

Einleitung

Der wachsende Wettbewerbsdruck im Transportgewerbe führt dazu, daß auch die Anforderungen an die Bremsanlage stetig steigen. Die Einführung des elektronisch geregelten Bremssystems EBS ist entsprechend der logische Schritt, diesen und anderen Anforderungen gerecht zu werden.

Warum EBS

- EBS erhöht die Fahrzeug- und Verkehrssicherheit durch Bremswegverkürzung, verbesserte Bremsstabilität und Überwachung der Bremsanlage.
- EBS schont die Bremsbeläge und bietet die Möglichkeit einer dauerhaft optimalen Abstimmung der Bremskräfte zwischen den einzelnen Radbremsen sowie zwischen Zug- und Anhängerfahrzeug.
- Die umfassenden Diagnose- und Überwachungsfunktionen des EBS sind eine Voraussetzung für eine effektive Fuhrparklogistik.
- EBS erhöht die Wirtschaftlichkeit und den Fahrkomfort beträchtlich.

EBS wird daher Bestandteil neuer Fahrzeugbaureihen sein. Vorreiter war hier die neue schwere Fahrzeugbaureihe Mercedes BENZ "ACTROS", die standardmäßig mit einem elektronisch gesteuerten Druckluftbremssystem ausgerüstet ist. Dieses System, von DaimlerChrysler "**Telligent Bremssystem**" (vorher EPB) genannt, wurde gemeinsam von DaimlerChrysler und WABCO entwickelt.

Anmerkung

Der Begriff "Telligent Bremssystem" umfaßt dabei die komplette Bremsanlage und nicht nur die Bremsensteuerung, die wir als EBS beschreiben.

Das Bremssystem im ACTROS enthält einige von Daimler Chrysler entwickelte spezifische Merkmale, die bei EBS-Anwendungen für andere Fahrzeughersteller (inzwischen u. a. EVO-Bus und IVECO) durch WABCO-eigene Lösungen ersetzt sind. Hierzu gehören z. B. folgende Funktionen:

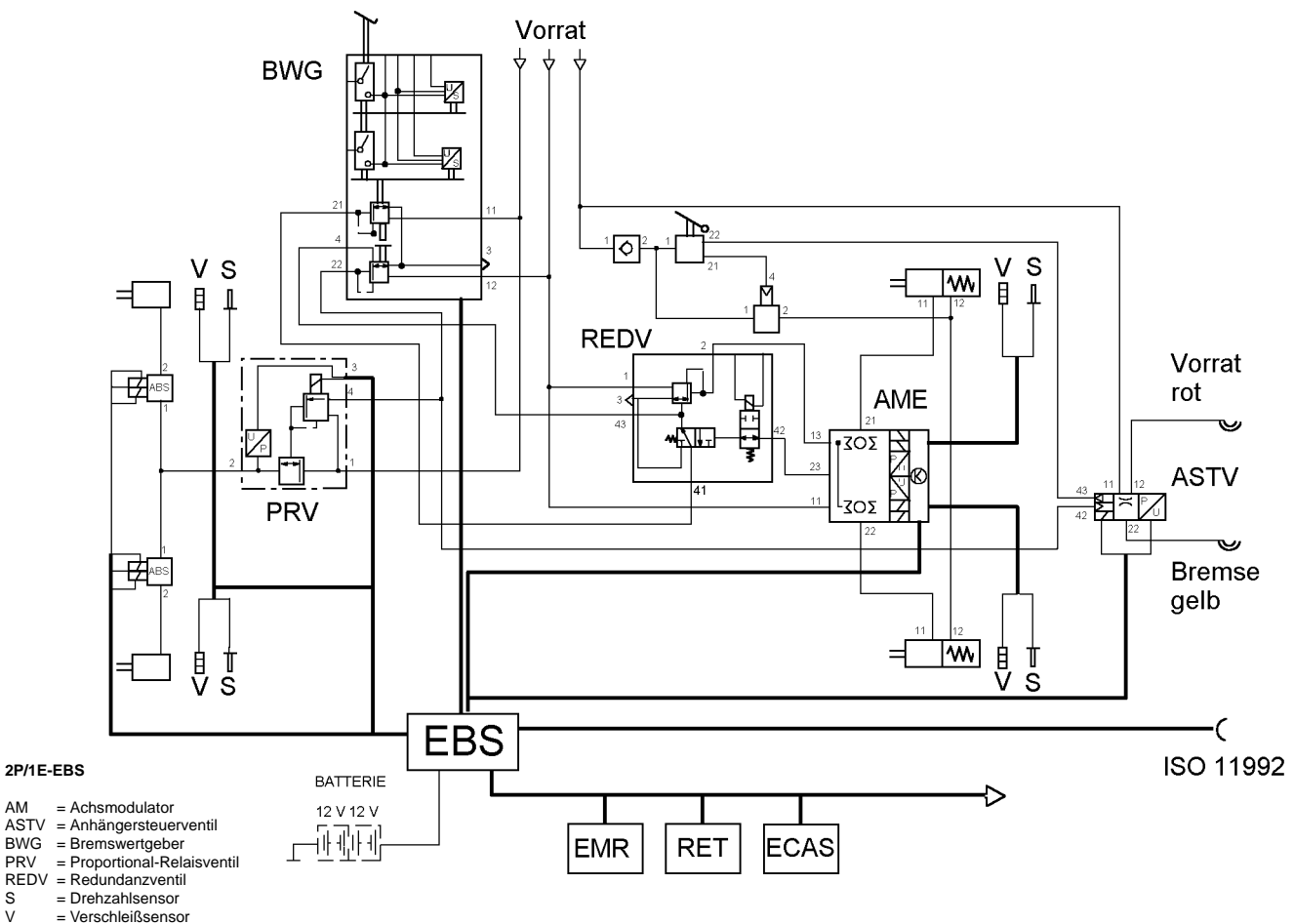
- besondere Regelfunktionen im Bereich Bremskraftverteilung (Differenz-Schlupf-Regelung DSR)
- Belagverschleißregelung und Anhängersteuerung
- Redundanzventil, Hinterachsredundanz
- MB-spezifische Prüfarten und Diagnosemöglichkeiten

WABCO EBS Baukasten

Aufbau und Struktur des WABCO-EBS ermöglichen eine hohe Flexibilität für den Fahrzeughersteller bei der Systemauslegung. Hinsichtlich Systemumfang

- Teil- oder Vollsystem
- Redundanzart
- Anhängerregelstrategie
- elektrische Schnittstellen
- etc.

können deshalb vielfältigste Ansprüche erfüllt werden. WABCO empfiehlt zur Erfüllung der wesentlichen Anforderungen der Fahrzeugbetreiber ein EBS, das über eine individuelle Druckregelung an Vorderachse, Hinterachse und Anhängersteuerung verfügt und pneumatische Redundanzen in allen Bremskreisen vorsieht.



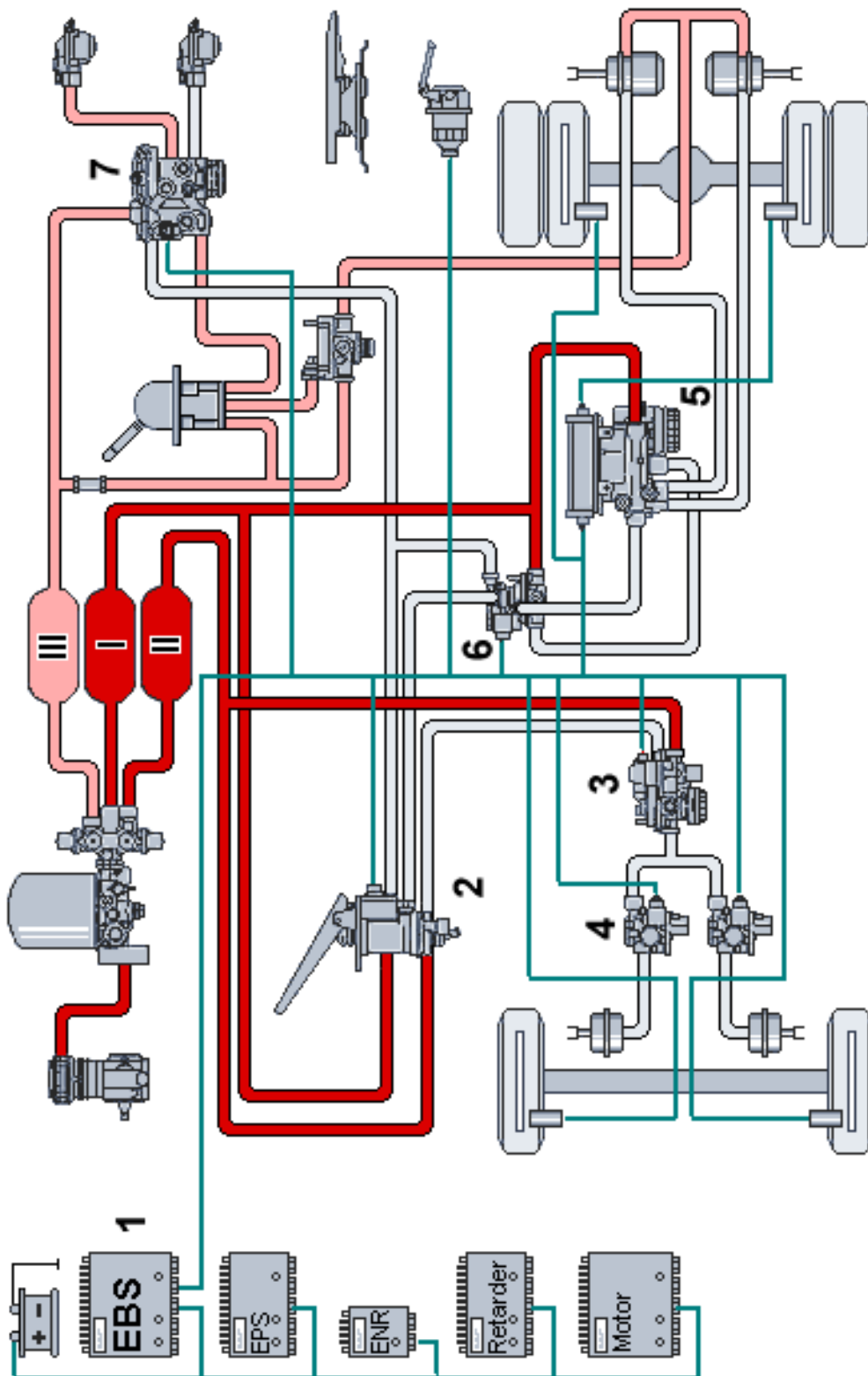
Dieses EBS setzt sich aus einem zweikreisigen, rein pneumatisch arbeitenden Anlagenteil und einem überlagerten einkreisigen elektropneumatischen Anlagenteil zusammen. Diese Konfiguration wird als 2P/1E-System beschrieben.

Der einkreisige elektropneumatische Anlagenteil besteht aus einem zentralen elektronischen Steuergerät (Zentralmodul), dem Achsmodulator mit integrierter Elektronik für die Hinterachse, einem Bremswertgeber mit 2 integrier-

ten Sollwertensoren und Bremschaltern sowie einem Proportionalrelaisventil, zwei ABS-Ventilen für die Vorderachse und einem elektropneumatischen Anhängersteuerventil.

Der unterlagerte zweikreisige pneumatische Anlagenteil entspricht in seiner Struktur im wesentlichen dem einer konventionellen Bremsanlage. Dieser Anlagenteil dient als Redundanz und wird nur wirksam bei einem Ausfall des elektropneumatischen Kreises.

