

 **TÜV-Gutachten**
für Lastkraftwagen
und Omnibusse
ABS/ASR „D“-Generation

 Ausgabe Januar 1997



© Copyright WABCO 1997

WABCO
Fahrzeugbremsen

Ein Unternehmensbereich
der WABCO Standard GmbH

Technischer Bericht Nr. EB 111.0

über einen Automatischen Blockierverhinderer für Kraftfahrzeuge

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 bzw. ECE-R 13.

1 Allgemeines

- 1.1 **Hersteller:** WABCO Fahrzeugbremsen
Am Lindener Hafen 21
30453 Hannover
- 1.2 **Antragsteller:** s. 1.1
- 1.3 **System:** WABCO-ABS/ASR-D
- 1.4 **Systemvariante(n):** D-CAB und D-BASIC
- 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.
- Nachfolgende Konfigurationen nur mit Systemvariante D-CAB:**
- 6S/3M**, 6 Sensoren und 3 Modulatoren
Für mehrachsige Kraftfahrzeuge, wobei eine Achse mit einem Achsregelsystem (MAR) und zwei andere Achsen mit einer seitenweisen Regelung (MSR) ausgerüstet werden können.

* Die in diesem Bericht nicht voll spezifizierten WABCO-Nummern deuten an, daß Abwandlungen der aufgeführten Geräte/Komponenten möglich sind, die jedoch keinen Einfluß auf die Funktion und Wirkung hinsichtlich der vorgenommenen Begutachtung haben.

6S/4M, 6 Sensoren und 4 Modulatoren

Für mehrachsige Kraftfahrzeuge, wobei eine Achse mit modifizierter Individualregelung (MIR) und zwei andere mit einer modifizierten seitenweisen Regelung (MSR) 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.

6S/4M+1M, 6 Sensoren und 5 Modulatoren

Für mehrachsige Kraftfahrzeuge, wobei die eine Achse mit einer modifizierten Individualregelung (MIR), eine zweite mit einer Individualregelung (IR) und eine dritte Achse mit einem Achsregelsystem (MAR) ausgerüstet werden können.

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

Nichtsensierte Achsen bzw. Räder können von direkt geregelten Achsen bzw. Rädern mitgesteuert werden.

2 Verwendungsbereich

2.1 Fahrzeuge: mehrachsige Kraftfahrzeuge der Klassen M und N gemäß der EU-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-R 13, wahlweise mit Automatisch Lastabhängiger Bremskraftregelung (ALB)

Beispiele siehe Schemata in Anlage 2

2.3 Räder und Bereifung:

Einfach- und Doppelbereifung

Für Elektroniken mit Teile-Nrn.:

6S/... 446 003 400 0 bis 446 003 599 0

4S/... 446 004 300 0 bis 446 004 599 0

Die maximal zulässige Abweichung der Nenn-Abrollumfänge beträgt 14 %, bezogen auf die Vorderachse. Die Nenn-Abrollumfänge kann WABCO durch Parametrieren der Elektronik anpassen (siehe auch 3.2.2, parametrierbare Sonderfunktionen).

* siehe Anlage 5

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:

- Automatischer Blockierverhinderer (ABS) mit Antriebs-schlupf-Regelung (ASR) und wahlweise mit Geschwindigkeitsbegrenzerfunktion (GB_{Prop})

- elektronisch pneumatische Regelung in mehrkanaliger Bauweise, bestehend aus Sensoren, einem elektronischen Regler und Magnetventilen

- weitere Angaben siehe Abschnitt 1.5

3.2 Bauteile

3.2.1 Sensoren:

induktive Sensoren (Befestigung z. B. in Klemmbuchsen)

WABCO-Nrn.: 441 032 ... 0 (Sensor)

899 760 510 4 (Klemmbuchse)

899 759 815 4 (Klemmbuchse)

3.2.2 Regler (Auswerteglied):

Elektronischer Regler in Digitaltechnik mit Mikroprozessoren und integrierter Sicherheitsschaltung

Kennzeichnung:

WABCO Nrn.:

$\left. \begin{array}{l} 4S/3M \\ 4S/4M \end{array} \right\} 446\ 004\ 300\ 0 \text{ bis } 446\ 004\ 599\ 0$

Nachfolgende Elektroniken nur mit Systemvariante D-CAB:

$\left. \begin{array}{l} 6S/3M \\ 6S/4M \\ 6S/6M \\ 6S/4M + 1M \end{array} \right\} 446\ 003\ 400\ 0 \text{ bis } 446\ 003\ 599\ 0$

in unterschiedlichen Abwandlungen für

- Regelsysteme 4S/_M bis 6S/_M bzw. 6S/4M + 1M
- Versorgungsspannung 24 V oder 12 V
- elektronische ASR-Motorregelungsschnittstellen bzw. Fahrzeugdatenbus nach CAN oder SAE-Spezifikationen
- kundenspezifische Diagnosefunktionen gemäß ISO-Standard oder SAE-Spezifikation bzw. Keyword 2000
- parametrierbare Sonderfunktionen, wie z. B. Warnleuchtensequenz, Reifenabgleich (Abrollumfangstoleranzen bis maximal $\Delta 14\%$ möglich), ASR an/aus - Wahl des Einspritzpumpenreglers RQ/RQV

