

■ **TÜV-Gutachten
für Motorwagen EBS**

■ **Ausgabe 2001**

■ © Copyright WABCO 2001

WABCO

Vehicle Control Systems
An American Standard Company

	Seite
Technischer Bericht Nr. EB 116.0 über ein elektronisches Bremssystem für Kraftfahrzeuge	3
Anhang 1 Abkürzungen & Symbole	22
Anhang 2 Daten der Prüffahrzeuge	24
Anhang 3.1 Energieverbrauch	26
Anhang 3.2 Kraftschlußausnutzung	28
Anhang 3.3 Zusatzprüfungen	29
Anhang 3.4 Prüfung der ASR	31
Anhang 4 Anforderungen gemäß der Anhänge 16 und 17 der ECE-Regelung Nr: 13/09 (Ergänzung 5)	33
Anhang 5 Sicherheitstechnische Beurteilung des elektrisch/elektronischen Teiles der EBS	36
Anlage 1 Einbauschemata / Systemvarianten (Ausführungsbeispiele)	40
Anlage 2 Muster Bremsschemata	45

Technischer Bericht Nr. EB 116.0

über ein elektronisches Bremssystem für Kraftfahrzeuge

1 Allgemeines

Dieser Technische Bericht dient als Arbeitsunterlage für den amtlich anerkannten Sachverständigen oder Prüfer bei der Begutachtung von Kraftfahrzeugen nach §§ 20 und 21 StVZO oder der EU-Richtlinie 71/320/EWG in der Fassung vom 27. Januar 1998 (98/12/EWG) bzw. ECE-Regelung Nr. 13 / 09 (Ergänzung 5).

Die in diesem Bericht nicht voll spezifizierten WABCO-Nummern oder angegebenen Nummernbereiche deuten an, dass Abwandlungen der aufgeführten Geräte/Komponenten möglich sind. Diese haben jedoch keinen Einfluss auf die Funktion und Wirkung hinsichtlich der vorgenommenen Begutachtung.

- 1.1 Hersteller:** WABCO
Fahrzeugsbremsen
Am Lindener Hafen 21
30453 Hannover
- 1.2 Antragsteller:** s. 1.1
- 1.3 System:** Motorwagen EBS
- 1.4 Systemvarianten:** **2p/1e-EBS:** Bremsanlage mit einem elektrischen Steuerkreis und zwei voneinander unabhängigen pneumatischen Redundanzkreisen, die bei Ausfall des elektrischen Steuerkreises die Abbremsung des Fahrzeugs bewirken.
1p/1e-EBS: Bremsanlage mit einem elektrischen Steuerkreis und einem pneumatischen Redundanzkreis, der bei Ausfall des elektrischen Steuerkreises die Abbremsung des Fahrzeugs bewirkt.
- 1.5 Konfiguration:** **4S/3M,** 4 Sensoren und 3 Modulatoren
Für mehrachsige Kraftfahrzeuge, wobei eine Achse mit Individualregelung (IR) und eine andere mit einem Achsregelsystem (MAR) ausgerüstet werden können.

4S/4M, 4 Sensoren und 4 Modulatoren

Für mehrachsige Kraftfahrzeuge, wobei eine Achse mit modifizierter Individualregelung (MIR) und eine andere mit einer Individualregelung (IR) ausgerüstet werden können.

6S/6M, 6 Sensoren und 6 Modulatoren

Für mehrachsige Kraftfahrzeuge, wobei die eine Achse mit einer modifizierten Individualregelung (MIR) und zwei andere mit einer Individualregelung (IR) ausgerüstet werden können.

In der Anlage 1 sind beispielhaft mögliche Einbauschemata für verschiedene Kraftfahrzeuge angegeben.

Nicht sensierte Achsen bzw. Räder können von direkt geregelten Achsen bzw. Rädern mitgesteuert werden.

Abkürzungen siehe Anhang 1

2 Verwendungsbereich

- 2.1 Fahrzeuge:** mehrachsige Kraftfahrzeuge der Klassen M und N gemäß der EG-Rahmenrichtlinie 70/156/EWG, Anhang II
- 2.2 Bremsanlagen:** Fremdkraft-Bremsanlagen mit pneumatischer bzw. mit pneumatisch-hydraulischer Übertragungseinrichtung; gemäß den Vorschriften der StVZO oder EU-Richtlinie 71/320/EWG bzw. ECE-Regelung Nr. 13
Beispiele siehe Schemata in Anlagen 2.1 bis 2.3
- 2.3 Räder und Bereifung:** Einfach- und Doppelbereifung
Zulässig sind Kombinationen aus Reifen und Polrädern, die folgende Kriterien erfüllen:
- Das Verhältnis Reifenabrollumfang/Polradzähnezahl muss zwischen 25,5 und 38,5 mm/Zahn liegen. (Ein Polrad mit 100 Zähnen ist damit geeignet für Reifen mit einem Abrollumfang von 2550 bis 3850 mm.) Dies entspricht einer Frequenz des Sensorsignals von 7,2 bis 10,9 Hz pro km/h.

