funktion der Motordrehzahl (nist)	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-470	Fehlerbeschreibung: DKS 1 < Schwelle (signal-range-check low)	
EGAS-471	Ersatzbetrieb mit DKS 2 und Vergleich mit DEW dabei Begrenzung des Maximalwertes DKS 2 als Funktion der Motordrehzahl (nist)	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-472	Fehlerbeschreibung: DKS 2 > Schwelle (signal-range-check high)	



DAIMLER

Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-473	Ersatzbetrieb mit DKS 1 und Vergleich mit DEW dabei Begrenzung des Maximalwertes DKS 1 als Funktion der Motordrehzahl (nist)	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-474	Fehlerbeschreibung: DKS 2 < Schwelle (signal-range-check low)	
EGAS-475	Ersatzbetrieb mit DKS 1 und Vergleich mit DEW dabei Begrenzung des Maximalwertes DKS 1 als Funktion der Motordrehzahl (nist)	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-476	Fehlerbeschreibung: DKS 1 + DKS 2 > Schwelle und DKS 2 plausibel zu DEW	
EGAS-477	Ersatzbetrieb mit DKS 2 und Vergleich mit DEW dabei Begrenzung des Maximalwertes DKS 2 als Funktion der Motordrehzahl (nist)	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-478	Fehlerbeschreibung: DKS 1 + DKS 2 > Schwelle und DKS 1 und DKS 2 unplausibel zu DEW	
EGAS-479	Irreversible EMB der Ebene 1, DK stromlos	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-480	Fehlerbeschreibung: DKS 1 + DKS 2 > Schwelle und DKS 1 plausibel zu DEW	
EGAS-481	Ersatzbetrieb mit DKS 1 und Vergleich mit DEW dabei Begrenzung des Maximalwertes DKS 1 als Funktion der Motordrehzahl (nist)	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-482	Fehlerbeschreibung: Ersatzbetrieb mit DKS 1 und Plausibilisierung mit DEW und zusätzlich DKS 1 < Schwelle bzw. DKS 1 > Schwelle	
EGAS-483	Irreversible EMB der Ebene 1, DK stromlos	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-484	Fehlerbeschreibung: Ersatzbetrieb mit DKS 2 und Plausibilisierung mit DEW und zusätzlich DKS 2 < Schwelle bzw. DKS 2 > Schwelle	



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-485	Irreversible EMB der Ebene 1, DK stromlos	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin- Beschleunigungsvergleich
EGAS-486	Fehlerbeschreibung: Ersatzbetrieb mit DKS 1 oder DKS 2 und Plausibilisierung mit DEW ist aktiv und es tritt ein Lastsensor Fehler auf	
EGAS-487	Irreversible EMB der Ebene 1, DK stromlos	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin- Beschleunigungsvergleich
EGAS-488	Fehlerbeschreibung: Lagereglerfehler (Soll-/Ist-Vergleich) aufgrund z.B. fehlerhafte Stellgrößenvorgabe oder mechanisch klemmende DK	
EGAS-489	Irreversible EMB der Ebene 1, DK stromlos	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin- Beschleunigungsvergleich
EGAS-492	Fehlerbeschreibung: Endstufenfehler	
EGAS-493	Irreversible EMB der Ebene 1, DK stromlos	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin- Beschleunigungsvergleich

EGAS-494 **11.1.3 Überwachung externer Eingriffe**

EGAS-495	Fehlerbeschreibung: Fehlerhafte/fehlende Botschaft für externe Momenten-Anforderung (Erkennung in Ebene 1)	
EGAS-496	Sperrung der Anforderung kundenspezifisch reversibel oder irreversibel, Momenten-Übergangs-Funktion kundenspezifisch	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin- Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein

EGAS-497 **11.1.4 Überwachung Programmierung und Versorgungsspannung**

EGAS-498	Fehlerbeschreibung: Flash: Programmierung nicht beendet	
----------	---	--