3.2.3 ABS-Magnetventile (Stellglieder):

Elektrisch betätigte Drucksteuerventile mit den Funktionen Druckaufbau, -halten und -abbau

WABCO-Nr.: 472 195 ... 0;

je ein Drucksteuerventil nahe den geregelten Rädern installiert in unterschiedlichen Abwandlungen für

- Versorgungsspannung 24 V oder 12 V
- Anschlußarten:
 - metrisch, NPTF, Parker, Voss o. ä.
- 3-polige Steckverbindung
 - metrisch, Bajonett, kundenspezifisch

- Entlüftung mit zusätzlicher Geräuschdämpfung für lärmgeminderte Fahrzeuge oder mit Stutzen für wasserdichte Kraftfahrzeuge

3.2.4 ASR-Zusatzeinrichtungen (wahlweise)

- Differentialbremsventile: 472 124 ... 0
472 126 ... 0
472 133 ... 0
472 170 ... 0
472 224 ... 0* } *Doppelventil (geblockte Bauweise)
472 270 ... 0* }
- Stellzylinder: 421 441 ... 0
421 442 ... 0
- Leerlaufanschlagzylinder: 421 444 ... 0
- Magnetventil für die Motorregelung: 472 250 ... 0
- elektrische Stellglieder: z.B. Linearsteller und Stellmotoren mit geeigneter Schnittstelle (z. B. CAN-Bus)
- elektronische Motorregelungssysteme: handelsübliche E-Gas-Systeme mit geeigneter Schnittstelle
- elektronische Dieselregelungssysteme: handelsübliche Dieselregelungssysteme mit geeigneter Schnittstelle

Weitere Angaben:

Es können auch andere ASR-Komponenten gleicher Funktion und Wirkungsweise verwendet werden.

3.2.5 Geschwindigkeitsbegrenzungseinrichtung; wahlw. GB_{Prop} (siehe auch 4.3)

Geschwindigkeitsbegrenzungseinrichtung:
elektronisch-pneumatisch-mechanisch gemäß EWG-Typgenehmigung Nr.: e1*92/24*0025*00

Typ allgemein und Handelsbezeichnung:
92/24-ABV/ASR/GB_{Prop} mit Genehmigungszeichen

e1

 000025 vom 10. November 1993

Anm.:

Elektrische Fehler in der Geschwindigkeitsbegrenzungseinrichtung werden dem Fahrzeugführer über die ASR-Funktionsleuchte - soweit vorhanden - (s. a. Abs. 3.2.7) angezeigt.

3.2.6 Elektrische Verbindung zum Anhängfahrzeug:

7-poliger Stecker nach ISO/DIS 7638-1996 Teil 1 (24 V) und Teil 2 (12 V)¹ bzw.

7-poliger Stecker nach ISO 7638-1985 (24 V) und DIN E 72570 T4 (12 V)

3.2.7 Optische Warneinrichtungen:

Farbe:

gelb/rot*: ABS-Warnleuchte (Kraftfahrzeug)

gelb*: ABS-Warnleuchte (Anhängfahrzeug)

gelb*: ASR-Funktionsleuchte (Anzeige) und ggf. GB_{Prop} (Fehlerinfo)

*Anm.: Die Farbe „gelb“ ist noch nicht vorgeschrieben, daher Abweichung möglich.

Erst ab der zukünftigen Änderungsserie 02 der ECE-Regelung Nr. 13 wird die Farbe „gelb“ vorgeschrieben.

¹ Die Stecker und Dosen nach alter (1985) und neuer ISO-Norm (1996) sind auf der Stecker- und Montageseite kompatibel. Dieser Sachverhalt wurde auch in der 39. GRRF-Sitzung der ECE-Bremsenexperten in Genf (siehe Dokument TRANS/WP.29/GRRF/39 vom 12.04 1996) bestätigt.

Darüber hinaus wurde auf der 40. Sitzung der GRRF am 11.09.1996 folgende Übereinkunft getroffen: "In view of the acceptance and imminent introduction of supplement 2 to the 09 series of amendments to regulation 13 it is accepted that connectors conforming to international standard ISO/DIS 7638:1996 may be utilised as an alternative to connectors produced according to ISO/DIS 7638:1985".

3.2.8 Warnleuchtensequenz:

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 während der letzten Fahrt gespeichertem, aber nicht aktuell vorhandenem Sensorfehler erlischt die Warnleuchte nach $v \geq 7$ km/h.