EBS- Bremsanlage für LKW 4 × 2



Legende

- 1. Zentralsteuergerät
- 2. Bremswertgeber

- 3. Proportional-Relaisventil
- 4. ABS-Magnetventil

- 5. Hinterachsmodulator
- 6. Redundanzventil
- 7. Anhängersteuerventil

Bremswertgeber

480 001

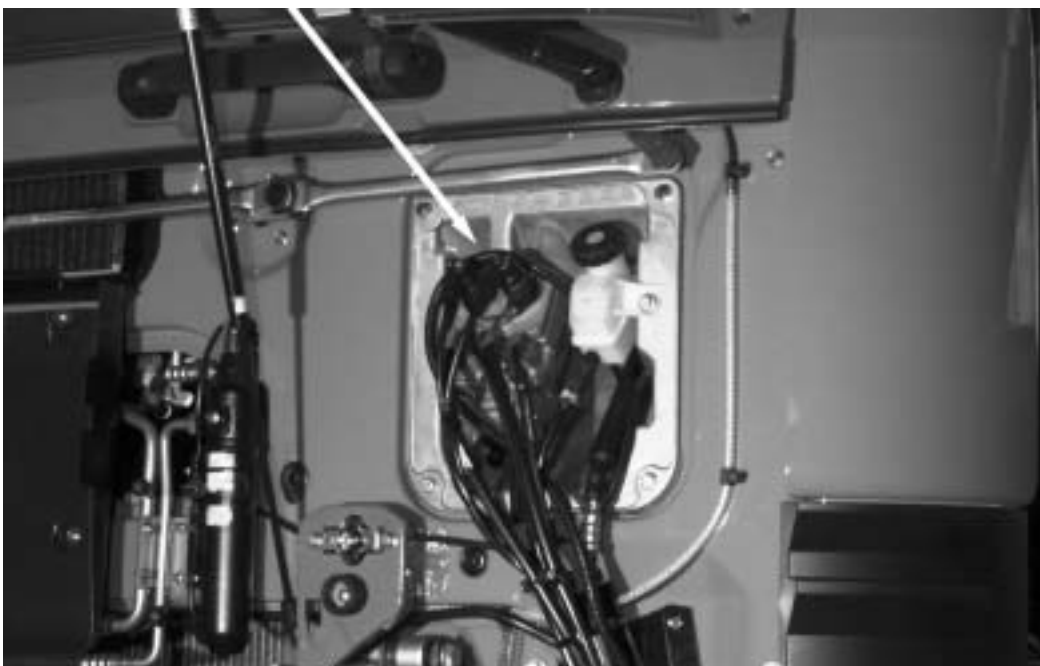
Der Bremswertgeber dient zur Erzeugung von elektrischen und pneumatischen Signalen zum Be- und Entlüften des elektronisch geregelten Bremssystems. Das Gerät ist zweikreisig pneumatisch und zweikreisig elektrisch aufgebaut. Der Betätigungsbeginn wird durch einen Doppelschalter elektrisch registriert. Der Weg des Betätigungsstößels wird sensiert und als elektrisches Signal pulswidenmoduliert 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.



Bremswertgeber 480 001 . . . 0

Position (MB Actros): Fahrerhaus - Front

Einbauort: wie bisher Motorwagenbremsventil



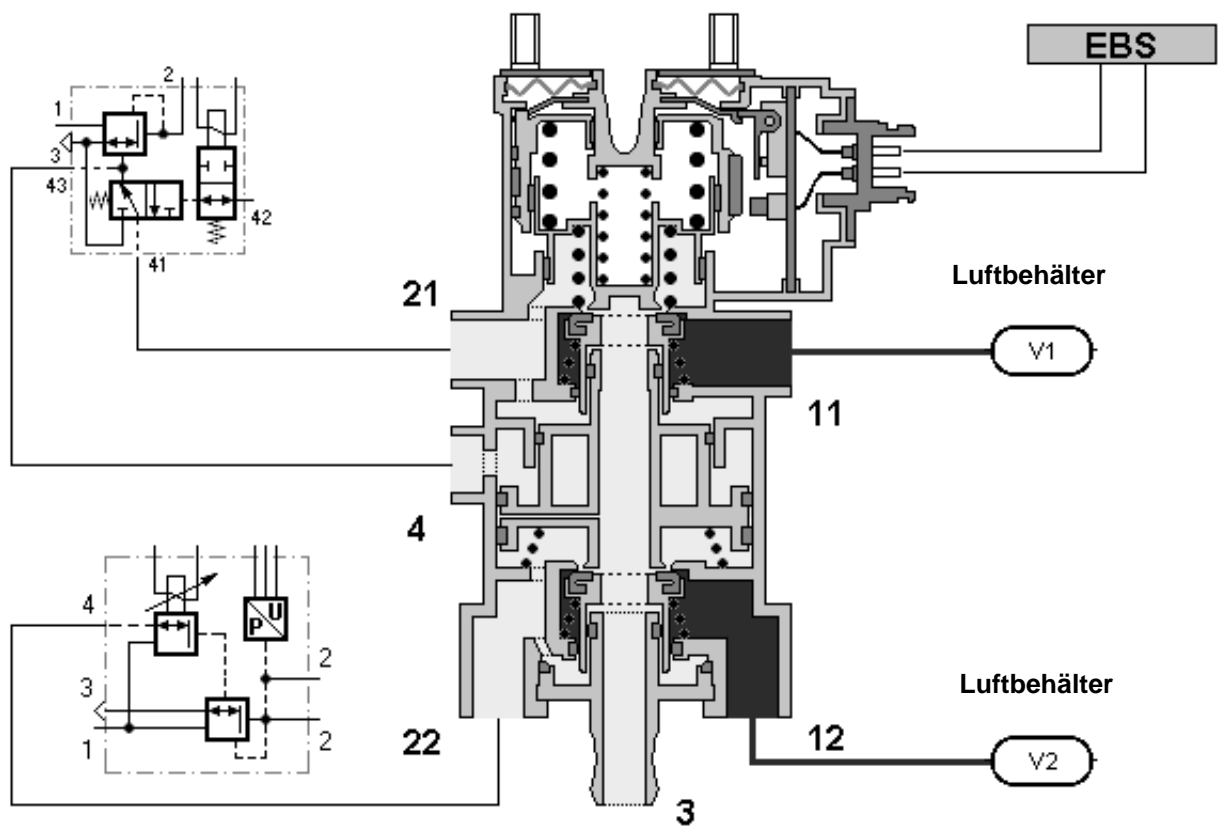
Bremswertgeber

480 001

Funktionsweise

Redundanzventil

Zentralmodul



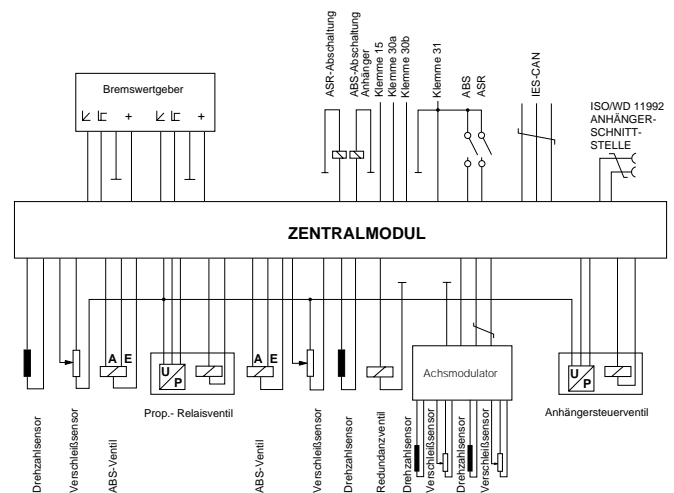
Zentralmodul

446 130

Das Zentralmodul 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 ausgeglichen. 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.



Zentralmodul 446 130 . . . 0



Einbauort (MB Actros):
Fußraum - Beifahrerseite(



Proportional-Relaisventil

480 202

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 des Hybridsystems (elektropneumatisch / pneumatisch).

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.



Proportional-Relaisventil 480 202 . . . 0

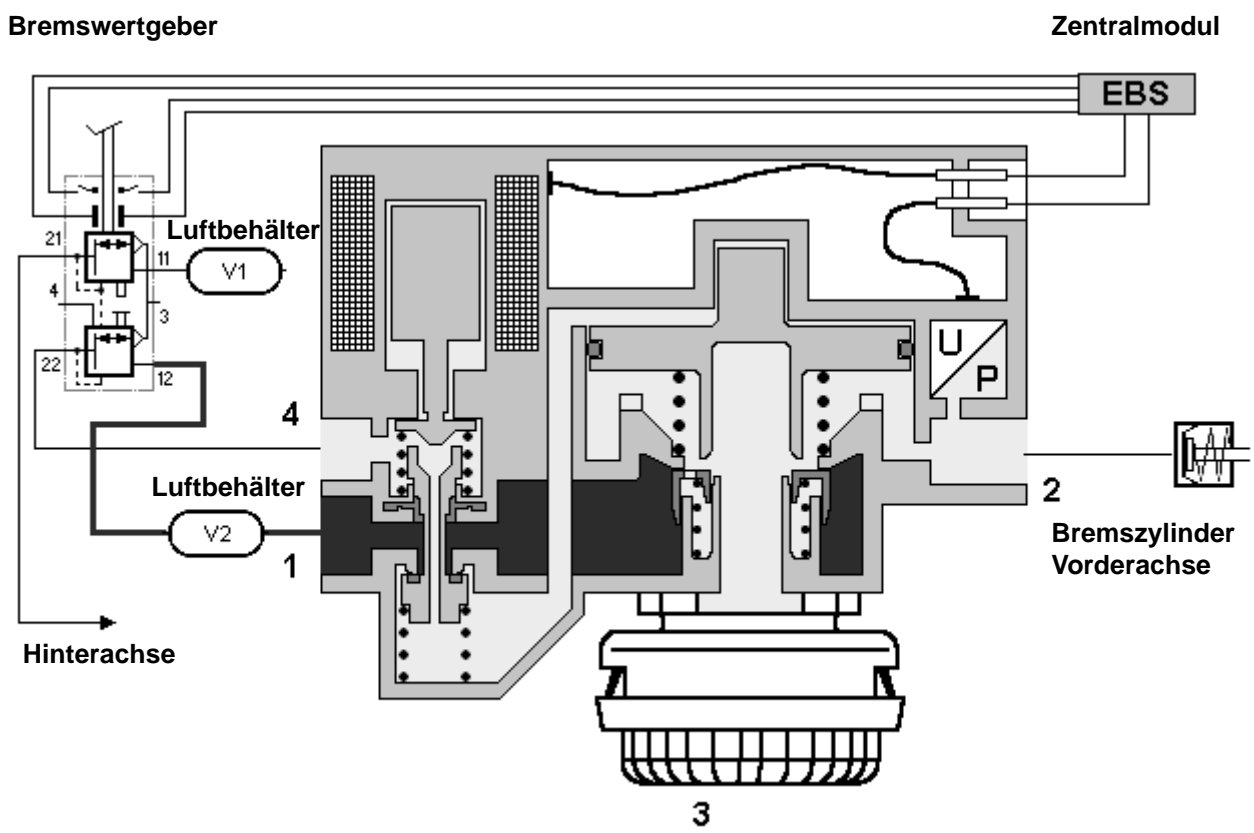
Einbauort (MB Actros): vorderer Stoßfängerbereich - links



Proportional-Relaisventil

480 202

Funktionsweise



Redundanzventil

480 205

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:

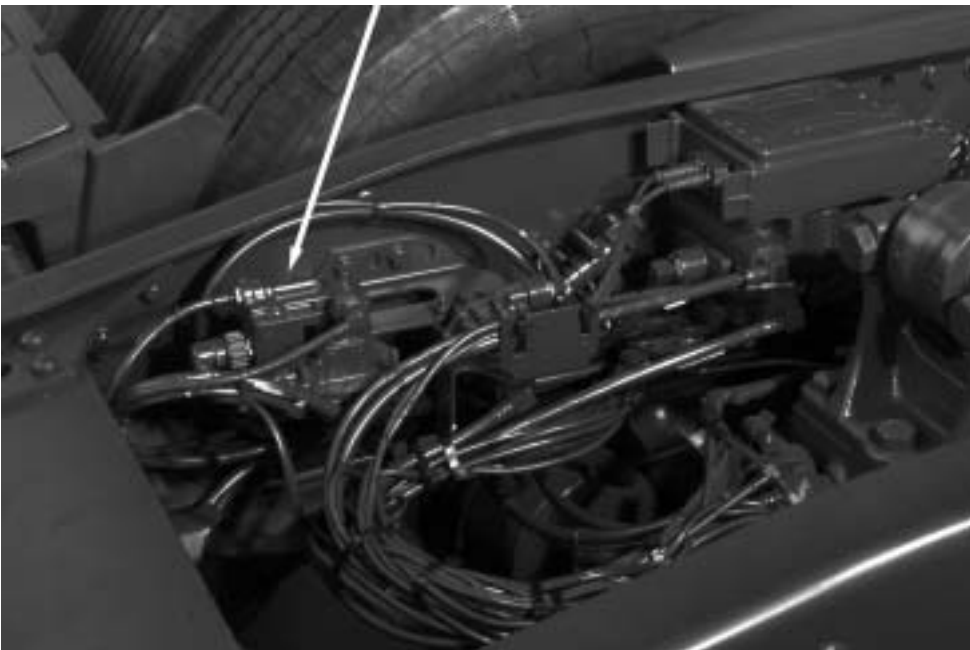
- 3/2-Wegeventilfunktion zur Zurückhaltung der Redundanz bei intaktem elektropneumatischen Bremskreis
- Relaisventilfunktion, um das Zeitverhalten der Redundanz zu verbessern,
- Druckrückhaltung, um im Redundanzfall den Beginn der Druckaussteuerung an Vorder- und Hinterachse zu synchronisieren
- Druckreduzierung, um im Redundanzfall ein Überbremsen der Hinterachse möglichst zu vermeiden (Reduzierung ca. 2:1)

Das im Actros verbaute Redundanzventil besitzt zusätzlich ein 2/2-Wegeventil, das im ABS Fall bestromt wird und so ein ungewolltes Durchsteuern des Hinterachs-Redundanzdruckes bei ABS Regelungen verhindern soll.