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-499	Verbleib in Bootblock	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-500	Fehlerbeschreibung: Flash: Programmierungsfehler	
EGAS-501	Verbleib in Bootblock	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-502	Fehlerbeschreibung: Versorgungsspannung außerhalb Spezifikation	
EGAS-503	Reset	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein

EGAS-504 **11.1.5 Bremsinformationen**

EGAS-505	Fehlerbeschreibung: Unplausibilität der redundanten Bremssignale	
EGAS-506	FGR abschalten	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich

EGAS-507 **11.2 Fehler aus der Funktionsüberwachung der Ebene 2**

EGAS-508	Fehlerbeschreibung: Fehlerhafte/fehlende Botschaft für externe Momenten-erhöhende Anforderungen (MSR, Getriebe,...) (Erkennung in Ebene 2)	
----------	---	--



DAIMLER

Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-509	Reaktion analog „Fehlerhafte/fehlende Botschaft für externe Momenten-Anforderung (Erkennung in Ebene 1)“	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-510	Fehlerbeschreibung: Motordrehzahl fehlerhaft; Abweichung zwischen Ebene 1 und Ebene 2 (Erkennung in Ebene 2)	
EGAS-511	Reset	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-512	Fehlerbeschreibung: Fahrerwunscherkennung fehlerhaft; Abweichung zwischen Ebene 1 und Ebene 2 (Erkennung in Ebene 2)	
EGAS-513	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen, DK stromlos	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-514	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen	Diesel-Momentenvergleich
EGAS-606	Ansprechen Beschleunigungsvergleich, irreversible EMB aus E 2 anfordern/überwachen oder irreversible Abschaltung der leistungsbestimmenden Endstufen	A-Siko allgemein
EGAS-515	Fehlerbeschreibung: Fehler in der Abschaltung bzw. unzulässige Aktivierung der Fahrgeschwindigkeitsregelung (Erkennung in Ebene 2)	
EGAS-516	FGR Eingriff deaktivieren; falls Sperren nicht möglich: Ansprechen Momentenvergleich, irreversible EMB aus E 2 anfordern/überwachen, DK stromlos	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer
EGAS-517	FGR Eingriff deaktivieren; falls Sperren nicht möglich: Ansprechen Momentenvergleich, irreversible EMB aus E 2 anfordern/überwachen	Diesel-Momentenvergleich



DAIMLER

Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-571	FGR Eingriff deaktivieren; falls Sperren nicht möglich: Ansprechen Beschleunigungsvergleich, irreversible EMB aus E 2 anfordern/überwachen	Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-518	Fehlerbeschreibung: Kraftstoffmasse/Lambda/Lastsignal fehlerhaft (Erkennung in Ebene 2)	
EGAS-519	Plausibilisierung in Ebene 2 nur im Schichtbetrieb; irreversibles Sperren Schichtbetrieb, Übergang in Homogenbetrieb	Benzin-Direkt-Einspritzer
EGAS-520	Fehlerbeschreibung: Ansteuerdauer Einspritzung fehlerhaft (Erkennung in Ebene 2)	
EGAS-521	Umschaltung in Homogenbetrieb	Benzin-Direkt-Einspritzer
EGAS-522	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern/überwachen.	Diesel-Momentenvergleich
EGAS-523	Fehlerbeschreibung: Fehlerhafter Zündwinkel (Erkennung in Ebene 2)	
EGAS-524	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen, DK stromlos	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer
EGAS-525	Fehlerbeschreibung: Fehler beim Plausibilisieren des Lastsignals mit dem DKS (Erkennung in Ebene 2)	
EGAS-526	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen, DK stromlos	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer
EGAS-668	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung reversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen	Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-527	Fehlerbeschreibung: Schubüberwachung: Unzulässige Injektor-Ansteuerung durch Fehler in Ebene 1 im Schub bei LL-Vorgabe (Erkennung in Ebene 2)	
EGAS-528	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen	Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich
EGAS-648	Ansprechen Beschleunigungsvergleich, irreversible EMB aus E 2 anfordern/überwachen oder irreversible Abschaltung der leistungsbestimmenden Endstufen	A-Siko allgemein
EGAS-529	Fehlerbeschreibung: Kontinuierliche Drehmoment-Überwachung/Momentenvergleich: Unzulässige Motormomentüberschreitung durch Fehler in Ebene 1 (Erkennung in Ebene 2)	