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

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

3.2.9 Diagnose:

Um eine schnelle und effiziente Fehlersuche sicherzustellen, ist das Steuergerät mit der Diagnoseschnittstelle entsprechend ISO 9141 oder SAE J1587, wahlweise auch mit anderen herstellerspezifischen Schnittstellen ausgestattet.

Des Weiteren kann eine einfache externe Diagnose über eine Blinkleuchte mittels Blinkcode (z. B. ABS-Warnleuchte) möglich sein.

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

3.2.10 Weitere Angaben:

Die oben aufgeführten elektrischen und elektronischen Bauteile sowie deren Verbindungseinrichtungen sind am Fahrzeug so angebracht, daß sie gegen Beschädigungen, Umwelt- und Witterungseinflüssen weitgehend geschützt und den betriebsüblichen Beanspruchungen gewachsen sind.

4 Funktionsweise:

An den sensierten Rädern befinden sich induktive Drehzahlimpulsgeber (Sensoren), die ein der Drehzahl des Rades proportionales elektrisches Signal erzeugen. Im elektronischen Steuergerät werden diese Signale zu lo-

gischen Steuergrößen für die Regelung des Bremsdruckes verarbeitet.

Das gesamte System überwacht sich selbst. Im Störfall werden als defekt erkannte Teile selektiv oder total abgeschaltet. Bei einer Totalabschaltung bleibt die Bremswirkung ohne ABS erhalten (siehe auch 5.5.5).

Eine erkannte Störung der ABS-Anlage wird durch ein Warnsignal im Führerhaus angezeigt.

4.1 ABS-Funktion:

- an der (den) sensierten Vorderachse(n) modifizierte Individualregelung (MIR) bzw. modifizierte Achsregelung (MAR)
- an der (den) Hinterachse(n) Individualregelung (IR) bzw. indirekte Regelung (InR) bzw. modifizierte seitenweise oder achsweise Regelung (MSR oder MAR)
- Regelung (Schwarz/Weiß) der Dauerbremsanlage (z. B. Retarder, Motorbremse)
- Liftachsenerkennung
- Schleppmomentregelung (wahlw.)
- ABS-Geländefunktion*
- ABS-Schalter*

* Anm.:

Bei Betätigung des ABS-Geländeschalters (wahlw.) wird die ABS-Funktion abgeschaltet oder auf eine spezielle Logik umgeschaltet (angezeigt durch blinkende ABS-Warnleuchte).

Seit der Änderungsserie 07 der ECE-Regelung Nr. 13 ist dieser Schalter bei Geländefahrzeugen der Fahrzeugkategorie N₃ und N₂ zulässig, wenn folgende Anforderungen erfüllt werden:

1. Es müssen die Vorschriften über die Verteilung der Bremskraft auf die Fahrzeugachsen (i. d. R. ALB erforderlich) der Anlage zu Anhang II/1.1.4.2 der EU Richtlinie 71/320/EWG bzw. Anhang 10 der ECE-R13 eingehalten werden.

2. Eine optische Warneinrichtung muß dem Fahrer anzeigen, daß das ABS abgeschaltet oder die Regello-
gik verändert worden ist. (Die vorhandene ABS-
Warnleuchte kann hierfür verwendet werden.)
3. Wenn die Zündung von "Aus-" in "Ein-"Position ge-
schaltet wird, muß das ABS automatisch wieder zu-
geschaltet oder die veränderte Regello-
gik auf die normale umgeschaltet werden.
4. Im Betriebshandbuch sind Warnungshinweise über
die Konsequenzen bei Abschaltung oder Umschal-
tung auf die Geländefunktion ("off-road condition")
des ABS aufzunehmen.
5. Der gleiche Schalter darf auch für das gezogene An-
hängfahrzeug mitverwendet werden; ein Schalter für
das Anhängfahrzeug allein ist nicht erlaubt.

4.2 ASR-Funktion:

Erkennt der elektronische Regler eine im Vergleich zur
Fahrzeuggeschwindigkeit zu hohe Geschwindigkeit der
Antriebsräder ("Durchdrehen"), setzt die Antriebs-
schlupfregelung (ASR) ein. Sie verfügt über drei Ein-
griffsmöglichkeiten:

- Bremskraftregelung
- Regelung des Antriebsmoments
- Differentialsperrensteuerung

wahlweise:

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

4.2 1. Bremskraftregelung

Neigt ein Antriebsrad zu stärkerem Durchdrehen, wird
das ASR-Bremsventil geschaltet. Dadurch wird Druck
in den/die Bremszylinder eingesteuert, der vom ABS-
Drucksteuerventil moduliert wird.

Durch das zusätzliche Bremsmoment am durchdrehen-
den Rad kann am anderen Antriebsrad ein entsprechend
höheres Antriebsmoment übertragen werden (Differen-
tialbremswirkung).

Die Bremskraftregelung wird bis ca. 35 km/h uneinge-
schränkt zugelassen. Bei höheren Geschwindigkeiten
verhindert überwiegend die Motorregelung unzulässig
hohen Antriebsschlupf.