Redundanzventil 480 205 . . . 0

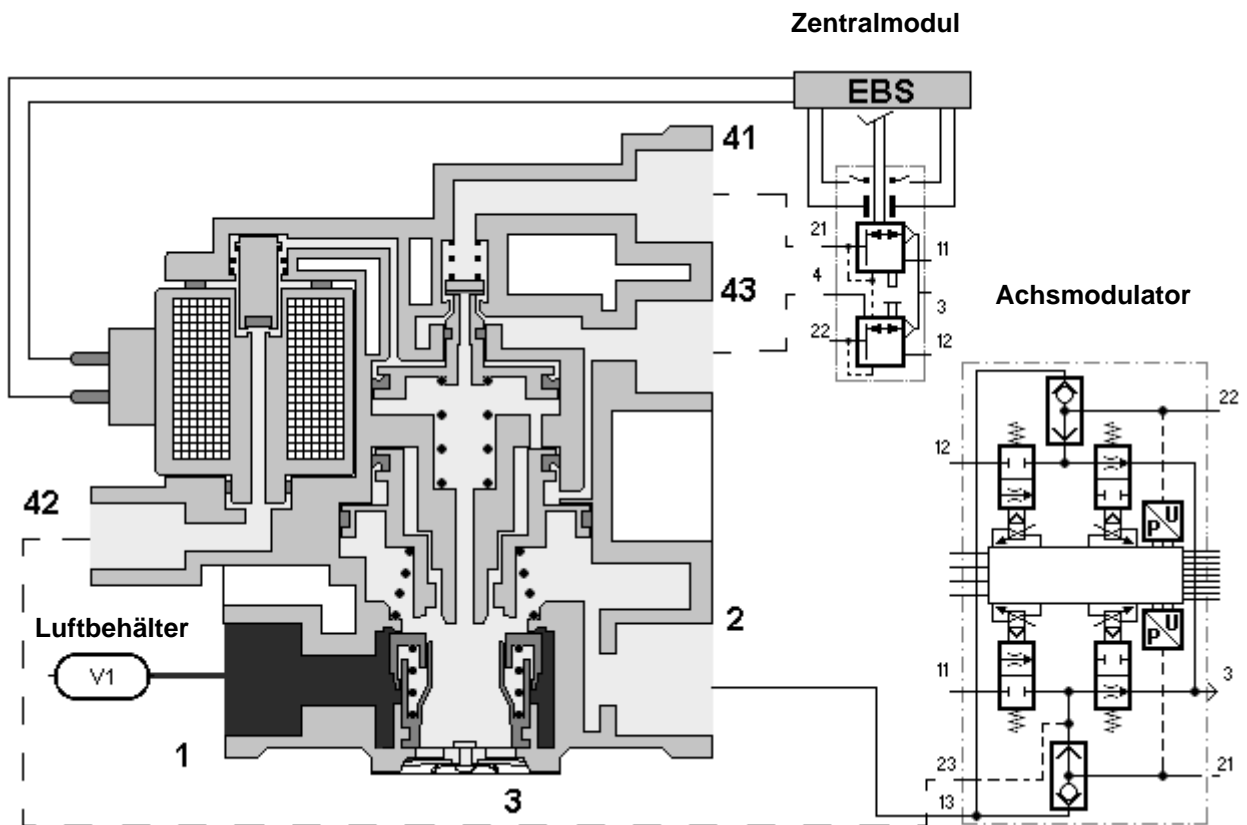
Einbauort (MB Actros): Rahmen innen, Bereich Hinterachse



Redundanzventil

480 205

Funktionsweise



Achsmodulator

480 103

Der Achsmodulator regelt den Bremszylinderdruck auf beiden Seiten einer oder zweier 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.

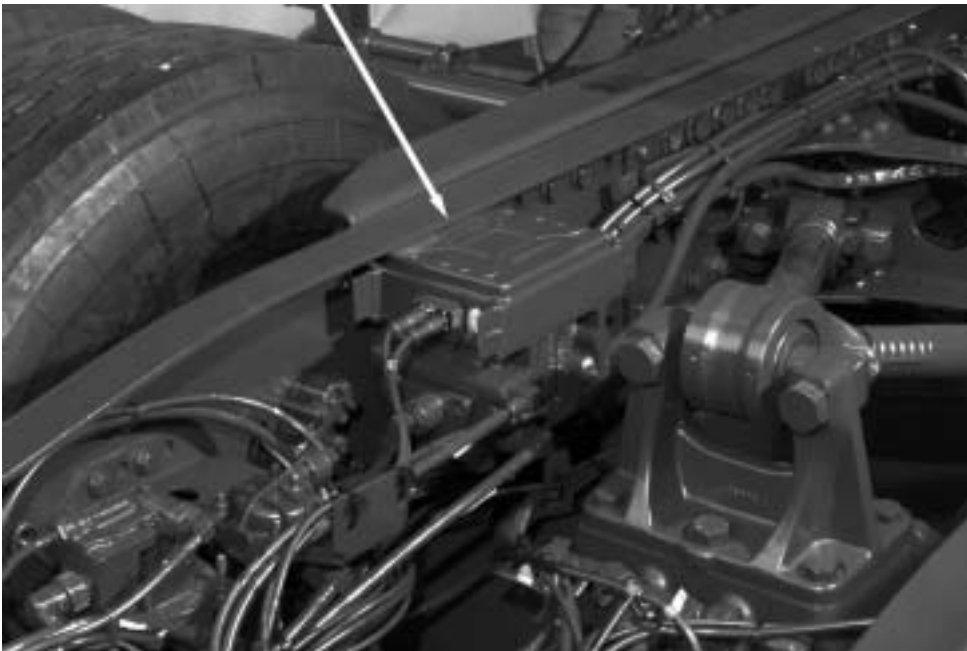
Zusätzlich werden die Radgeschwindigkeiten über zwei Drehzahlsensoren erfaßt und ausgewertet. Bei Blockier- oder Durchdrehneigung wird der vorgegebene Sollwert modifiziert. Der Anschluß von zwei Sensoren zur Ermittlung des Belagverschleisses ist vorgesehen.

Der Achsmodulator verfügt 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.



Achsmodulator 480 103. . . 0

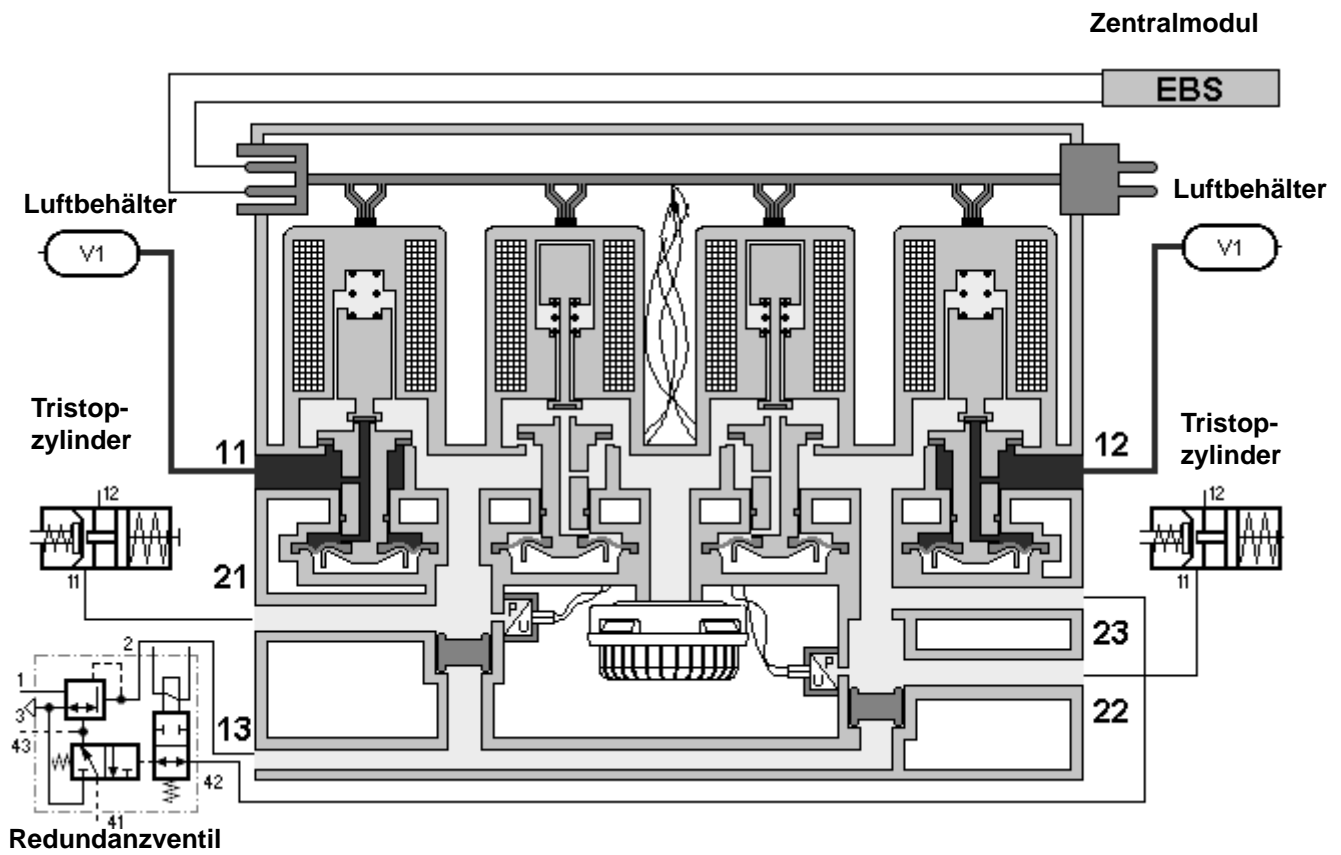
Einbauort (MB Actros): Rahmen innen, Bereich Hinterachse