- Die zulässige(n) Abweichung(en) der Sensorfrequenzen zwischen Vorder- und Hinterachse(n) dürfen nicht mehr als 6% betragen, bezogen auf die Frequenz der Vorderachssignale.
- Der Abrollumfang der Reifen ist möglichst genau zu parametrieren. Die Abweichung des realen Abrollumfangs aller Räder (ohne Berücksichtigung der Reifenfertigungstoleranzen) zum jeweils parametrierten Umfang darf nicht mehr als 5% des parametrierten Vorderradabrollumfangs betragen.

2.4 Weitere Angaben:

Bei Mehrachsaggregaten, bei denen nicht alle Räder sensiert sind, ist die Achse mit Sensoren zu versehen, die in der Regel zuerst blockiert.

Mehrachsaggregate sind so zu bestücken (Bremszylinder, Bremshebellänge, etc.), dass die Räder der direkt und indirekt geregelten Achsen möglichst gleichzeitig die Blockiergrenze erreichen.

3 Technische Angaben

3.1 Art:

Elektronisch gesteuerte Bremsanlagen mit:

- Verzögerungsregelung
- Bremskraftverteilung
- Dauerbremsintegration
- automatischem Blockierverhinderer (ABS)
- Antriebsschlupfregelung (ASR)
- Bremsbelagverschleißregelung
- Angaben zur Konfiguration siehe Abschnitt 1.5

3.2 Bauteile

Versorgungsspannung 24 V oder 12 V

3.2.1 Zentralmodul:

WABCO Nr. 446 135 ... 0

Das Zentralmodul (ZM) dient zur Steuerung und Überwachung des elektronisch geregelten Bremssystems. Es ermittelt die Sollverzögerung des Fahrzeugs aus dem empfangenen Signal des Bremswertgebers. Die Sollverzögerung ist zusammen mit den durch die Drehzahlsensoren gemessenen Radgeschwindigkeiten Eingangssignal für die elektropneumatische Regelung, die damit Drucksollwerte für die Vorderachse, die Hinterachse und das Anhängersteuerventil berechnet. Der Drucksollwert der

Vorderachse wird mit dem gemessenen Istwert verglichen und vorhandene Differenzen werden mit Hilfe des Proportionalrelaisventils ausgeregelt. Ähnlich erfolgt die Aussteuerung des Anhängersteuerdruckes. Zusätzlich werden die Radgeschwindigkeiten ausgewertet, um bei Blockierneigung durch Modulation der Bremsdrücke in den Bremszylindern eine ABS-Regelung durchzuführen. Das Zentralmodul tauscht mit dem Achsmodulator (bei 6S/6M-Systemen mit den Achsmodulatoren) Daten über den EBS-Systembus aus. Elektrisch gebremste Anhänger werden über eine Datenschnittstelle nach ISO 11992 angesteuert. Das Zentralmodul kommuniziert mit anderen Systemen (Motorregelung, Retarder usw.) des Motorwagens über einen Fahrzeugdatenbus.

Das Zentralmodul ist verfügbar in unterschiedlichen Abwandlungen:

- Systemkonfigurationen 4S/3M - 4S/4M - 6S/6M
- elektronische ASR-Motorregelung über Fahrzeugdatenbus nach CAN- oder SAE-Spezifikationen
- kundenspezifische Diagnosefunktionen gemäß ISO-Standard oder SAE-Spezifikation bzw. Keyword 2000
- parametrierbare Sonderfunktionen, wie z. B. Dauerbremsintegration, Easy Hill Start Funktion, Low Air Schalter, zuschaltbare Funktionen wie ABS Geländefunktion und ASR Traktionsfunktion

3.2.2 Bremswertgeber:

WABCO Nr. 480 001 ... 0 und 480 002 ... 0

Der Bremswertgeber dient zur Erzeugung von elektrischen und pneumatischen Signalen zum Be- und Entlüften des elektronisch geregelten Bremssystems. Das Gerät ist zweikreisig pneumatisch und zweikreisig elektrisch aufgebaut. Der Betätigungsbeginn wird durch einen Doppelschalter elektrisch registriert. Der Weg des Betätigungsstößels wird sensiert und als elektrisches Signal pulsweitenmoduliert ausgegeben. Weiterhin werden die pneumatischen Redundanzdrücke in den Kreisen 1 und 2 angesteuert. Dabei wird der Druck des 2. Kreises geringfügig zurückgehalten. Über einen zusätzlichen Steueranschluss kann ferner die pneumatische Kennlinie des 2. Kreises beeinflusst werden. Bei Ausfall eines Kreises (elektrisch oder pneumatisch) bleiben die anderen Kreise funktionstüchtig.

Zur Erfüllung der Anforderung gemäß des Absatzes 5.2.1.27.1 der ECE-R13 wird bei Betätigung des Bremswertgebers (und damit Aktivierung des elektrischen Doppelschalters) auch bei abgestellter Zündung das gesamte Bremssystem mit Strom versorgt.