4.2.2 Regelung des Antriebsmoments (Motorregelung)

Die Regelung des Antriebsmoments greift ein, wenn beide Antriebsräder eine geschwindigkeitsabhängige Schlupfschwelle überschreiten. Neigt ein Rad bei seitweise unterschiedlichen Haftwerten sehr stark zum "Durchdrehen", dann setzt auch hier die Motorregelung ein und unterstützt die Bremskraftregelung. Je nach Installationsart wird das Antriebsmoment über pneumatische oder elektrische Stellglieder an der Einspritzpumpe so reduziert, daß die Antriebsräder in einem Schlupfbereich laufen, der optimale Traktion und gute Seitenführung gewährleistet.

4.2.3 Erweiterte ASR-Funktion:

Umschaltbare ASR-Logik für zusätzlichen Traktionsgewinn bei entsprechenden Fahrbahnen, z.B. Tiefschnee.

4.3 Geschwindigkeitsbegrenzungseinrichtung (GB_{PROP}):

Das Steuergerät kann auf eine max. Fahrzeuggeschwindigkeit parametrierbar werden. Über die pneumatische ASR-Motorschnittstelle und die entsprechenden Stellglieder wird die Motorleistung bei Überschreiten dieses Wertes begrenzt bzw. vermindert.

5 Prüfungen

5.1 Allgemein

5.1.1 Das ABS (der ABV) wurde gemäß Anhang X der EU Richtlinie 71/320/EWG und Anhang 13 der ECE-R13 in Verbindung mit einer 2-achsigen Sattelzugmaschine und einem 2-achsigen Lkw geprüft.

Insbesondere wurde geprüft:

- der Energieverbrauch
- die Kraftschlußausnutzung
- das 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)

- die Fehlerüberwachung an der Peripherie (durch Fehlersimulation von Sensordefekten, Ventilausfällen, Leitungsstörungen, etc.)

5.1.2 Die in der 2-achsigen Sattelzugmaschine installierte ASR wurde hinsichtlich

- der Beeinträchtigung der Bremsanlage (insbesondere Energieverbrauch),
- der Auswirkung von Fehlern
- der Einbaumöglichkeiten

geprüft.

5.1.3 Hinsichtlich der sicherheitstechnischen Beurteilung des elektronischen Steuergerätes wurden die folgenden Punkte untersucht:

- Prüfung der Entwicklungssystematik und des Sicherheitskonzepts
- Fehlerüberwachung an der Peripherie (Sensoren, Modulatoren)
- Betriebs- und Umgebungseinflüsse
- Elektro-magnetische Verträglichkeit (EMV)

5.2 Daten der Versuchsfahrzeuge

5.2.1 Kraftfahrzeuge: siehe Anlage 3A Lkw und Anlage 3B Szm

5.2.2 Sattelanhänger bei der Prüfung der ASR (s. 5.5.4)

Anzahl der Achsen: 3
Prüfmasse des SAnh: 12080 kg ($P_R = 8660$ kg)

5.3 Angaben zur Prüfstrecke

5.3.1 Fahrbahn mit hohem Kraftschluß:

Asphalt trocken 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

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

5.4 Meßeinrichtungen für:

Fahrgeschwindigkeit und Verzögerungszeit:	WABCO-Meßrad
Verzögerung (Meßschriebe)	Verzögerungsaufnehmer SETRA (SZugm) bzw. Schae-vitz (Lkw)
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 (SZugm) bzw. Kontron-Meßrechner (Lkw)

5.5 Prüfergebnisse

5.5.1 Energieverbrauch

Mit den Versuchsfahrzeugen wurden der Luftverbrauch gemäß Absatz 5.1 des Anhangs X der EU-Richtlinie 71/320/EWG bzw. Anhang 13 der ECE-R13 ermittelt.

Lkw	Druckluftbehälter				Kupplungskopf - Bremsleitung	
	4S/3M		4S/4M		4S/3M	4S/4M
Drücke in bar	Kreis I	Kreis II	Kreis I	Kreis II		
Anfangswert p_0 (bei Abschalt- druck des Kompressors)	8,5	8,5	8,5	8,4	-	-
Druck nach Bremsbeginn	8,1	7,8	7,8	7,8	7,7	7,7
Druck nach 15,48 s (4S/3M) bzw. 15,02 s (4S/4M)	5,9	5,8	5,8	5,7	6,6	6,4
Druck bei der 5. stat. Bremsung	4,9	4,3	4,8	4,1	4,7	4,5
Gemessene Abbremsung bei der 5. Bremsbetätigung	4S/3M: 0,48 m/s ²		4S/4M: 0,41 m/s ²			