Achsmodulator

480 103

Funktionsweise



Anhängersteuerventil

480 204

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

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

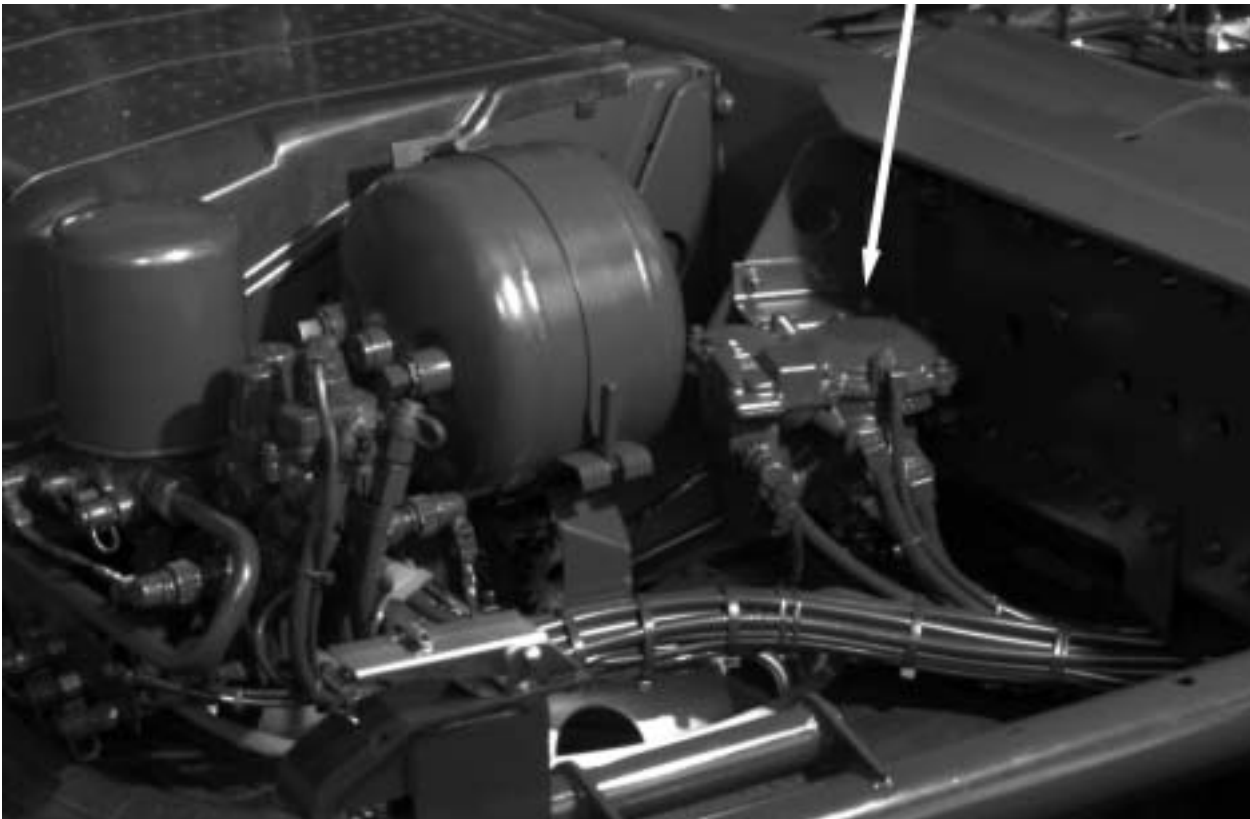
Der von der Elektronik vorgegebene Steuerstrom wird mittels des Proportional-Magnetventils in einen Steuerdruck für das Relaisventil umgesetzt. Der Ausgangsdruck des Anhängersteuerventils ist proportional zu diesem Druck.

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



Anhängersteuerventil 480 204. . . 0

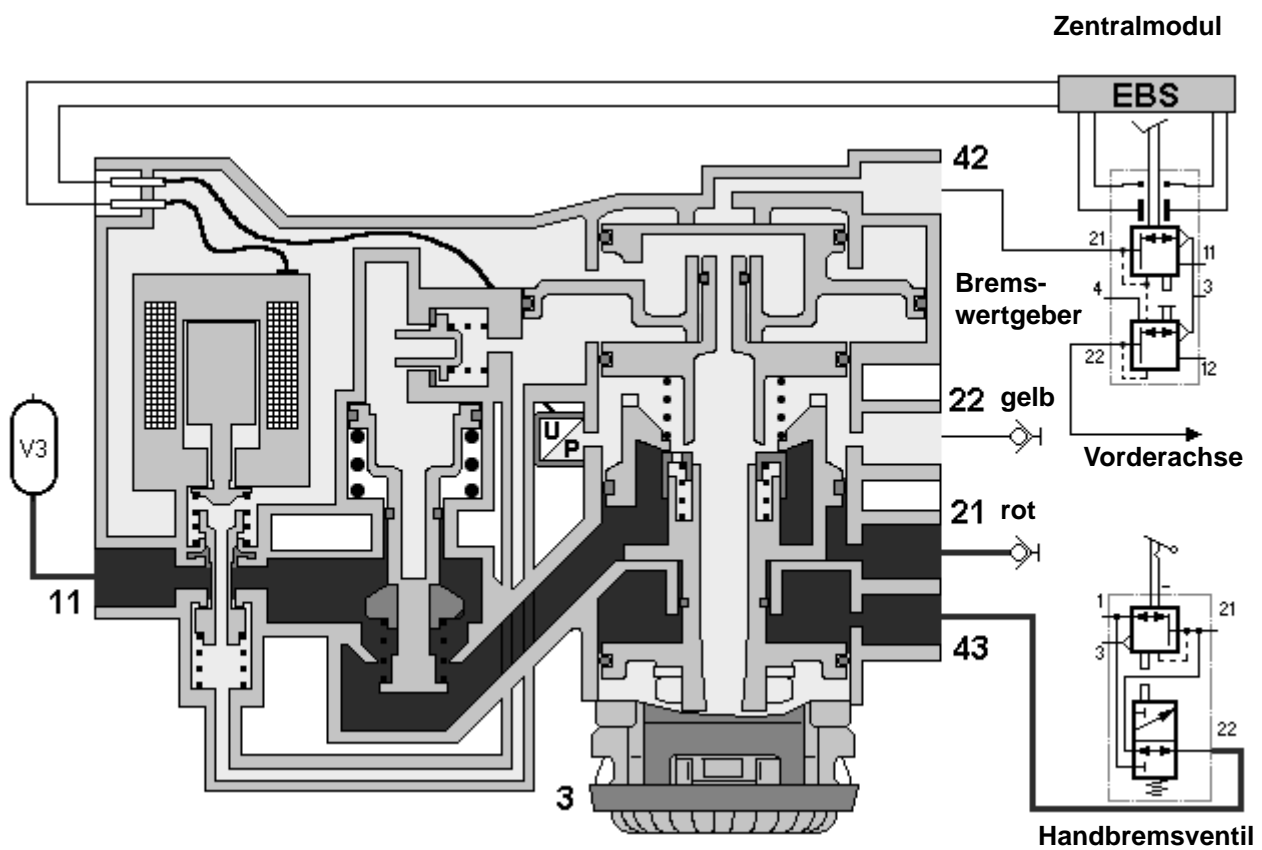
Einbauort (MB Actros): Im Bereich der Luftbehälter



Anhängersteuerventil

480 204

Funktionsweise



Weitere Komponenten

Weitere Komponenten des elektronisch geregelten Bremssystems sind:

- ABS-Magnetventile
- Raddrehzahlsensoren
- Bremsbelagverschleißsensoren
- ASR-Magnetventil bei 6x2 und 6x2/4 Fahrzeugen, das die Zusatzachse bei ASR-Regelung von der Antriebsachse pneumatisch abkoppelt.

Bestellnummern

Zentralmodul:

446 130 000 0 (alle Fahrzeugtypen bis 07/97)
 446 130 005 0 (4x2 Sattelzugfahrzeuge ab 08/97)
 446 130 004 0 (alle anderen Fahrzeuge ab 08/97)

Bremswertgeber:

480 001 000 0

Proportional-Relaisventil:

480 202 005 0 (8x4 Fahrzeuge)
 480 202 004 0 (alle anderen Fahrzeuge ab 08/97)

Redundanzventil:

480 205 001 0

Achsmodulator:

480 103 002 0 (4x2 Fahrzeuge bis 07/97)
 480 103 001 0 (6x2, 6x4, 6x2/4 und 8x4 Fahrzeuge bis 07/97)
 480 103 004 0 (4x2 Fahrzeuge ab 08/97)

480 103 005 0 (6x2, 6x4, 6x2/4 und 8x4 Fahrzeuge ab 08/97)

Anhängersteuerventil:

480 204 001 0

ABS-Magnetventil:

472 195 008 0

Funktion des elektropneumatischen Anlagenteils

Der elektropneumatische Anlagenteil des Motorwagens und dessen Signalpfad wirken über

Bremswertgeber

- zwei Wegsensoren ermitteln den Sollwert, der pulsweitenmoduliert übertragen wird; zwei integrierte Schalter dienen u. a. als Sollwertbestätigung

Zentralmodul

- Solldruckermittlung für die einzelnen Achsen und Systemsteuerung

Proportional-Relaisventil

- für die Druckregelung der Vorderachse

ABS-Magnetventile

- für die schnellen ABS-Drucksteuerzyklen an der linken und rechten Radbremse der Vorderachse

Redundanzventil

- für die Zurückhaltung des Hinterachs-Redundanzdruckes

Achsmodulator

- mit integrierter Steuereinheit zur seitenweisen Regelung der Bremsdrücke an der bzw. den Hinterachsen.

Das EBS kann elektrisch über den Fahrtschalter (Kl. 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 und die Hinterachse 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 Sensorsignale 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.

Funktion der pneumatischen Redundanz

Vorderachs- und Hinterachskreis arbeiten mit unterschiedlichen Redundanzverfahren. Der Vorderachskreis funktioniert nach dem Additionsredundanzprinzip, der Hinterachskreis ist mit einer über Magnetventil schaltbaren Redundanz ausgestattet.

Additionsredundanz an der Vorderachse

Der pneumatisch arbeitende und als Redundanz dienende Vorderachskreis wirkt über

Bremswertgeber

- mit 2 pneumatischen Kreisen (Vorder- und Hinterachse)

Proportional-Relaisventil

- Relaisventil mit kombinierter Vorsteuerung durch pneumatischen Vorderachskreis und das Proportional-Magnetventil

auf die Bremszylinder der Vorderachse.

Beim Betätigen des Bremswertgebers wird elektropneumatisch Druck über das Proportionalventil angesteuert. Abhängig von der Betätigungskraft wird das Proportionalventil verzögert pneumatisch redundant vom Bremswertgeber mit Druck versorgt.

Dieser addiert sich zu dem bereits elektropneumatisch angesteuerten Druck. Der vom Proportionalventil angesteuerte Druck wird durch Variation des elektropneumatischen Druckes an den vorgegebenen Sollwert angeglichen.

Beim Ausfall der Elektropneumatik wird der pneumatisch redundante Druck durchgesteuert.

Wegen der Notwendigkeit, den redundanten Bremsdruck der Vorderachse gegenüber dem elektropneumatisch angesteuerten Druck zurückzuhalten (z.B. verschleißoptimierende Maßnahmen bzw. Dauerbremsenintegration), hat der „elektrische“ Sollwert Voreilung gegenüber dem pneumatisch angesteuerten Vorderachsdruk am Bremswertgeber (2. pneumatischer Kreis des Bremswertgebers).

Hinterachsredundanz

Die pneumatische Redundanz der Hinterachse wirkt über

Bremswertgeber

- mit 2 pneumatischen Kreisen (Vorder- und Hinterachse)

Redundanzventil

- mit einem 2/2-Wege-Magnetventil, einem 3/2-Wegeventil und einem Relaisventil.

Wechselventile

- integriert im Achsmodulator der Hinterachse auf die Bremszylinder der Hinterachse.

Während des fehlerfreien EBS-Betriebs, d. h. an der Hinterachse ist eine elektronische Druckaussteuerung möglich, wird aufgrund des elektronisch ausgeregelten Druckes am linken Hinterrad das 3/2-Wegeventil in die Stellung "Redundanz wegschalten" gebracht.

Funktion der Anhängersteuerung

Die Anhängersteuerung erfolgt über ein zweikreisiges elektropneumatisches Anhängersteuerventil (hier je ein Kreis elektropneumatisch bzw. pneumatisch). Dieses wird vom Zentralmodul angesteuert. Ein Proportionalventil und ein Drucksensor ermöglichen eine elektropneumatische Druckregelung des Anhängersteuerdruckes.

Der rein pneumatisch wirkende Teil des Anhängersteuerventils ist funktionell wie ein konventionelles Anhängerteuerventil (Ansteuerung von Anschluß 42 durch Kreis 1, Abrißsicherung, Drucksteuerung durch Feststellbremsanlage) aufgebaut.