Der Bremswertgeber ist verfügbar in unterschiedlichen Abwandlungen:

- verschiedene Kennlinien
- verschiedene Anschlussgewinde
- stehende und hängende Pedale

3.2.3 Proportional-Relaisventil: WABCO Nr. 480 202 ... 0

Das Proportional-Relaisventil wird im elektronisch geregelten Bremssystem als Stellglied zum Aussteuern der Bremsdrücke an der Vorderachse eingesetzt.

Es besteht aus Proportional-Magnetventil, Relaisventil und Drucksensor. Die elektrische Ansteuerung und Überwachung erfolgt durch das Zentralmodul.

Der von der Elektronik vorgegebene Steuerstrom wird mittels des Proportional-Magnetventils in einen Steuerdruck für das Relaisventil umgesetzt. Der Ausgangsdruck des Proportional-Relaisventil ist proportional zu diesem Druck. Die pneumatische Ansteuerung des Relaisventils erfolgt durch den redundanten (unterstützenden) Druck des Bremswertgebers.

Das Proportional-Relaisventil ist verfügbar in unterschiedlichen Abwandlungen:

- verschiedene Anschlussgewinde
- verschiedene Kennlinien

3.2.4 Redundanzventil: WABCO Nr. 480 205 ... 0

(nur für 2p/1e-EBS)

Das Redundanzventil dient zur schnellen Be- und Entlüftung der Bremszylinder an der Hinterachse im Redundanzfall und besteht aus mehreren Ventileinheiten, die u.a. folgende Funktionen erfüllen müssen:

- 3/2-Wegeventilfunktion zur Zurückhaltung der Redundanz bei intaktem elektropneumatischen Bremskreis

- Relaisventilfunktion, um das Zeitverhalten der Redundanz zu verbessern,
- Druckrückhaltung, um im Redundanzfall den Beginn der Druckaussteuerung an Vorder- und Hinterachse zu synchronisieren

Das Redundanzventil ist verfügbar in unterschiedlichen Abwandlungen:

- verschiedene Anschlussgewinde
- verschiedene Kennlinien (z. B. zur Druckreduzierung der Hinterachse)

3.2.5 Achsmodulator:

WABCO Nr. 480 103 ... 0

Der Achsmodulator regelt den Bremszylinderdruck auf beiden Seiten einer oder mehrerer Achsen.

Er verfügt über zwei pneumatisch unabhängige Druckregelkanäle (Kanäle A und B) mit jeweils einem Belüftungs- und Entlüftungsventil, jeweils einem Drucksensor und einer gemeinsamen Regelelektronik. Die Vorgabe der Solldrücke und die externe Überwachung erfolgt durch das Zentralmodul.

Zusätzlich werden die Radgeschwindigkeiten der entsprechenden Achse über zwei Drehzahlsensoren erfasst und ausgewertet. Bei Blockier- oder Durchdrehneigung wird der vorgegebene Sollwert modifiziert. Der Anschluss von zwei Sensoren zur Ermittlung des Belagverschleißes ist optional möglich.

Bei der Systemvariante 2p/1e-EBS verfügt der Achsmodulator über einen zusätzlichen Anschluss für einen redundanten pneumatischen Bremskreis. Ein Zwei-Wege-Rückschlagventil pro Seite steuert den höheren der beiden Drücke (elektropneumatisch oder redundant) zum Bremszylinder durch.

Der Achsmodulator ist verfügbar in unterschiedlichen Abwandlungen:

- verschiedene Anschlussgewinde

3.2.6 Anhängersteuerventil:

WABCO Nr. 480 204 ... 0

Das Anhängersteuerventil wird im elektronisch geregeltem Bremssystem als Stellglied zum Aussteuern der Kupplungskopfdrücke eingesetzt.

Das Anhängersteuerventil besteht aus Proportional-Magnetventil, Relaisventil, Abrissicherungsventil und Drucksensor. Die elektrische Ansteuerung und Überwachung erfolgt durch das Zentralmodul.

Der von der Elektronik vorgegebene Steuerstrom wird mittels des Proportional-Magnetventils in einen Steuerdruck für das Relaisventil umgesetzt. Der Ausgangsdruck des Anhängersteuerventils ist proportional zu diesem Druck.

Die pneumatische Ansteuerung des Relaisventils erfolgt durch den redundanten Druck des Bremswertgebers und den Ausgangsdruck des Handbremsventils.

Das Anhängersteuerventil ist verfügbar in unterschiedlichen Abwandlungen:

- verschiedene Anschlussgewinde

3.2.7 Sensoren**3.2.7.1 Raddrehzahlsensoren:**

induktive Drehzahlsensoren - WABCO Nr. 441 032 ... 0

**3.2.7.2 Achslastsensoren:
(Balgdrucksensoren)**

wahlweise
bei Fahrzeugen mit Luftfederung
WABCO Nr. 441 040 ... 0

3.2.7.3 Bremsbelagverschleißsensoren:

wahlweise
nach WABCO Spezifikation Nr. 884 903 886 0

3.2.8 ABS-Magnetventile:

Elektrisch betätigte Drucksteuerventile mit den Funktionen Druckaufbau, -halten und -abbau
WABCO-Nr.: 472 195 ... 0;

Die ABS-Magnetventile sind verfügbar in unterschiedlichen Abwandlungen:

- verschiedene Anschlussarten
- Entlüftung mit zusätzlicher Geräuschkämpfung für lärmgeminderte Fahrzeuge oder mit Stutzen für wasserdichte Kraftfahrzeuge

**3.3 Elektrische Verbindungen
zu elektronischen Systemen****3.3.1 innerhalb des Kfz:**

Zur Kommunikation mit weiteren Fahrzeugsystemen (Motor, Getriebe, Retarder) verfügt das Zentralmodul über eine Datenbusschnittstelle nach SAE J 1939 oder SAE J 1922.