Lkw	Druckluftbehälter				Kupplungskopf - Bremsleitung	
	4S/3M		4S/4M		4S/3M	4S/4M
	Kreis I	Kreis II	Kreis I	Kreis II		
Drücke in bar						
Anfangswert p_0 (bei Einschalt- druck des Kompressors)	7,3	7,0	7,5	7,5	-	-
Druck nach Bremsbeginn	6,9	6,5	6,9	6,9	6,6	6,8
Druck nach 15,51 s (4S/3M) bzw. 15,42 s (4S/4M)	5,3	5,0	5,5	5,5	5,9	6,2
Druck bei der 5. stat. Bremsung	4,6	3,6	4,8	4,0	4,2	4,4
Gemessene Abbremsung bei der 5. Bremsbetätigung	4S/3M: 0,42 m/s ² 4S/4M: 0,38 m/s ²					

SZugm	Druckluftbehälter				Kupplungskopf -Bremsleitung	
	Messung mit p_0 bei Abschalt- druck des Kompressors Messung A		Messung mit p_0 bei Einschalt- druck des Kompressors Messung B		Messung A	Messung B
	Kreis I	Kreis II	Kreis I	Kreis II		
Drücke in bar						
Anfangswert p_0	8,2	7,9	6,9	6,7	-	-
Druck nach Bremsbeginn	7,6	7,2	6,5	6,2	7,5	6,5
Druck nach 15,54 s (Messung A) bzw. 15,68 s (Messung B)	5,9	5,6	5,3	5,1	5,9	5,6
Druck bei der 5. stat. Bremsung	4,5	3,9	4,0	3,7	4,5	4,3
Gemessene Abbremsung bei der 5. Bremsbetätigung	Messung A mit p_0 bei Abschalt- druck des Kompr.: 0,36 m/s ² Messung B mit p_0 bei Einschalt- druck des Kompr.: 0,33 m/s ²					

5.5.2 Kraftschlußausnutzung

Die Kraftschlußausnutzung wurde gemäß Abs. 5.2 in Verbindung mit Absatz 2 der Anlage 1 (Anhang X) bzw. Anlage 2 (Anhang 13) geprüft.

$$43 \hat{=} 4S/3M$$

$$44 \hat{=} 4S/4M$$

Ermittelte Werte		unbeladen				beladen			
		k_f	k_r	k_M	ε	k_f	k_r	k_M	ε
Szm 44	μ_H	0,804	0,909	0,823	0,99	-	-	-	-
Szm 44	μ_L	0,191	0,239	0,206	0,92	0,212	0,176	0,192	0,915
Lkw 44	μ_H	0,838	0,825	0,835	0,97	0,508*	0,498*	0,503*	0,95*
Lkw 44	μ_L	0,211	0,223	0,216	0,95	0,175	0,177	0,176	0,94
Lkw 43	μ_H	0,379	0,825	0,835	0,98				
Lkw 43	μ_L	0,211	0,223	0,216	0,90				

$\mu_H \hat{=}$ Asphalt trocken (* - bei dem Prüffahrzeug Lkw 44 - beladen wurde die ε -Ermittlung (gemäß Fußnote 7 zum Anhang 13 der ECE-R13) auf nassem statt auf trockenem Asphalt vorgenommen, da auf trockenem Asphalt das ABS nicht zum Regeln kam.

$\mu_L \hat{=}$ Blaubasalt naß

5.5.3 Zusatzprüfungen

Mit dem Prüffahrzeug wurden jeweils im unbeladenen und beladenen Zustand die im Absatz 5.3 des Anhangs X bzw. 13 beschriebenen Prüfungen durchgeführt:

a) Plötzliche Vollbetätigung

Fahrbahn:	nasser Blaubasalt	trockener Asphalt
Ausgangsgeschwindigkeiten:	40 km/h und 80 km/h (Lkw) bzw. 70 km/h (SZugm)	40 km/h und 80 km/h
Ergebnis:	<ul style="list-style-type: none"> - kein Blockieren eines Rades bei $v > 15$ km/h - Fahrzeug stabil, keine Kursabweichung 	

b) Reibwertübergang hoch / niedrig

Fahrbahn: trockener Asphalt / nasser Blaubasalt
 Prüfungsgeschwindigkeiten: 40 km/h bzw. 80 km/h
 Ergebnis: - kein Blockieren eines Rades bei $v > 15$ km/h
 - Fahrzeug verläßt seine Spur nicht

c) Reibwertübergang niedrig / hoch

Fahrbahn: nasser Blaubasalt / trockener Asphalt
 Prüfungsgeschwindigkeit (Übergang): 50 km/h
 Ergebnis: - kein Blockieren eines Rades
 - Fahrzeug verläßt seine Spur nicht
 - Anstiegszeiten von der niedrigen zur höheren Verzögerung (unbeladen und beladen): 0,85 s bis ca. 1,5 s

d) split- μ -Test

Fahrbahn: nasser Blaubasalt / nasser Asphalt
 Prüfungsgeschwindigkeit: 50 km/h

Verhältnisse $f = k_{M\ high} / k_{M\ low}$ bei den split- μ -Tests:

	unbeladen			beladen		
	$k_{M-\mu H}$	$k_{M-\mu L}$	f	$k_{M-\mu H}$	$k_{M-\mu L}$	f
Szm 44	0,633	0,206	3,07	0,593	0,192	3,08
Lkw 44	0,595	0,216	2,75	0,503	0,176	2,86

z_{MALS} (Mittelwerte)			
Szm - $z_{MALSerf.}$:	0,204		
Lkw - $z_{MALSerf.}$:	0,181		
	Konfig.	MIR [%]	z_{MALS}
Szm	4S/4M	20	0,332
Szm	4S/4M	30	0,340
Szm	4S/4M	40	0,324
Szm	4S/4M	80	0,304
Lkw	4S/4M	40	0,348