DAIMLER

Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-530	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen, DK stromlos	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer
EGAS-572	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen	Diesel-Momentenvergleich
EGAS-531	Fehlerbeschreibung: EMB wird nicht umgesetzt in Ebene 1 (Erkennung in Ebene 2)	
EGAS-532	Abschaltung der leistungsbestimmenden Endstufen	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-533	Fehlerbeschreibung: A/D-Wandlerfehler	
EGAS-534	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen, DK stromlos	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-535	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen	Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-536	Fehler Verlustmoment aus Ebene 1 (Erkennung in Ebene 2)	
EGAS-537	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen, DK stromlos	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer
EGAS-538	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen	Diesel-Momentenvergleich
EGAS-539	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen (nur erforderlich bei adäquater Kompensation in Ebene 1)	Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-540	Fehlerbeschreibung: Fehler Plausibilisierung der Ist-Ansteuergrößen aus Ebene 1 in Ebene 2 (Erkennung in Ebene 2)	
EGAS-541	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen	Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-542	Fehlerbeschreibung: Fehler in der Überwachung der Ansteuer-Ausgabeeinheit (TPU, PCP etc.) (Erkennung in Ebene 2)	
EGAS-543	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen	Diesel-Momentenvergleich Diesel-Beschleunigungsvergleich
EGAS-544	Fehlerbeschreibung: Fehler Raildruck-Überwachung (Erkennung in Ebene 2)	
EGAS-545	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen	Diesel-Momentenvergleich
EGAS-546	Fehlerbeschreibung: Fehler in der Übernahme von Adaptionswerten / Korrekturfaktoren aus Ebene 1 in Ebene 2 (Toleranzeinengung); Fehler im Pfad Ist-Momentrückrechnung	
EGAS-547	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen, DK stromlos	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer
EGAS-548	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen	Diesel-Momentenvergleich
EGAS-549	Fehlerbeschreibung: Fehler in der Übernahme von Adaptionswerten / Korrekturfaktoren aus Ebene 1 in Ebene 2 (Toleranzeinengung); Fehler im Pfad Berechnung zulässiges Moment	
EGAS-550	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen, DK stromlos; bzw. projektspezifische Fehlerreaktion	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer
EGAS-573	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen, bzw. projektspezifische Fehlerreaktion	Diesel-Momentenvergleich
EGAS-551	Nach einer applizierbaren Anzahl von Resets und nicht erfolgter Fehlerheilung irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen; bzw. projektspezifischer Fehlerreaktion (nur erforderlich bei adäquater Kompensation in Ebene 1)	Diesel-Beschleunigungsvergleich
EGAS-552	Fehlerbeschreibung: Fehler in der Übernahme momentenrelevanter Wirkungsgrade für Einspritzmengen aus Ebene 1 (Erkennung in Ebene 2)	
EGAS-553	Anforderung an E1: Wechsel in Betriebsart ohne Wirkungsgradrelevanz	Diesel-Momentenvergleich
EGAS-554	Fehlerbeschreibung: Kontinuierliche Beschleunigungsüberwachung: Unzulässige Beschleunigungsüberschreitung durch Fehler in Ebene 1.	