3.3.2 zum Anhängefahrzeug:

Für die Kommunikation mit elektrischen Bremssystemen in Anhängefahrzeugen verfügt das Zentralmodul über eine elektrische Datenschnittstelle nach ISO 11992. Die Verbindung erfolgt über den 7-poligen Stecker nach ISO/DIS 7638-1996 Teil 1 (24 V) bzw. Teil 2.

3.4 Optisches Warnsignal:

Warnsignal gemäß den Vorschriften der ECE-Regelung Nr. 13, Abschnitt 5.2.1.29

Farbe:

gelb und/oder rot*

Das rote Warnsignal wird bei Fehlern angesteuert, bei der eine Reduzierung der vorgeschriebenen Bremswirkung vorliegen kann.

Das gelbe Warnsignal wird bei Fehlern angesteuert, bei der ein Fehler ohne Reduzierung der vorgeschriebenen Bremswirkung vorliegt.

* Fehler im Anhängerbremssystem, die über die Datenschnittstelle nach ISO 11922 über die Pins 6/7 an das Kraftfahrzeug gesendet werden, führen zu einer Anzeige des roten Warnsignals.

3.5 Warnsignalsequenz:**Bei Fahrzeugstillstand:**

- Aufleuchten der Warneinrichtung nach „Zündung an“.
- Falls kein aktueller Fehler erkannt wurde, Erlöschen der Warneinrichtung nach ca. 3 s.
- Wurde ein aktueller Fehler erkannt, z.B. Sensorfehler, bleibt die Warneinrichtung an.

Bei Fahrbetrieb $v \geq 7$ km/h:

- Auf- bzw. Weiterleuchten der Warneinrichtung, falls ein aktueller Fehler erkannt wurde.

Dynamische Fehler (Memory Funktion):

- Bei Fehlern, die nur während des Fahrbetriebs oder bei Betätigung der Betriebsbremse erkannt werden können (sogenannte dynamische Fehler), erfolgt neben der Aktivierung der Warneinrichtung zusätzlich eine Speicherung des Fehlers (Setzen eines Memory-Bits; s. ECE-R13 - Abs. 5.2.1.29.5). Ist das Memory-Bit gesetzt, bleibt beim nächsten Einschalten des Fahrschalters auch nach Ablauf von 3 s das Warnsignal eingeschaltet (Memory-Funktion). Das Warnsignal wird erst ausgeschaltet, wenn der fehlerfreie Betrieb des Systems festgestellt wird.

3.6 Diagnose:

Für eine schnelle und effiziente Fehlersuche ist das Zentralmodul mit einer Diagnoseschnittstelle entsprechend ISO 9141, ISO 14230 (KWP 2000) oder SAE J 1587, wahlweise auch mit anderen herstellerspezifischen Schnittstellen ausgestattet.

Des Weiteren ist eine einfache externe Diagnose über eine Blinkleuchte mittels Blinkcode (z. B. ASR-INFORMATIONSLAUCHTE) möglich.

Das Zentralmodul enthält einen nichtflüchtigen Speicher, in dem alle Informationen über aufgetretene Fehler auch nach dem Abschalten der Stromversorgung erhalten bleiben.

4 Funktionsweise:

Das EBS kann elektrisch über den Fahrschalter (Klemme 15) oder durch Betätigen des Bremswertgebers mittels der integrierten Bremsschalter eingeschaltet werden.

Der gemessene Weg des Bremspedals wird als Sollverzögerung interpretiert und vom Zentralmodul unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien in Solldruckvorgaben für die Vorderachse, die Hinterachse(n) und das Anhängfahrzeug umgerechnet.

Die Sollwertvorgabe für den Achsmodulator wird über einen Systembus vom Zentralmodul gesendet. Der Achsmodulator regelt und erfasst die Bremsdrücke der linken und rechten Radbremse der Hinterachse. Der Bremsdruck der Vorderachse wird vom Zentralmodul über das Proportional-Relaisventil mit integriertem Drucksensor geregelt.

Die Drehzahlen der Räder werden über die vom ABS-System bekannten Sensoren erfasst und dienen u. a. als Eingangsgröße für die Drucksteuer-Regelalgorithmen, für die ABS-Funktion und für die ASR-Funktion.