Tabelle: ASR-Energieverbrauch	BBA-Energievorrat	
	Anfangsdruck	Druck nach 50 s Regelzeit
a) mit Nachförderung	8,5 bar	8,0 bar
	8,5 bar	8,0 bar
	7,3 bar	7,9 bar
b) ohne Nachförderung	8,5 bar	6,5 bar
	7,3 bar	5,8 bar

zu a) Energiezufuhr nicht unterbrochen (mit Nachförderung)

Bei diesen Versuchsfahrten war die Förderleistung des Verdichters höher als der durch die ASR hervorgerufene Energieverbrauch.

Bei den beiden Versuchsfahrten mit den Anfangsdrücken von 8,5 bar fiel der Vorratsdruck zunächst auf 7,3 bar ab, um dann auf 8 bar anzusteigen.

Es ist daher sichergestellt, daß auch bei längerer Bergfahrt mit Antriebs-Schlupf-Regelung eine ausreichende Nachförderung von Druckluft vorhanden ist.

zu b) Energiezufuhr unterbrochen (ohne Nachförderung)

Bei abgesperrter Energiezufuhr fiel der Druck in den Vorratsbehältern der BBA nach 50 s um 2,0 bzw. 1,5 bar ab. Die Energie für die Antriebs-Schlupf-Regelung wurde dem Nebenverbraucher-Vorratsbehälter entnommen (s. a. Hinweis unter Absatz 6.1, letzter Spiegelstrich).

Eine nennenswerte Erwärmung der Radbremse des auf dem niedrigen Kraftschluß laufenden Rades wurde nicht festgestellt.

Insgesamt ist unter Praxisbedingungen keine unzulässige Beeinträchtigung der Bremsanlage zu erwarten.

Die Antriebs-Schlupf-Regelung (ASR) wird als funktionssicher angesehen. Die Bauweise des Magnetventils (3/2-Wege-Ventil) verhindert ein ungewolltes Belüften der Bremsen bei einer Undichtigkeit. Die in der Elektronik integrierte Sicherheitsschaltung erkennt elektrische Fehler, die zu einem ungewollten Einbremsen führen können.

Die Fehlersimulation ergab, daß bei Ausfall der Komponenten der ASR, bei Unterbrechung der Stromversorgung bzw. Unterbrechung von elektrischen Leitungen die ASR teilweise oder komplett abschaltet. Der Ausfall wird dem Fahrer durch die ABS- bzw. ASR-Warneinrichtung angezeigt.

5.5.5 Fehlerüberwachung an der Peripherie

Zur Prüfung der Fehlererkennung wurden u. a. folgende Fehler außerhalb (und teilweise innerhalb) der Steuerelektronik simuliert:

- Leitungsunterbrechungen
- Kurzschlüsse
- Sensorfehler
- Unter-/Überspannung der Versorgungsspannung (Elektronik)
- Endstufendurchbruch (EV/AV)
- Stecker lose

Sämtliche erkannten Fehler wurden durch Aufleuchten der Warnleuchte angezeigt.

Falls Leitungen an den Sensoren oder Magnetventilen vertauscht montiert sind, kann dies nur durch ein Diagnose- oder ein Kabelprüfgerät erkannt werden.

Die Sicherheitsschaltung ist so ausgeführt, daß bei den überwiegenden externen Fehlern lediglich ein Regelkanal abgeschaltet wird und die Warneinrichtung (Warnleuchte) angesteuert wird. Die angezeigten Fehler werden in einem nicht flüchtigen Speicher zu Servicezwecken abgelegt.

Bei erkannten Störungen geht das System in einen definierten Zustand, bei dem je nach Art des Fehlers Teilfunktionen aufrechterhalten werden oder eine Systemabschaltung erfolgt.

Beispielsweise wird bei einem Fehler des Drehzahlsensors, wie z. B.

- Kabelbruch
- fehlerhafte Impedanz
- unzulässige Geschwindigkeitsänderung

oder am Drucksteuerventil, wie z. B.

- Kabelbruch
- Kurzschluß nach Masse

der jeweils betroffene Regelkanal selektiv gesperrt.

Bei derartigen Störungen an Komponenten der betroffenen Räder wird die logische MIR- bzw. MAR-Verknüpfung aufgetrennt.