Der pneumatische Steueranschluß wird vom Redundanzanschluß Hinterachse des Bremswertgebers gespeist und steuert erst durch, wenn ein Verhältnis $p_{el}/p_{42} \approx 0,5$ unterschritten wird. Oberhalb dieses Verhältnisses wirkt allein der elektropneumatisch angesteuerte Druck.

Elektrischer-/elektronischer Aufbau

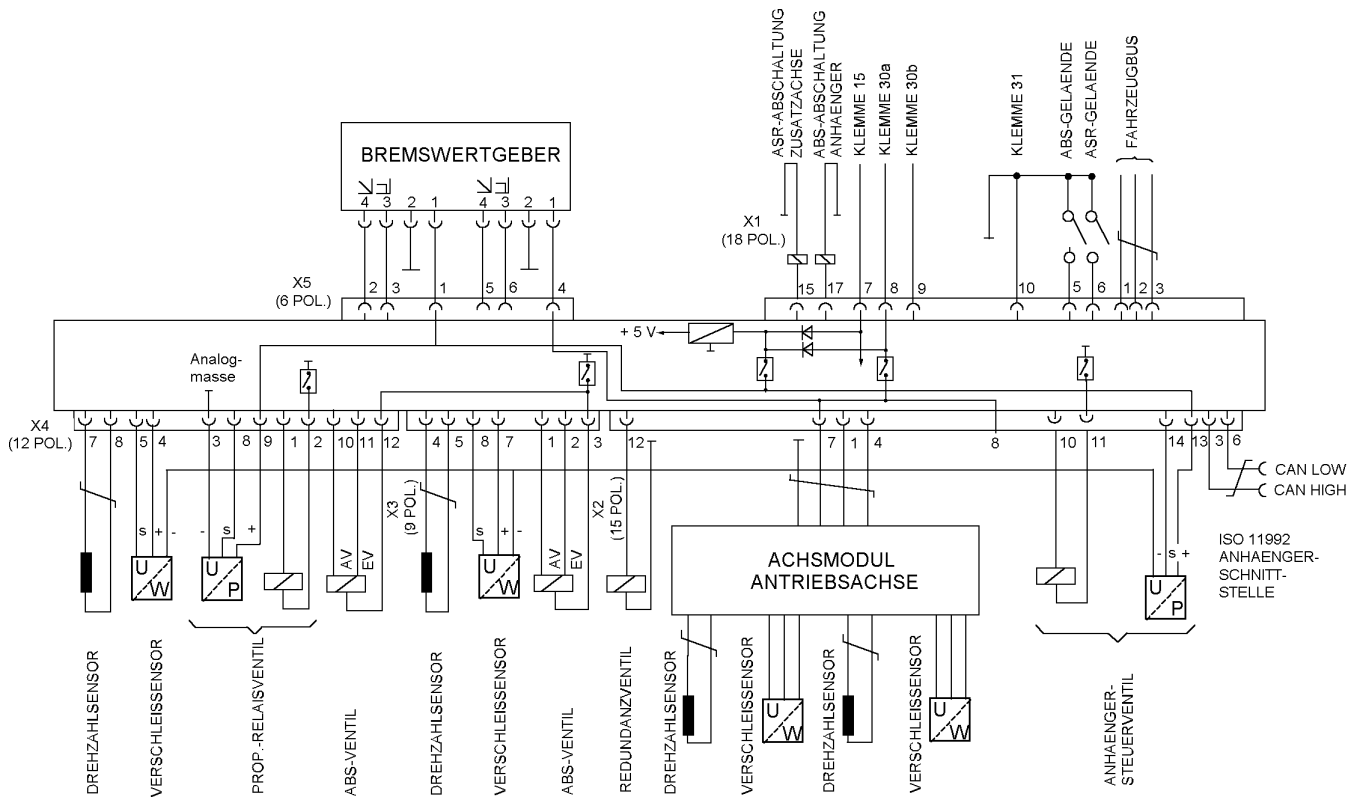


Bild 3 verdeutlicht den elektrischen Systemaufbau

Das elektronisch gesteuerte Bremssystem wird über nicht abgesicherte Zuleitungen zweikreisig elektrisch versorgt.

Klemme 30a:

Spannungsversorgung für das Proportional-Relaisventil, das Anhängersteuerventil und die ABS-Ventile.

Klemme 30b:

Spannungsversorgung für einen Sensor im Bremswertgeber, Achsmodulator und Redundanzventil.

Das Zentralmodul und der andere Bremswertgeberkreis werden von beiden Klemmen versorgt.

Zur Kommunikation mit weiteren Fahrzeugsystemen (Motor, Getriebe, Retarder) verfügt das Zentralmodul über eine Busschnittstelle.

Der Achsmodulator, die ABS-Ventile sowie das Proportional-Relaisventil der Vorderachse und das Anhängersteuerventil sind über in das Zentralmodul integrierte, kurzschlußfeste elektronische Schalter getrennt abschaltbar.

Die Massen der externen Druck- und Verschleißsensoren sind in das Zentralmodul und in den Achsmodulator zurückgeführt. Ein Anschluß an die Fahrzeugmasse ist nicht zulässig. Die Massen der Sensoren des Zentralmoduls werden auf einen Sensormasse-Sternpunkt in der Nähe des Zentralmoduls ($l \leq 1 \text{ m}$) geführt. Ein weiterer Sternpunkt

($l \leq 1 \text{ m}$) dient als Anschlußpunkt für die Leistungsmasse (Redundanzventil, Bremswertgeber, Achsmodulator). Die Masseleitungen der ABS-Ventile werden in das Zentralmodul zurückgeführt, wo sie im Fehlerfall mit einem elektronischen Schalter aufgetrennt werden können.

Die Verbindung zwischen dem Zentralmodul und dem Achsmodulator wird über einen gesondert spezifizierten CAN-Systembus vorgenommen.

Für die Ansteuerung von und den Datenaustausch mit elektrischen Bremssystemen in Anhängerfahrzeugen verfügt das Zentralmodul über eine elektrische Datenschnittstelle nach ISO 11992.

Die Energieversorgung des Anhängersystems erfolgt nicht über das Zentralmodul.

Die Dateninhalte gemäß ISO 11992 Teil 2 werden vom Zentralmodul entsprechend ihrer Bedeutung und Funktion weiterverarbeitet und gemäß Hersteller-Fahrzeughandbuch-Lastenheft zur Kommunikation mit anderen Bus-Teilnehmern ausgetauscht.

Der Bremswertgeber ist elektrisch getrennt 2-kreisig ausgeführt. Über 2 Schalter wird der Betätigungsvorgang erkannt. Die Schalter haben im einzelnen folgende Funktionen zu erfüllen:

- Erkennung des Bremsbeginns
- Einschalten des EBS (wenn Fahrtschalter in Stellung „aus“)
- unbetätigt werden die Offsetwerte der Sollwertensoren kalibriert und überwacht.

Die berührungslosen Wegsensoren liefern den elektrischen Brems Sollwert als pulsweitenmodulierte Signale an das Zentralmodul. Beide Signale des redundanten elektrischen Gebers werden gleichwertig ausgewertet.

Die Bremsdrücke an der Vorderachse und am Kuppelkopf „Brems“ werden mit stromgeregelten Proportional-Relaisventilen geregelt. Die Istdruckensoren sind in die Ventilbaugruppen integriert. Die Istwerte werden als analoge Signale übertragen.

Eine Achslastsensierung ist nicht erforderlich. Der sich je nach Beladungszustand ändernde Differenzschlupf wird mit Hilfe der Raddrehzahlsensoren ermittelt. Die Auswertung und Ansteuerung der Ventile erfolgt über das Zentralmodul.

Das Zentralmodul kann über eine gelbe EBS-Info- und eine rote Warnlampe den Systemzustand anzeigen. Eine weitere gelbe Info-Lampe zeigt die ASR-Funktion an. Die Funktionen und Farben der Lampen kann aber von Fahrzeughersteller zu Fahrzeughersteller unterschiedlich sein. Mercedes-Benz verwendet hier ein Anzeigeelement in der Instrumententafel, das den Systemzustand anzeigt.

Für die Sensierung des Bremsbelagverschleisses sind Potentiometer (evtl. für Trommelbremsen alternativ Endschalter) vorzusehen, die für die Vorderachse vom Zentralmodul eingelesen werden. Die Hinterachsverschleißsensoren werden vom Achsmodulator erfaßt; die Ergebnisse werden via Systembus an die Bremse an das Zentralmodul übergeben. Die Sensoren werden achsweise getrennt mit einer kurzschlußfesten 5V-Spannung versorgt.

Regelfunktionen

Verzögerungsregelung

Die Verzögerungsregelung dient der Anpassung des Bremsdruckniveaus an den Abbremsungswunsch des Fahrers (def. 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) dem 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 Bremsenhyserese. 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.

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 Raddrehzahlsensoren ergibt den differenzierten Schlupf zwischen Vorder- und Hinterachse, die Differenzschlupfregelung. Bei einer optimalen Bremskraftverteilung entsteht im Idealfall kein Differenzschlupf zwischen den Achsen des Zugfahrzeuges. Der Druck an Vorder- und Hinterachse wird so geregelt, daß der Differenzschlupf ungefähr Null ist.

Bremsbelagverschleißregelung

Bei unkritischer Bremsung wird in Abhängigkeit der vorliegenden Verschleißsignale, d.h. einem erfaßten Verschleißunterschied die Bremsdruckverteilung angepaßt. Der Druck der höher verschlissenen Radbremsen wird geringfügig zurückgenommen, der Druck der niedriger verschlissenen Radbremsen um ein adäquates Maß erhöht (bis zu 0,5 bar), so daß die vom Fahrer geforderte Gesamtabbremmung sich nicht verändert.

Anhängersteuerung

Die Anhängeransteuerung erfolgt sowohl elektrisch über die Motorwagen-Anhängerschnittstelle (ISO 11992) als auch pneumatisch über das elektropneumatische Anhängersteuerventil. Auf eine Koppelkraftsensierung wird aus Kostengründen verzichtet. Die Abbremsung im Mo-

torwagen 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.

WABCO hat federführend an der Gestaltung der Normung der elektrischen Motorwagen-Anhängerschnittstelle mitgearbeitet (ISO11992).

In dem EBS integriert sind die bekannten Funktionen:

Antiblockierfunktion (ABS)

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 analog diesem Konzept in ihrem optimalen Bereich geregelt (Individual-Regelung \Rightarrow IR).

Bei 3- und 4-Achsfahrzeugen 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 Vorderachsradbremse nicht unabhängig voneinander derart geregelt, daß dem Fahrer eine Lenkreaktion ermöglicht wird (Modifizierte Individual-Regelung \Rightarrow MIR).

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 eine ABS-Dauerbremsabschaltung durchgeführt, damit die Stabilität gewährleistet bleibt.

Antriebsschlupfregelung (ASR)

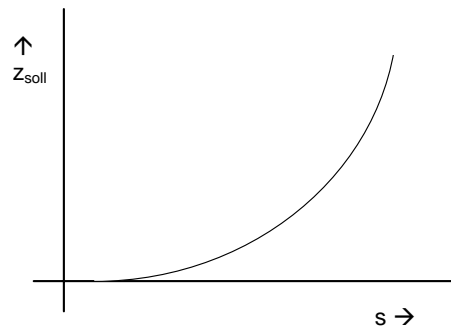
Ähnlich wie bei der ABS-Funktion erkennt die Regelelektronik, ob sich beim Vortrieb die angetriebenen Räder im stabilen Bereich der μ -Schlupf-Kurve befinden.

Zeigen die Räder "Durchdrehneigung", erfolgt über den CAN-Bus und das Motorregel-System eine Anpassung der Motorleistung und/oder eine Abbremsung der Räder der Antriebsachse durch den Achsmodulator. Eine aktivierte ASR-Regelung wird über eine Funktionslampe angezeigt.

Unterstützende Funktionen

Generierung des Bremssollwertes

Der von den Sensoren im Bremswertgeber gemessene Weg des Bremspedals wird an das Zentralmodul übermittelt und dort „aufbereitet“. Dabei wird der Weg entsprechend der in der Grafik dargestellten Kennlinie in eine Sollverzögerung umgerechnet.