Um eine Verschleißregelung durchzuführen, sensieren Bremsbelagverschleißsensoren den Verschleißzustand der Bremsbeläge an den einzelnen Radbremsen. Die Verschleißsensorsignale der Vorderachse werden vom Zentralmodul erfasst, die der Hinterachse vom Achsmodulator.

Signalaufbereitung und Fehlerüberwachung für die Hinterachse erfolgen im Achsmodulator, so dass anschließend die Sensorwerte via Datenbus dem Zentralmodul zur Verfügung gestellt werden können.

4.1 Verzögerungsregelung:

Die Verzögerungsregelung dient der Anpassung des Bremsdruckniveaus an den Abbremsungswunsch des Fahrers (angegeben als z in %).

Bei gleicher Pedalbetätigung wird das Fahrzeug unabhängig vom Beladungszustand stets gleichstark abgebremst.

Um bei einer etwaigen Veränderung des Reibungskoeffizienten an einer Radbremse (z. B. Fading bei Bergabfahrt) den Fahrer die Verschlechterung auch subjektiv spüren zu lassen, beendet die Verzögerungsregelung jegliche Adaption, wenn ein vorgegebenes, fixes Maximum erreicht wird.

Zum Umfang der Verzögerungsregelung zählt weiterhin eine Adaption an die Bremsenhysterese. Bei jedem Lösen der Bremse werden die Löseschritte so gewählt, dass sich eine sofortige Bremskraftveränderung einstellt. Diese Funktion bewirkt ein schnellstmögliches Lösen der Bremsen, d. h. Pkw-Feeling.

- 4.2 Dauerbremsintegration:** Zur Minimierung des Bremsenverschleißes können Dauerbremsen wie Retarder automatisiert in die Bremsungen integriert werden. Die meisten Bremsungen können so ohne Aktivierung der Radbremsen durchgeführt werden.
- 4.3 Bremskraftverteilung:** Die Verteilung der Bremskräfte auf Vorder- und Hinterachse ist u. a. abhängig von den im Programmumfang "Verzögerungsregelung" gemachten Vergleich von Ist- und Sollwert der Fahrzeugverzögerung. Die Regelgrößen sind hier die Radgeschwindigkeiten, die über die Drehzahlsensoren erfasst werden. Die Auswertung der Rad-drehzahlsensoren ergibt den Differenzschlupf zwischen Vorder- und Hinterachse(n). Bei einer optimalen Bremskraftverteilung entsteht im Idealfall kein Differenzschlupf zwischen den Achsen des Zugfahrzeuges. Der Druck an Vorder- und Hinterachse(n) wird so geregelt, dass der Differenzschlupf ungefähr Null ist.
- Aufgrund des vorgenannten Regelprinzips entfallen die Angaben für einen automatischen lastabhängigen Bremskraftregler (vgl. Diagramm 5 der Anlage zu Anhang II der Richtlinie 98/12/EG. bzw. Anhang 10 der ECE-Regelung Nr. 13.
- 4.4 Koppelkraftregelung:** Absatz 5.2.1.28.6 wird erfüllt, indem das System die Verzögerungsanteile von Betriebsbremsanlage und Dauerbremsanlage ermittelt. Die Koppelkraftregelung berücksichtigt ausschließlich den Verzögerungsanteil der Betriebsbremsanlage. Die Bremskraft der Dauerbremsanlage kommt anteilmäßig in Form von Koppelkraft auch dem Anhängfahrzeug zugute.
- Siehe auch nachfolgenden Abs. 4.5
- 4.5 Anhängersteuerung:** Die Anhängeransteuerung erfolgt sowohl elektrisch über die Motorwagen-Anhängerschnittstelle (ISO 11992) als auch pneumatisch über das elektropneumatische Anhängersteuerventil. Die Abbremsung im Motorwagen liegt zunächst in der Mitte vom EG Abbremsungsband. Bei gleichzeitiger Bandmittenlage des Anhängers entstehen keine Koppelkräfte. Weicht der Anhänger von der Bandmittenlage ab, erkennt das die Motorwagenelektronik aufgrund des Programmteiles Verzögerungsregelung und steuert den Anhängersteuerdruck entsprechend nach.

Eine möglicherweise höhere Ansprechschwelle der Anhängerbremsen wird durch einen entsprechenden Inshot kompensiert. Der Druckeinschuss (Inshot) in die Bremsleitung (gelb) des Anhängers geschieht bei Beginn der Bremsung mit ca. 2 bar. Die meisten der heute bekannten Probleme werden mit diesem Ansatz gelöst.

4.6 ABS-Funktion:

Die Regellogik erkennt aus dem Drehzahlverhalten der Räder, ob ein oder mehrere Räder "Blockierneigung" zeigen und entscheidet, ob der zugehörige Bremsdruck gesenkt, gehalten oder erhöht werden soll. Die Räder der Hinterachse werden unabhängig voneinander in ihrem optimalen Bereich geregelt (Individual-Regelung).

Bei mehrachsigen Fahrzeugen mit 4S/4M-System erfolgt eine seitenweise Mitsteuerung der nichtsensierten Räder.