Bei schwerwiegenden Fehlern, wie z. B.

- Kurzschluß des Einlaß- und/oder des Auslaßmagneten des Drucksteuerventiles zur Versorgungsspannung bzw. der Ventilspannung
- bestimmte interne Elektronikfehler

wird die betroffene Diagonale oder das System gesamt abgeschaltet, so daß hier die normale Bremswirkung (ohne ABS) vorhanden ist.

Eine Abschaltung des gesamten ABS-Systemes erfolgt z. B. bei:

- Abfall des Versorgungsteckers von der ABS-Elektronik
- Unterschreitung der erforderlichen Versorgungsspannung
- übrigen internen Elektronikfehlern

Das Fahrzeug verfügt nach einer Totalabschaltung über die Bremswirkung ohne ABS.

Bei allen ABS-Abschaltstufen wird im Fehlerfalle

- der Regelkanal (radweise),
- eine Diagonale,
- bedarfsweise die ASR-Funktion,
- das System,

abgeschaltet und die Regelung des Retarders gesperrt.

Fehler, die auf der mechanischen Funktion der Regelventile beruhen, insbesondere solche, die zu Leckagen und Druckverlust führen, werden durch die Sicherheitsschaltung nicht erfaßt. Sie können - wie entsprechende Fehler anderer Bremsgeräte - nur durch den Fahrer oder bei ordnungsgemäßem Service und bei Bremsensonder- oder -Zwischenuntersuchungen festgestellt werden. Durch die Bauweise des Magnetventils ist gewährleistet, daß ein Hängenbleiben in der aktiven Stellung (Druckabbau) sehr unwahrscheinlich ist.

Mögliche mechanische Fehler in den Ventilen können wegen der Einzelventilbauweise nicht zum Totalausfall der Bremsanlage führen.

5.5.6 Prüfung der Entwicklungssystematik und des Sicherheitskonzepts

5.5.6.1 Dokumentation und Beurteilung des Sytemkonzepts

Zur Beurteilung des Sicherheitskonzepts wurde vom Hersteller eine Dokumentation gemäß Entwurf Anhang XV „Genehmigung von Fahrzeugsystemen mit elektronischen Komponenten, (entspricht dem Richtlinien-Entwurf zu § 30 StVZO „Prüfung von Systemen mit elektronischen Komponenten in Kraftfahrzeugen“ vom 23.01.1992) vorgelegt, indem der Aufbau der beiden ABS-Systeme „D-CAB“ und „D-BASIC“, mit seinen Grundfunktionen sowie das Konzept und die angewandten Entwicklungsmethoden und -werkzeuge hinsichtlich Software und Hardware beschrieben sind.

Die Eigenschaften der beiden elektronischen Steuergeräte wurden insbesondere anhand der Systembeschreibungen „ABS/ASR (ATC) - D-CAB Version“ mit Stand vom 29.04.1996 und „D-BASIC“ mit Stand vom 29.04.1996 beurteilt.

5.5.6.2 Sicherheitstechnisches Audit

Durch ein sicherheitstechnisches Audit wurden folgende Punkte positiv überprüft:

- Entwicklungsablauf
- Sicherheitskonzept
- Entwicklungsmethoden und -werkzeuge
- Blockschaltbilder
- Stromlaufpläne
- Überwachungsfunktionen
- System-FMEA's
- ECU-FMEA's
- Funktionsprüfungen durch Simulationen

5.5.6.3 Analyse über mögliche Ausfälle

In einer dokumentierten Analyse über die möglichen Ausfälle (FMEA) war erkennbar, daß das dargelegte Sicherheitskonzept realisiert ist.

Die praktische Prüfung der Wirksamkeit der Fehlerüberwachung an der Peripherie wurde in Fahrversuchen und am Prüfstandssimulator durchgeführt (s. 5.5.5) und bestätigte die in der Systembeschreibung dokumentierten Sicherheits- und Ausfallbetrachtungen.

5.5.6.4 Betriebs- und Umgebungseinflüsse (Hard- und Softwaresystem)

Der Hersteller konnte glaubhaft nachweisen, daß das elektronische Steuergerät für die Betriebs- und Umgebungseinflüsse (Klimaprüfung, Schutzartprüfung, Schwingungs- und Schockprüfung) spezifiziert und entwickelt wurde, mit denen bei seinem bestimmungsgemäßen Einsatz gerechnet werden muß.

5.5.6.5 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Die Beeinflussung durch elektromagnetische Felder sowie durch leitungsgebundene Störungen werden nicht erwartet, da der Hersteller entsprechende konstruktive Maßnahmen ergriffen hat.

Zur Erfüllung der rechtlichen Anforderungen bezüglich EMV sind die Elektroniken nach der Europäischen Ratsrichtlinie 95/54/EG zertifiziert und mit folgenden e1-Zeichen versehen.