Ermittlung des Bremssollwertes

Druckregelung Vorderachse, Hinterachse und elektropneumatische Anhängeransteuerung

Die mit den übergeordneten Regelalgorithmen aus dem Bremssollwert berechneten Solldrücke werden in den Druckregelkreisen Vorder-, Hinterachse und Anhängersteuerung ausgeregelt. Zur Verbesserung der Druckregelungscharakteristika werden die Magnetströme in den Magnetventilen geregelt.

Drehzahlsensierung und Reifenabgleich

Die Sensierung der Raddrehzahlen entspricht der vom ABS bekannten Sensierung. Ein automatischer Reifenabgleich kompensiert Unterschiede der nominellen Reifengrößen und damit der Abrollumfänge zwischen den Achsen. Kommen unzulässige Reifenpaarungen zur Anwendung, wird dies als Fehler erkannt.

Bei Änderungen der Reifengröße wird eine Umparametrierung erforderlich.

1. Einleitung

Durch den wachsenden Markt im Transportgewerbe sind auch die Anforderungen an die konventionellen Motorwagen- und Anhängerbremsanlagen ständig gestiegen. Von modernen Nutzfahrzeugen erwartet man heute, dass sie sicher, effektiv, komfortabel und umweltverträglich arbeiten. Die Einführung eines elektronisch geregelten Bremssystems (EBS) für Anhängfahrzeuge, Trailer-EBS 1998, war ein Schritt, diesen hohen Anforderungen gerecht zu werden. Seit Einführung des Trailer-EBS bis Ende 2002 wurden weltweit 130.000 Fahrzeuge mit WABCO Trailer-EBS ausgerüstet.

1.1 Vorteile eines EBS in Anhängfahrzeugen

- ❑ Optimale Abstimmung der Bremskräfte zwischen Zug- und Anhängfahrzeug.
- ❑ Verkürzte Ansprechzeiten und gleichzeitiges Ansprechen der Radbremsen im gesamten Zugverband.
- ❑ Durch die „elektrische Bremsleitung“ und eine elektronische Druckregelung kann das Zeitverhalten verbessert werden und damit zur Bremswegverkürzung und Erhöhung der Fahrzeugstabilität des Gesamtzuges beitragen.
- ❑ Einführung einer elektronischen ALB-Regelung und damit Ersatz von pneumatischen Ventilen und Einstellarbeiten.
- ❑ Permanente Überprüfung des Bremsbelagverschleißes und Anzeige bei Erreichen der Verschleißgrenze (ab März 2000).
- ❑ Verbesserte Fahr- und Bremsstabilität durch Roll Stability Support (RSS) (ab Dezember 2001).
- ❑ Reduzierung von Einzelkomponenten sowie deren Verbindungselemente (z.B. durch Wegfall der ALB-Regler, Druckverhältnis- und Druckbegrenzungsventile beim Deichselanhänger).
- ❑ Geringerer Aufwand bei der Installation der Bremsanlage durch den Erstausrüster und damit geringere Installationskosten.
- ❑ Höhere Zuverlässigkeit durch umfangreiche Bandenprüfung mit automatischer Sicherung der Prüfergebnisse.
- ❑ Erweiterung der Diagnosemöglichkeiten für das gesamte Bremssystem.

1.2 Funktionsanforderungen

Die elektronisch gesteuerten Bremsanlagen sind mit lastabhängiger Bremsdruckregelung und automatischem Blockierverhinderer ausgerüstet.

Anhängfahrzeuge mit diesen Bremsanlagen dürfen nur hinter Zugfahrzeugen mit erweiterter ISO 7638-1996 Steckverbindung (7polig; 24 V; Zugfahrzeuge mit CAN-Datenleitung) oder Zugfahrzeugen mit ISO 7638-1985 Steckverbindung (5polig; 24 V; Zugfahrzeuge ohne CAN-Datenleitung) betrieben werden.

Dies ist durch eine Eintragung im Fahrzeugbrief zu dokumentieren (In Deutschland unter Ziff. 33).

Das EBS für Anhängfahrzeuge entspricht den Anforderungen des Anhangs X der Richtlinie 71/320/EWG in der Fassung 91/422/ EG und des Anhangs 13 der ECE-Regelung Nr. 13, Änderungsserie 09, Ergänzung 2 sowie §§ 20 und 21 StVZO (Technischer Bericht EB 115.0 vom 11.11.97). Die Unbedenklichkeit des Einsatzes von Verschleißsensoren und die GGVS-Tauglichkeit wurden durch den TÜV überprüft (Gutachterliche Stellungnahme TÜV ATC - TB2002 - 64.00 hinsichtlich der Beurteilung nach §19 Abs.2 der StVZO zur Vorlage bei Fahrzeugkontrollen - TÜV Hessen). Trailer-EBS mit RSS wurde durch den RW-TÜV freigegeben (Technischer Bericht Nr.134.0 bzw. Technical Report No. EB.134.0E).

WABCO Trailer-EBS für Anhängfahrzeuge erfüllt die Anforderungen der Anlage B, Anhang B.2 „Einheitliche Vorschriften für den Bau von Fahrzeugen zur Beförderung gefährlicher Güter einschließlich der Vorschriften für die gegebenenfalls erforderliche Typgenehmigung“ der Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf Straßen (Gefahrgutverordnung Straße -GGVS) vom 27.07.1985 in der Fassung vom 18.07.1995.

1.3 Konfiguration

Folgende ABS-Konfigurationen werden unterstützt:

- **2S/2M**, 2 Drehzahlsensoren und ein Anhängermodulator für 1- bis 3-achsige Sattel- und Zentralachsanhänger mit Luftfederung.
- **4S/2M**, 4 Drehzahlsensoren und ein Anhängermodulator für 2- und 3-achsige Sattel- und Zentralachsanhänger mit Luftfederung.
- **4S/2M+1M**, 4 Drehzahlsensoren, ein Anhängermo-

dulator und ein ABS-Relaisventil für 2- bis 4-achsige Sattel- und 2- und 3-achsige Zentralachsanhänger mit Luftfederung.

- **4S/3M**, 4 Drehzahlsensoren, ein Anhängermodulator und ein EBS-Relaisventil für 2- bis 5-achsige Deichselanhänger und 2- bis 4-achsige Sattel- bzw. 2- und 3-achsige Zentralachsanhänger mit Luftfederung.

2S/1M, 4S/4M und **6S/3M** ABS-Konfigurationen werden **nicht** unterstützt.

Im Anhang „8 C“ (Sensorzuordnung) sind mögliche Konfigurationen von Sensoren und Modulatoren für die verschiedenen Anhängfahrzeuge dargestellt.

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

Bei Mehrachs-Aggregaten wird eine annähernd gleiche Kraftschlussausnutzung dieser Achsen vorausgesetzt. Sind nicht alle Räder sensiert, ist/ sind diejenige(n) Achse(n) mit Sensoren zu versehen, die in der Regel zuerst blockiert/ blockieren.

Mehrachs-Aggregate mit **nur statischem** Achslastaus-

gleich sind so zu bestücken (Bremszylinder, Bremsbellänge, etc.), dass die Räder aller Achsen möglichst gleichzeitig die Blockiergrenze erreichen und ein direkt geregeltes Rad

- nicht mehr als zwei Räder mitregelt; bzw.
- bei Zentralachsanhängern nicht mehr als ein Rad
- oder eine Achse indirekt mitregelt.

1.4 Verwendungsbereich

Fahrzeuge

Ein-/ und mehrachsige Anhängfahrzeuge der Klassen O₃ und O₄ gemäß der EG-Rahmenrichtlinie 70/156/EWG, Anhang II mit Luftfederung, Scheiben- oder Trommelbremsen.

Bremsanlagen

Fremdkraft-Bremsanlagen mit pneumatischer Übertragungseinrichtung gemäß den Vorschriften der StVZO oder EG-Richtlinie 98/12/EG bzw. ECE-Regelung Nr. 13.

Räder und Bereifung

Einfach- und Doppelbereifung.

2. Systemaufbau und Funktion

2.1 Systemaufbau

Das Trailer-EBS besteht aus einem Anhängerbremsventil (1) in dem ein Soll-drucksensor (5) und ein Bremsschalter (6) integriert sein können, einem Anhängermodulator (2) mit integriertem elektronischen Steuergerät, integrierten Drucksensoren (5), integrierten Redundanzventilen (7) und einem Achslastsensor (4) sowie der Verkabelung der Komponenten.

Diese Konfiguration wird, je nach Anzahl der Drehzahl-sensoren (3), als 2S/2M bzw. 4S/2M System bezeichnet (Abbildung 2-1).

Die Erweiterung der Konfiguration 4S/2M um ein ABS-Relaisventil für die Druckregelung einer 3. Achse bei Sattelanhängern (z.B. Lenkachse) wird als 4S/2M+1M System bezeichnet.

Die Erweiterung der Konfiguration 4S/2M um ein EBS-Relaisventil (8) für die Druckregelung der Vorderachse bei Deichselanhängern oder einer 3. Achse bei Sattelanhängern wird als 4S/3M System bezeichnet (Abbildung 2-2).