Auf Straßen mit extrem unterschiedlichen Reibwerten zwischen rechter und linker Seite werden Fahrzeuge durch den unterschiedlichen Bremskraftaufbau im ABS-Fall (Giermomententwicklung) nicht oder nur schwer beherrschbar.

Aus diesem Grund wird der Bremsdruck der Vorderachsbremsen im ABS-Fall derart geregelt, dass dem Fahrer eine Lenkreaktion ermöglicht wird (modifizierte Individualregelung - MIR bzw. modifizierte Achsregelung - MAR).

Wenn es bei Betätigung der Dauerbremse auf niedrigen Reibwerten zu einer Blockierneigung der Antriebsräder kommt und damit ein instabiler Fahrzeugzustand droht, wird über den Fahrzeug-CAN-Bus oder optional über ein Relais eine ABS-Dauerbremsabschaltung durchgeführt, damit die Fahrstabilität gewährleistet bleibt.

Wahlw. ABS-Geländeschalter (N₂/N₃-Fahrzeuge)

Bei Betätigung des ABS-Geländeschalters wird die ABS-Funktion abgeschaltet und durch das Warnsignal nach Absatz 3.4 angezeigt.

4.7 ASR-Funktion:

Erkennt der elektronische Regler eine im Vergleich zur Fahrzeuggeschwindigkeit zu hohe Geschwindigkeit der Antriebsräder ("Durchdrehen"), setzt die Antriebschlupfregelung (ASR) ein. Sie verfügt über zwei Eingriffsmöglichkeiten:

- Bremskraftregelung
- Regelung des Antriebsmoments

Sobald eine Regelung der ASR einsetzt, wird dies dem Fahrer über eine Funktionsleuchte angezeigt.

4.7.1 Bremskraftregelung

Neigt ein Antriebsrad zu stärkerem Durchdrehen, wird vom Achsmodulator Druck in den/die entsprechenden Bremszylinder eingesteuert.

Durch das zusätzliche Bremsmoment am durchdrehenden Rad kann am anderen Antriebsrad ein entsprechend höheres Antriebsmoment übertragen werden (Differentialbremswirkung).

4.7.1.1 Abschaltung

Das Unterschreiten eines vorgegebenen Vorratsdrucks wird über einen low-air-Schalter oder über den Fahrzeugdatenbus an das Zentralmodul gemeldet und führt zur Abschaltung der Bremskraftregelung (s. a. Hinweis zu Absatz 6.1)

Die Einstellung/Auswahl des low-air Schalters bzw. das Setzen der entsprechenden CAN Botschaft muss so vorgenommen werden, dass die Anforderungen des Anhang I / 2.2.1.16 der EU-Richtlinie 71/320/EWG bzw. 5.2.1.16 der ECE-R 13 eingehalten werden.

4.7.2 Regelung des Antriebsmoments (Motorregelung)

Die Regelung des Antriebsmoments greift ein, wenn beide Antriebsräder eine geschwindigkeitsabhängige Schlupfschwelle überschreiten. Neigt ein Rad bei seitenweise unterschiedlichen Haftwerten sehr stark zum "Durchdrehen", dann setzt auch hier die Motorregelung ein und unterstützt die Bremskraftregelung. Das Antriebsmoment wird über den Fahrzeugdatenbus und die Motorelektronik so reduziert, dass die Antriebsräder in einem Schlupfbereich laufen, der optimale Traktion und gute Seitenführung gewährleistet.

4.7.3 Erweiterte ASR-Funktion: Für zusätzlichen Traktionsgewinn bei entsprechenden Fahrbahnen, z.B. Tiefschnee, kann die ASR Funktion - parametrierbar – entweder mit modifizierter Logik (höhere Schlupfschwellen) regeln oder aber ganz abgeschaltet werden. Die Um-bzw. Abschaltung erfolgt über einen Schalter und wird dem Fahrer durch eine blinkende ASR-Funktionsleuchte angezeigt.

4.8 Schleppmomentenregelung: Das Bremsmoment des Antriebsstrangs, insbesondere das Motorschleppmoment, kann auf niedrigem Reibwert zu hohem Bremsschlupf der Antriebsräder und zu entsprechend verminderter Stabilität des Fahrzeugs führen. Über den Fahrzeugdatenbus und die Motorelektronik wird das Motorschleppmoment vermindert (durch „Gas geben“) bis ein stabiler Fahrzustand erreicht ist.

4.9 Bremsbelagverschleißregelung: Bei unkritischer Bremsung wird in Abhängigkeit der vorliegenden Verschleißsignale, d. h. einem erfassten Verschleißunterschied zwischen Vorder- und Hinterachse die Bremsdruckverteilung achsweise angepasst. Der Druck der höher verschlissenen Radbremsen wird geringfügig zurückgenommen, der Druck der weniger verschlissenen Radbremsen um ein adäquates Maß erhöht, so dass die vom Fahrer geforderte Gesamtabbremmung sich nicht verändert.