DAIMLER

Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-555	irreversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen	Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-556	Fehlerbeschreibung: Beschleunigungs-/ V-Signal fehlerhaft erfasst	
EGAS-557	Umschalten auf V-Ersatzsignal aus Motordrehzahl	Diesel-Beschleunigungsvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich
EGAS-649	Umschalten auf Ersatzsignale aus Raddrehzahlen und reversible EMB aus E 2 anfordern /überwachen bei LL-Vorgabe	A-Siko allgemein

EGAS-558 **11.3 Fehler aus der Rechnerüberwachung der Ebene 3**

EGAS-559	Fehlerbeschreibung: Falsche Zeit-/Fehlerzählerrückmeldung in der Frage/Antwortroutine (Erkennung durch FR)	
EGAS-560	Reset oder irreversible Abschaltung der leistungsbestimmenden Endstufen	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-561	Fehlerbeschreibung: Falsche Antwort / Zeit in der Frage/Antwortroutine (Erkennung durch ÜM)	
EGAS-562	Reset oder irreversible Abschaltung der leistungsbestimmenden Endstufen	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-563	Fehlerbeschreibung: Fehler im Abschaltpfadtest	
EGAS-564	Reset bis Motorbetrieb zulässig	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich Benzin-Beschleunigungsvergleich A-Siko allgemein
EGAS-565	Fehlerbeschreibung: Fehler in nichtflüchtigen Speichern	



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

EGAS-566	Reset oder irreversible Abschaltung der leistungsbestimmenden Endstufen	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich A-Siko allgemein
EGAS-567	Fehlerbeschreibung: Fehler in flüchtigen Speichern	
EGAS-568	Reset oder irreversible Abschaltung der leistungsbestimmenden Endstufen	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich A-Siko allgemein
EGAS-569	Fehlerbeschreibung: Fehler TPU-Überwachung	
EGAS-570	Reset oder irreversible Abschaltung der leistungsbestimmenden Endstufen	Benzin-Saugrohreinspritzer Benzin-Direkt-Einspritzer Diesel-Momentenvergleich A-Siko allgemein



DAIMLER



Standardisiertes E-GAS Überwachungskonzept
für Benzin und Diesel Motorsteuerungen

12 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 EGAS-Systemübersicht mit Schnittstellen (vereinfachtes Beispiel für einen Otto-Motor)	10
Abb. 2: Sicherheitsblockschaltbild	11
Abb. 3: Systemübersicht 3 Ebenen-Konzept im Motorsteuergerät	14
Abb. 4: Systemübersicht 3 Ebenenkonzept im Motorsteuergerät mit Lockstep-Core (LC).....	14
Abb. 5: Funktionsüberwachung Ebene 2, Otto-Saugrohreinspritzer	20
Abb. 6: Funktionsüberwachung Ebene 2, Otto-Direkteinspritzer	20
Abb. 7: Funktionsüberwachung Ebene2, Otto / kontinuierliche Überwachung (Beschleunigungs-Vergleich)	21
Abb. 8: Funktionsüberwachung Ebene 2, Diesel / kontinuierliche Überwachung (Drehmomentenvergleich)	21
Abb. 9: Funktionsüberwachung Ebene 2, Diesel / kontinuierliche Überwachung (Beschleunigungs-Vergleich)....	22
Abb. 10: Funktionsüberwachung Ebene 2, Diesel / kontinuierliche Überwachung (Schubüberwachung)	22
Abb. 11: Funktionsüberwachung Ebene 2, Diesel / Beschleunigungsüberwachung	23
Abb. 12: Diesel / kontinuierliche Überwachung (Beschleunigungsvergleich), Gesamtübersicht	30
Abb. 13: Detaillierung „Neues Acceleration Sicherheits-Konzept“ (A-Siko)	32
Abb. 14: Überwachung Fahrerwunscherfassung	33
Abb. 15: Nicht beherrschbare Beschleunigung	34
Abb. 16: Otto / kontinuierliche Überwachung (Beschleunigungsvergleich), Gesamtübersicht	34
Abb. 17: Fehlerreaktionen Rechnerüberwachungen in Ebene 3, Otto und Diesel.....	41
Abb. 18: Fehlerreaktionen Rechnerüberwachungen in Ebene 3 mit μ C-interner HW-Überwachung, Otto und Diesel	42
Abb. 19: Fehlerreaktionen Speichertests in Ebene 3, Otto und Diesel	42
Abb. 20: Fehlerreaktionen Speichertests in Ebene 3, Otto und Diesel	43