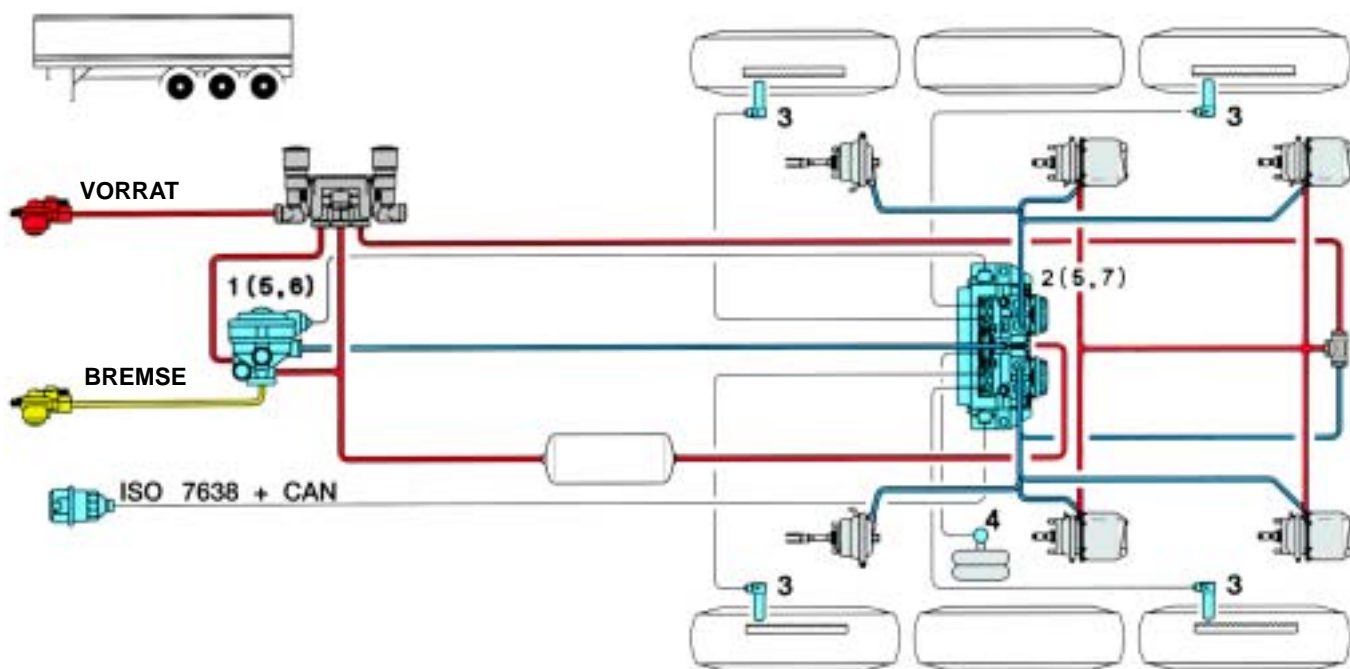


Abbildung 2-1: Bremsschema 4S/2M für Sattelanhänger

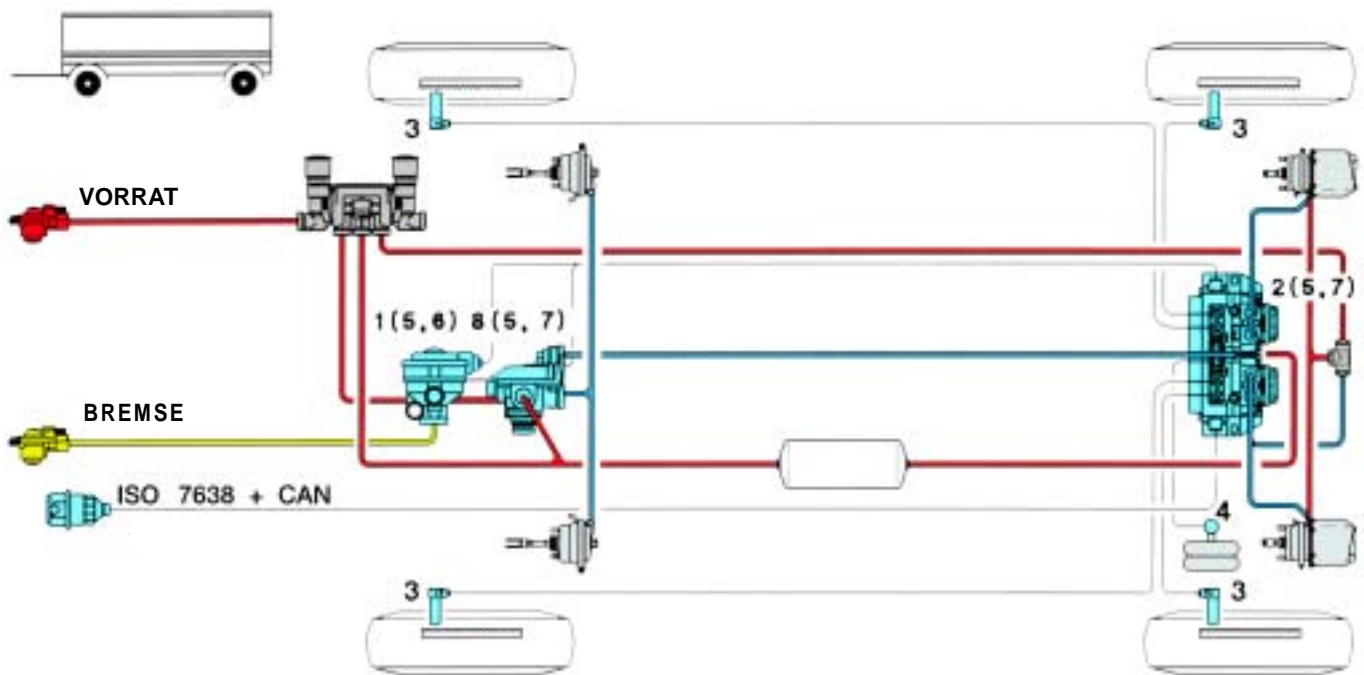


Abbildung 2-2: Bremsschema 4S/3M für Deichselanhänger

2.1.1 Systemgrenzen

Das in dieser Druckschrift beschriebene System umfasst nicht alle Komponenten einer Anhängerbremsanlage. Nicht oder nur indirekt Bestandteil dieser Druckschrift sind:

- a) die Radbremsen einschließlich der Bremszylinder,
- b) die Fahrzeug-Dauerbremsen

- Druckrückhaltung bei abgekuppeltem Anhängfahrzeug
- Ansteuerung der Anhängerbremsanlage im Redundanzfall
- Zur Erfüllung dieser Forderungen wird ein konventionelles oder EBS-Anhängerbremsventil eingesetzt.

2.2 Beschreibung der Komponenten

Im folgenden werden die wesentlichen Merkmale der Systemkomponenten beschrieben.

2.2.1 Anhängerbremsventil

Das Trailer EBS ist ein eigenständig arbeitendes System und arbeitet unabhängig vom Bremssystem des Motorwagens. Die speziellen gesetzlichen Forderungen an Anhängerbremsanlagen müssen eingehalten werden. Dazu zählen u.a.:

- automatisches Einbremsen des Anhängfahrzeuges beim Abkuppeln/Abriß der Anhängervorratsleitung
- automatisches Einbremsen des Anhängfahrzeuges bis ca. 3,5 bar beim Befüllen der Anhängerdruckluftanlage und Lösen der Bremse bei Überschreitung des Druckwertes

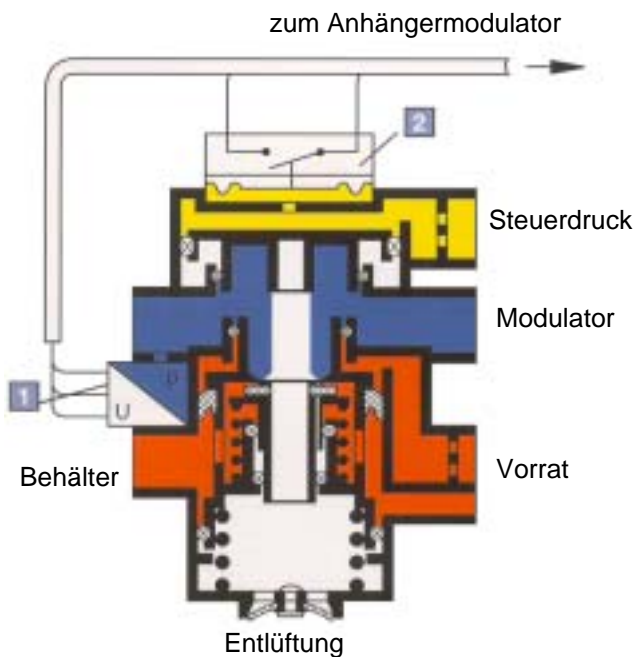
2.2.1.1. EBS-Anhängerbremsventil 971 002 801 0



Das EBS-Anhängerbremsventil kann für alle Trailer EBS-Anlagen der C-Generation verwendet werden. In

das EBS-Anhängerbremsventil ist ein Solldrucksensor integriert. Er dient zur Sollwertvorgabe (Bremswunsch des Fahrers) bei einem EBS-Betrieb hinter konventionellen Zugfahrzeugen. Weiterhin ist ein Solldruckschalter (Bremschalter) integriert. Er dient zur Überwachung des Solldrucksensors sowie zur Erkennung des Vorratsleitungsabrisses. Die elektrische Auswertung und Überwachung erfolgt durch den Anhängermodulator.

Um ein optimales Zeitverhalten zu erzielen, sollte das EBS-Anhängerbremsventil möglichst dicht hinter den Kupplungsköpfen eingebaut werden.



Funktionsweise des EBS-Anhängerbremsventils

Im Servicefall ist der Austausch des Anhängerbremsventils nicht immer unbedingt erforderlich.

Bei Auftreten der Fehler "EBS-Anhängerbremsventil / Schalter (246/05)", "EBS-Anhängerbremsventil (77/11)" + "Ausfall der Sollwertgewinnung (76/12)", "EBS-Anhängerbremsventil / Schalter (246/04)" und "EBS-Anhängerbremsventil / Schalter / Restdruck (246/14)" stellt die Verwendung des Reparatursatzes 971 002 920 2 eine kostengünstige Alternative dar.

2.2.1.2 Anhängerbremsventil 971 002 301 0 und ...310 0



Für Anhängerfahrzeuge, die mit einem Anhängermodulator ab Fertigungsdatum KW 49/02 auf dem Typenschild (d.h. Trailer EBS C3-Generation) ausgestattet sind, ist der Einbau des konventionellen Anhängerbremsventils 971 002 301 0 möglich. In diesem Fall muss zusätzlich ein Drucksensor 441 040 013 0 oder ...015 0 zur Sollwertgewinnung für den Anhängermodulator an den Anschluss 2 des Anhängerbremsventils verbaut werden. Diese Kombination kann bereits vormontiert unter der WABCO-Teilenummer 400 600 010 0 bestellt werden.

Wird diese Möglichkeit als Austausch für das EBS-Anhängerbremsventil 971 002 802 0 gewählt, muss außerdem noch das Kabel für den Drucksensor aufgrund einer anderen Steckerkodierung getauscht werden - zum Einsatz kommt das Kabel 449 473 000 0.

Die Funktion des konventionellen Anhängerbremsventils mit Drucksensor ist beim Bremsvorgang der des EBS-Anhängerbremsventils identisch. Der wesentliche Unterschied des konventionellen Anhängerbremsventils mit Drucksensor zum EBS-Anhängerbremsventil besteht darin, dass im konventionellen Anhängerbremsventil mit Drucksensor kein Solldruckschalter vorhanden ist, welcher dem Anhängermodulator durch Schließen den Beginn bzw. durch Öffnen das Ende eines Bremsvorgangs anzeigt. Mit Einführung der Trailer EBS C3-Generation d.h. des konventionellen Anhängerbremsventils mit Drucksensor, wird dem Anhängermodulator der Bremsbeginn durch Überschreiten bzw. das Bremsende durch Unterschreiten einer bestimmten Druckschwelle mitgeteilt.

2.2.2 EBS-Anhängermulator 480 102 0.. 0



Der Anhängermodulator dient zur Regelung und Überwachung der elektropneumatischen Bremsanlage.

Der Anhängermodulator wird in der elektropneumatischen Bremsanlage zwischen Vorratsbehälter bzw. EBS-Anhängerbremventil und Bremszylinder in der Nähe der Achsen am Fahrzeugrahmen eingebaut (z.B. bei einem 3-Achs Sattelanhänger am Querträger über der zweiten Achse). Er regelt den Bremszylinderdruck auf beiden Seiten einer, zweier oder dreier Achsen.

Der Anhängermodulator verfügt über zwei pneumatisch unabhängige Druckregelkanäle mit einem Belüftungs- (2) und Entlüftungsventil (3), Redundanzventil (6), Drucksensor (5) und einer gemeinsamen Regelelektronik (4). Die Sollverzögerung des Fahrzeuges wird aus dem CAN-Sollwert – bei verfügbarer Anhängerschnitt-

stelle – ermittelt. Ansonsten wird die Sollverzögerung aus dem empfangenen Drucksignal des EBS-Anhängerbremventiles gebildet.

Ein Anschluss für einen Achslastsensor befindet sich am Anhängermodulator. In Abhängigkeit der Beladung des Fahrzeugs wird die Bremskraft modifiziert. Zusätzlich werden die Radgeschwindigkeiten über bis zu vier Drehzahlsensoren erfasst und ausgewertet. Bei Blockierneigung wird der für die Bremszylinder vorgegebene Bremsdruck durch den ABS-Regelkreis geregelt.

Der Anhängermodulator verfügt über einen elektrischen Anschluss für ein ABS- oder EBS-Relaisventil. Über diesen Anschluss können die Bremszylinderdrücke einer Achse separat geregelt werden.

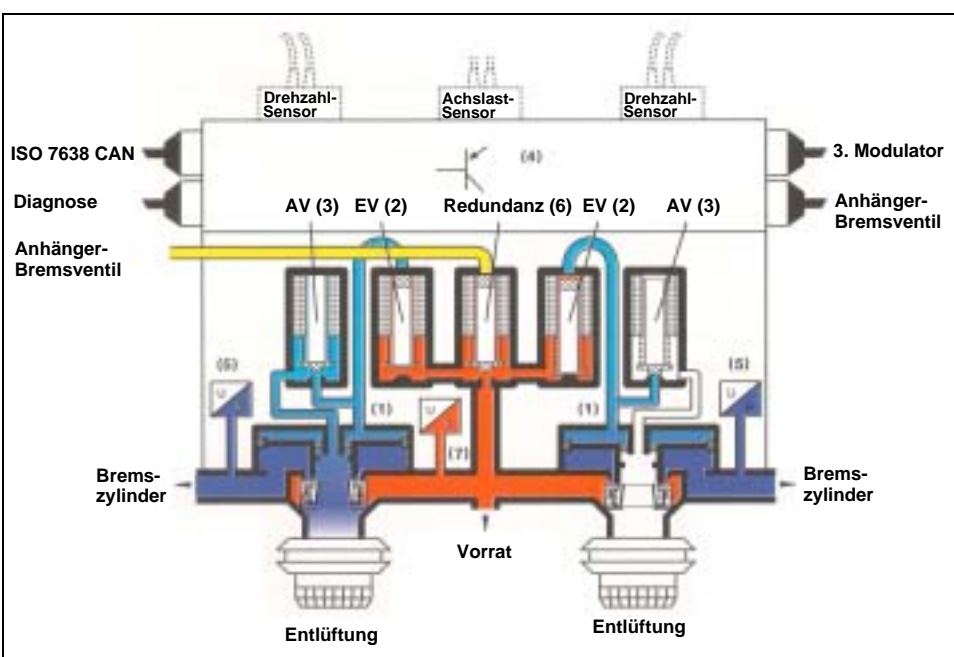
Der Vorratsdruck wird durch einen integrierten Drucksensor sensiert. Bei einem Vorratsdruck unter 4,5 bar wird der Fahrer durch die Warnlampen gewarnt.