5 Prüfungen

5.1 Prüfumfang Das EBS wurde insbesondere gemäß Anhang X der EU-Richtlinie 71/320/EWG und Anhang 13 der ECE-R13 hinsichtlich der Vorschriften über Antiblockiersysteme und den besonderen Anforderungen an EBS-Fahrzeuge gemäß den Vorschriften der ECE-Regelung Nr. 13 / 09 (Ergänzung 5) mit den im Abschnitt 5.2. aufgeführten Prüffahrzeugen geprüft.

Es wurde geprüft:

- Energieverbrauch
- Kraftschlussausnutzung
- Bremsverhalten
 - a) bei plötzlicher Vollbremsung auf Fahrbahnen mit hohem und niedrigem Reibwert
 - b) beim Reibwertübergang (μ -Sprung) hoch/niedrig
 - c) beim Reibwertübergang (μ -Sprung) niedrig/hoch
 - d) bei split- μ -Bedingungen (Stabilität, Bremswirkung)
- Anforderungen gemäß Anhang 17 ECE-R13 (u. a. Übereinstimmung mit der ISO Norm 11992)
- Sicherheitstechnische Beurteilung des elektronischen Steuergerätes hinsichtlich:
- Prüfung der Entwicklungssystematik und des Sicherheitskonzepts
- Fehlererkennung und Fehlermaßnahmen
- Betriebs- und Umgebungseinflüsse (u.a. elektro-magnetische Verträglichkeit)

5.2 Daten der Versuchsfahrzeuge: siehe Anhang 2

5.3 Angaben zur Prüfstrecke

5.3.1 Fahrbahn mit hohem

Kraftschluss: Asphalt trocken (teilw. feucht) und Asphalt nass*

* bei Messungen zur K-Wert-Bestimmung für die split- μ -Messungen, s. a. 5.3.3

5.3.2 Fahrbahn mit niedrigem

Kraftschluss: Blaubasalt nass

Der Wert R gemäß ECE-Regelung Nr. 13, Anhang 13, Anlage 4 bzw. RL 71/320/EWG Anhang X, Anlage 4 beträgt 1,125 (gemäß Testbericht des IPW (Ingenieurgemeinschaft Prof. Dr.-Ing. Weber GmbH) vom 03.08.1998)

5.3.3 Fahrbahn bei split- μ -Tests: Blaubasalt nass und Asphalt nass

5.4 Messeinrichtungen für:

Fahrgeschwindigkeit und Ver-

zögerungszeit: WABCO-Messrad

Radgeschwindigkeit: Impulsgeber an allen Rädern mit WABCO-Messelektronik

Lenkwinkel: Potentiometer

Bremsdrücke: STS Drucksensoren, Klasse 0,5

Behälterdruck: STS Drucksensoren, Klasse 0,5

Temperatur (ASR): Digitales Handmessgerät

Datenerfassung: Stemmer-Messrechner (Szm) bzw. Kontron-Messrechner (Lkw)

5.5 Prüfergebnisse**5.5.1 Energieverbrauch:** siehe Anhang 3.1**5.5.2 Kraftschlussausnutzung:** siehe Anhang 3.2**5.5.3 Zusatzprüfungen:** siehe Anhang 3.3**5.5.4 Prüfung der ASR:** siehe Anhang 3.4**5.5.5 Prüfung ECE-Anhang 17:** siehe Anhang 4**5.5.6 Sicherheitstechnische Beurteilung:** siehe Anhang 5**6 Hinweise für den amtlich anerkannten Sachverständigen**

Bei der Abnahme von Kraftfahrzeugen nach § 20 und § 21 StVZO ist zu prüfen:

6.1 Einbau

- Der Einbau der EBS-Anlage muss entsprechend den Anweisungen des Herstellers erfolgen (siehe Produktspezifikationen der Einzelkomponenten).

- EBS-Systeme (Ausführungsbeispiele) gemäß Anlage 1

Die dargestellten EBS-Systeme geben beispielhaft mögliche Ausrüstungsvarianten wieder, die im einzelnen je nach Achsaggregat, Achslast und Bremsbestückung in Absprache mit dem Fahrzeug- bzw. EBS-Hersteller festzulegen sind.

- Der Einbau der System-Komponenten ist gemäß den Angaben im Abschnitt 3 zu überprüfen.

- Verkabelung:

Die ordnungsgemäße Funktion des EBS ist nur sichergestellt, wenn die einzelnen Komponenten richtig verkabelt sind. Zur Überprüfung sollte ein geeignetes Diagnosehilfsmittel (z.B. WABCO Diagnostic Controller), das der Fahrzeug- oder EBS-Hersteller auf Anforderung bereitzustellen hat, verwendet werden.

- Abschaltung der ASR Funktion gemäß 4.7.1.1

6.2 Funktion

- Die Elektronik des EBS ist mit einer integrierten Sicherheitsschaltung ausgerüstet, die die Funktion der Anlage prüft und Fehler durch ein Warnsignal anzeigt. Es genügt daher, die Funktion dieser Warnleuchte zu prüfen.
- Die Warnsignalsequenz muss dem Abschnitt 3.5 entsprechen.
- In den Bremszylindern wird bei stehendem Fahrzeug der volle Bremsdruck angesteuert, wenn bei ausgeschalteter Zündung die Betriebsbremsanlage voll betätigt wird. Damit kann auch bei leerem Fahrzeug die maximale Bremskraft erzeugt werden (vergleiche ECE-R13, Absatz 5.1.4.4).