6 Kanal D CAB: e1 *72/245/*95/54*1120*00

4 Kanal D CAB: e1 *72/245/*95/54*1121*00

D-BASIC: e1 *72/245/*95/54*1122*00

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 ABS/ASR-Anlage muß entsprechend den Anweisungen des Herstellers erfolgen (siehe Produktspezifikationen der Einzelkomponenten).
- ABS/ASR-Systeme (Ausführungsbeispiele) gemäß Anlage 1

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

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

Die ordnungsgemäße Funktion des ABS/der ASR ist nur sichergestellt, wenn die einzelnen Komponenten richtig verkabelt sind. Zur Überprüfung kann gegebenenfalls ein von WABCO freigegebenes Prüfgerät, das der Fahrzeug- oder ABS-Hersteller auf Anforderung bereitzustellen hat, verwendet werden.

- Wird die Energie (Druckluft) für die Antriebs-Schlupf-Regelung (ASR) nicht dem Nebenverbraucherkreis entnommen, so muß geprüft werden, ob 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.

6.2 Funktion

- Die Elektronik des ABS ist mit einer integrierten Sicherheitsschaltung ausgerüstet, die die Funktion der Anlage prüft und Fehler durch eine Warnleuchte anzeigt. Es genügt daher, die Funktion dieser Warnleuchte zu prüfen.
- Die Warnleuchtensequenz muß dem Abschnitt 3.2.8 entsprechen.
- Bei der Verkabelungsprüfung muß die ordnungsgemäße Funktion der Magnetregelventile durch geeignete Diagnosehilfsmittel (z.B. WABCO Diagnosecontroller) geprüft werden. Die Magnetregelventile werden auch bei jeder Neueinschaltung der ABS-Anlage (Stromversorgung) kurz angesteuert, sofern das Fahrzeug dabei steht oder mit einer Geschwindigkeit von max. 3 km/h fährt.

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

Es wird empfohlen, im Rahmen der Typprüfung von Kraftfahrzeugen mit dem Blockierverhinderer vom Typ WABCO-ABS/ASR-D auf diesen Techn. Bericht zurückzugreifen. Damit können alle nach Anhang X der EU Richtlinie 71/320/EWG bzw. nach Anhang 13 der ECE-R 13 vorgeschriebenen Prüfungen, die nur das ABS selbst betreffen, als erledigt betrachtet werden. Es brauchen lediglich die fahrzeugspezifischen Wirkungsprüfungen durchgeführt zu werden.

Im Rahmen von Teil-Betriebserlaubnissen nach EU Richtlinie oder Genehmigungen nach ECE sollte die WABCO-ASR als zusätzliche Einrichtung innerhalb der Betriebsbremsanlage zum Zweck der Antriebsschlupfregelung beschrieben werden.

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 EU Richtlinie 71/320/EWG bzw. des Anhangs 13 der ECE-R 13 nicht 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 ABS-Magnetregelventile
- 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)

8 Anlagen

- | | | |
|-----------|-------------|--|
| Anlage 1 | (4 Blätter) | Ausführungsbeispiele |
| Anlage 2 | (4 Blätter) | Muster Bremsschemata |
| Anlage 3A | (2 Blätter) | Daten Prüffahrzeug Lkw |
| Anlage 3B | (2 Blätter) | Daten Prüffahrzeug Szm |
| Anlage 4 | (1 Blatt) | Zuordnung des Reifenumfangs zur Zähnezahl des Polrades |
| Anlage 5 | (1 Blatt) | Reifenabgleich |
| Anlage 6 | (1 Blatt) | Abkürzungen |

9 Zusammenfassung

Der Automatische Blockierverhinderer WABCO-ABS-ASR-D-Version erfüllt in den geprüften Fahrzeugen die Anforderungen des Anhangs X der EU-RL 71/320/EWG in der Fassung der EU-RL 91/422/EWG bzw. Anhangs 13 der ECE-R 13/09 (Ergänzung 1) an **ABS (ABV) der Kategorie 1**.

Aufgrund der Konzeption des ABS und der Prüfergebnisse kann erwartet werden, daß bei anderen Nutzfahrzeugen gemäß dem angegebenen Verwendungsbereich diese Anforderungen ebenfalls erfüllt werden. Durch die Zusatzausrüstung "Antriebs-Schlupf-Regelung" wird die Bremsanlage nicht negativ beeinflusst.

Essen, den 09.01.1997

TDB/Gaupp

613759/01

PRÜFLABORATORIUM für Bremsanlagen gemäß EU
RICHTLINIE 71/320/EWG (in der Fassung der RKEG
91/ 422/EWG); akkreditiert gemäß DIN EN 45001 von
der Bundesrepublik Deutschland durch das Kraftfahrt-
Bundesamt unter Registriernummer KBA-P 00009-95

Institut für Fahrzeugtechnik
Technischer Dienst für Bremsanlagen



Dipl.-Ing. Gaupp

Amtlich anerkannter Sachverständiger
für den Kraftfahrzeugverkehr