6.3 Begutachtung von Fahrzeugtypen gemäß § 20 StVZO oder im Rahmen internationaler Genehmigungen gemäß EU-Richtlinie 71/320/EWG bzw. ECE-R13.

- a) Es wird empfohlen, im Rahmen der Typprüfung von Kraftfahrzeugen (soweit die Ergebnisse dieses Berichtes übertragbar sind) mit dem „Motorwagen EBS“ auf diesen Technischen Bericht zurückzugreifen.
- b) Darüber hinaus sind im Rahmen dieser Begutachtung auch die speziellen Anforderungen an „EBS-Kraftfahrzeuge“ (siehe ECE-Regelung Nr. 13/09 Ergänzung 5) positiv überprüft worden.

6.4 Begutachtung von Fahrzeugen bei Einzelabnahmen gemäß § 21 StVZO

Im Rahmen einer Einzelabnahme bei einer Technischen Prüfstelle ist die Durchführung der fahrzeugspezifischen Wirkungsprüfungen des Anhangs X der EG Richtlinie 71/320/EWG bzw. des Anhangs 13 der ECE-R 13 kaum möglich.

Dieser Technische Bericht dient zur Beurteilung der Einhaltung aller ABS-spezifischen Anforderungen des Anhangs X (EG) bzw. 13 (ECE).

Der Einbau ist gemäß den Angaben im Absatz 6.1 zu überprüfen. Bei nachträglichem Einbau sollte die Bescheinigung einer anerkannten Fachwerkstatt über den sachgerechten Einbau vorliegen. Es genügt dann, nur die Funktion gemäß Absatz 6.2 zu prüfen.

7 Prüfunterlagen

Bei der Prüfung lagen vor:

- Systembeschreibung
- Produktspezifikationen
- Blockschaltbild des elektronischen Steuergerätes
- Sensorzeichnungen und Einbaurichtlinien
- Zeichnungen der Komponenten
- Stromlaufpläne
- Diagnosebeschreibung
- Darstellung der wechselseitigen Überwachungen
- Unterlagen der einzelnen Planungs- und Realisierungsphasen
- Softwaredokumentation (zur Einsicht)
- Hardwaredokumentation (zur Einsicht)
- System FMEA's (zur Einsicht)
- ECU FMEA's (zur Einsicht)
- Test Report Nr. 683 - 142 - 00 - 49 vom 26.10.2000

8 Anhänge (Prüfergebnisse and zusätzliche Berichtsinformationen)

- 1 Abkürzungen & Symbole
- 2 Daten Prüffahrzeuge
- 3.1 Energieverbrauch
- 3.2 Kraftschlussausnutzung
- 3.3 Zusatzprüfungen
- 4 Anforderungen gemäß der Anhänge 16 und 17 der ECE-R13
- 5 Sicherheitstechnische Beurteilung des elektrisch/elektronischen Teiles des EBS

9 Anlagen (Herstellerinformationen)

- 1 Einbauschemata / Systemvarianten (Ausführungsbeispiele)
- 2 Muster Bremsschemata
- 2.1 3-Achs-Lkw, 6x4 mit EBS 2p/1e, 6S/6M - 841 000 450 0
- 2.2 2-Achs-Szm, 4x2 mit EBS 1p/1e, 4S/4M - 841 000 451 0
- 2.3 3-Achs-Lkw, 6x2 mit EBS 2p/1e, 4S/3M - 841 000 452 0

9 Zusammenfassung

Das elektronische Bremssystem vom Typ Motorwagen EBS erfüllt in den geprüften Fahrzeugen die Anforderungen des Anhangs X der EG-RL 71/320/EWG in der Fassung der EG-RL 98/12/EG bzw. Anhangs 13 der ECE-Regelung Nr. 13/09 (Ergänzung 5) an **ABS der Kategorie 1**.

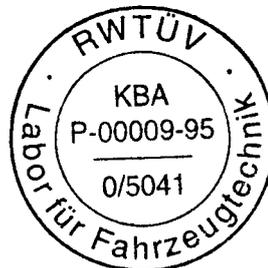
Die speziellen Anforderungen an „EBS-Kraftfahrzeuge“ (siehe ECE-Regelung Nr. 13/09 Ergänzung 5) wurden in den geprüften Fahrzeugen positiv überprüft.

Aufgrund der Konzeption des EBS und der Prüfergebnisse kann erwartet werden, dass bei anderen Kraftfahrzeugen gemäß dem angegebenen Verwendungsbereich diese Anforderungen ebenfalls erfüllt werden.

Essen, 20.03.2001

Auftr.-Nr. 200 127 76

LABOR FÜR FAHRZEUGTECHNIK
Institut für Fahrzeugtechnik
Technischer Dienst für Bremsanlagen



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Gaupp".

Dipl.-Ing. W. Gaupp