Für die Diagnose des Anhängermodulator ist eine bidirektionale Datenschnittstelle nach ISO 14230 (KWP 2000) vorgesehen.

Der Anhängermodulator kommuniziert bei erweiterter ISO-7638 Steckvorrichtung (7 polige Schnittstelle mit CAN-HIGH und CAN-LOW-Datenbus) mit dem Motorwagen über die elektrische Anhängerschnittstelle nach ISO 11992.

Einbaulage (Siehe Abb. 2-8):

Entlüftung nach unten, generell max.15° aus der Senkrechten geneigt (einschränkend bei gewünschter RSS-Funktion: max. 3° um die Fahrzeuglängs- (=Δβ) und -



Funktionsweise des EBS-Anhängermulators

22 Grundlehrgang | Komponenten Trailer-EBS

hochachse (=Δv) geneigt, sowie max. 2000mm vor oder hinter der Mitte des Achsträgers (=ΔX) sowie max.

300mm in Fahrtrichtung neben der Achsmittle(=ΔY))

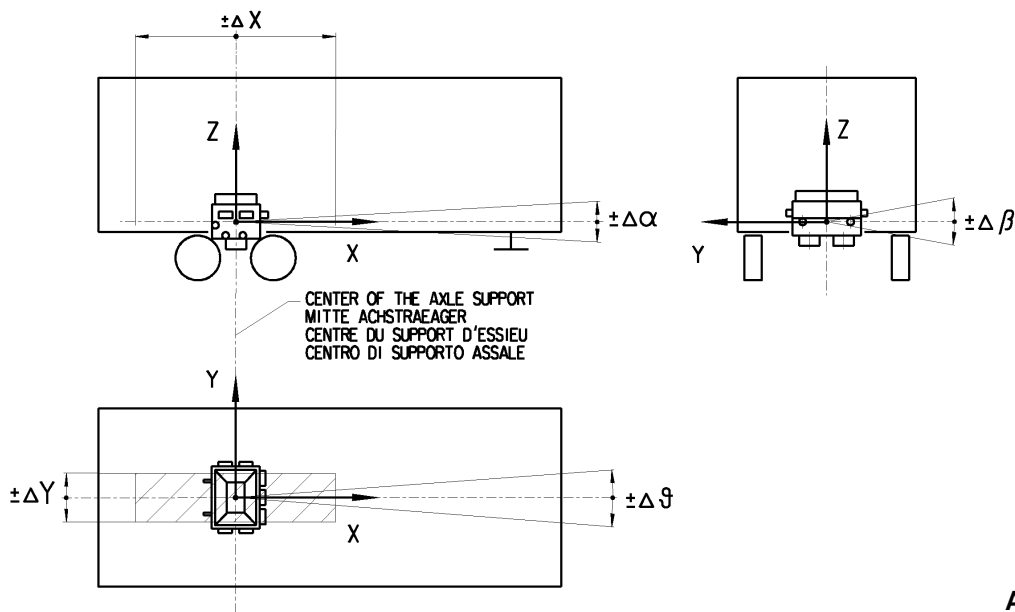


Abb. 2-8

Ein Einbau in einem geschlossenen Raum (z.B.Kasten) ist nicht gestattet. Beim Einbau muss auf die Einhaltung eines ausreichenden Abstandes zu stark wärmeabstrahlenden Komponenten geachtet werden, um eine Umströmung mit heißer Luft auszuschließen.

Zur Zeit existieren 5 verschiedene Abwandlungen des Anhängermodulators. Sie sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet. In dieser Tabelle sind die für jede Abwandlung typischen Merkmale gekennzeichnet.

Tabelle: Funktionalität/Service für Trailer EBS / Anhängermodulator 480 102 0.. 0

WABCO-Nr. 480 102 000 0		... 001 0		... 002 0		... 004 0	... 005 0
TEBS- Generation	EBS-C2 bis KW48/01	EBS-C3 ab KW49/01	EBS-C2 bis KW48/01	EBS-C3 ab KW49/01	EBS-C2 bis KW48/01	EBS-C3 ab KW49/01	EBS-C3 ab KW49/01	EBS-C3 ab KW49/01
ABS- Konfiguration	4S/3M	4S/3M	4S/3M	4S/3M	4S/3M	4S/3M	4S/3M	4S/3M
Batterieladung			X	X			X	
nur mit TCE verwenden					X	X		X
RSS							X	X
Verschleißeingang	X	X	X	X			X	
Schaltausgang 1	X	X	X	X			X	
Schaltausgang 2	X	X	X	X			X	
ILS	X	X	X	X			X	

2.2.3 EBS-Relaisventil 480 207 ... 0

Das EBS-Relaisventil wird im elektropneumatischen Bremssystem als Stellglied zum Aussteuern der Bremsdrücke an der Vorderachse bei Deichselanhängern oder einer 3. Achse bei Sattelanhängern eingesetzt.

Das EBS-Relaisventil besteht aus einem Relaisventil mit zwei Magnetventilen (Einlass-/ Auslassventil), einem Redundanzventil und einem Drucksensor. Die elektrische Ansteuerung und Überwachung erfolgt durch den Anhängermodulator.



2.2.4 ABS-Relaisventil 472 195 0.. 0

Das von konventionellen Bremssystemen bekannte ABS-Relaisventil und ein Doppelryckschlagventil werden im elektropneumatischen Bremssystem als Stellglied zum Aussteuern der Bremsdrücke an einer Lenkachse bei Sattelanhängern eingesetzt. Die elektrische Ansteuerung und Überwachung erfolgt durch den Anhängermodulator.



2.2.5 Liftachsventil 463 084 010 0

Mit dem von konventionellen Bremssystemen bekannten Liftachsventil können bis zu zwei Liftachsen automatisch in Abhängigkeit von der aktuellen Achslast vom Trailer EBS gesteuert werden. Die elektrische Ansteuerung und Überwachung erfolgt durch den Anhängermodulator.



2.2.6. ECAS 446 055 066 0



Dem Trailer EBS kann eine elektronische Luftfederanlage ECAS nachgeschaltet sein. Die elektrische Ansteuerung und Überwachung erfolgt durch den Anhängermodulator. Wenn ECAS verbaut ist, kann am Anhängermodulator (Abwandlung 480 102 001 0 oder ...004 0) eine Batterie angeschlossen sein, über die ECAS ohne angeschlossenen Motorwagen betrieben werden kann.

Im Ersatzfall ist auch die Verwendung des Anhängermodulator 480 102 014 0 (Trailer EBS D-Generation) möglich.

Nähere Informationen zum ECAS sind der Druckschrift 815 000 186 3 zu entnehmen.

2.2.7. ELM 474 100 001 0



Dem Trailer EBS kann ein elektronisches Luftfedermodul ELM nachgeschaltet sein. Die elektrische Ansteuerung und Überwachung erfolgt durch den Anhängermodulator. Wenn ELM verbaut ist, kann am Anhängermodulator (Abwandlung 480 102 001 0 oder ...004 0) eine Batterie angeschlossen werden.

Im Ersatzfall ist auch die Verwendung des Anhängermodulator 480 102 014 0 (Trailer EBS D-Generation) möglich.

Nähere Informationen zum ELM sind der Druckschrift 815 000 348 3 zu entnehmen.

2.2.8. TCE 446 122 000 0



Dem Trailer EBS kann eine Trailer Central Electronic (TCE) vorgeschaltet sein. Die elektrische Versorgung und Überwachung des Trailer EBS erfolgt über die TCE. Wenn eine TCE verbaut ist, darf nur der Anhängermodulator 480 102 002 0 (ohne RSS-Option) bzw. 480 102 005 0 (mit RSS-Option) verwendet werden, die Verwendung anderer Modulatoren führt zu einer Fehlermeldung seitens der TCE. Im Ersatzfall ist auch die Verwendung des Anhängermodulator 480 102 015 0 (Trailer EBS D-Generation) möglich. Bei der Inbetriebnahme wird zu-

erst das Trailer EBS und anschließend die TCE in Betrieb genommen

Nähere Informationen zu TCE sind der Druckschrift 815 000 329 3 zu entnehmen.

2.2.9 Achslastsensor 441 040 ... 0

Mit dem Achslastsensor (Drucksensor) wird der Balgdruck der Luftfederanlage gemessen. In Abhängigkeit des Balgdruckes wird eine lastabhängige Bremskraftregelung durchgeführt. Die elektrische Auswertung und Überwachung erfolgt durch den Anhängermodulator.

Der Achslastsensor muss den Balgdruck einer nicht liftbaren Achse messen; bei Deichselanhängern muss der Achslastsensor immer den Balgdruck, der durch den Anhängermodulator geregelten Achse erfassen.

Bei Luftfederungsanlagen mit einem Luftfederventil kann der Achslastsensor an einem beliebigen Luftfederbalg angeschlossen werden.

Bei Luftfederungsanlagen mit zwei Luftfederungsventilen (seitenweise Regelung des Niveaus) ist dem Achslastsensor über ein Zweiwegeventil der höhere Balgdruck zuzuführen.

Im Servicefall kann der Drucksensor 441 040 007 0 durch den Drucksensor 441 040 013 0 oder ...015 0 ersetzt werden.

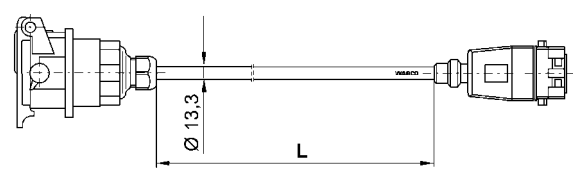
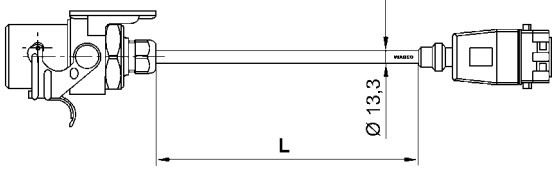
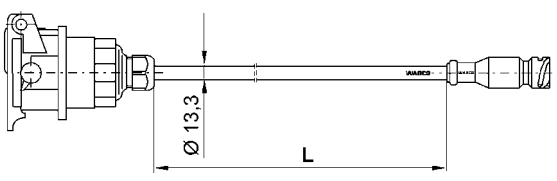
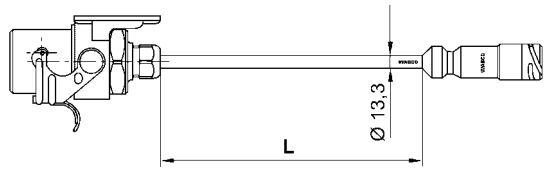
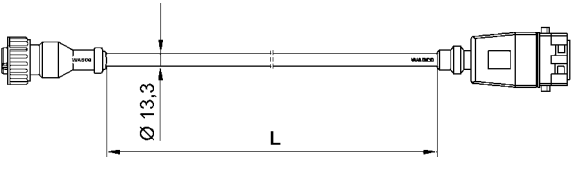
2.2.10 ABS-Sensor 441 032 ... 0



Im Trailer EBS werden vornehmlich ABS-Sensoren des Typs S_{plus} (Abwandlung 441 032 808 0 bzw. ...809 0) eingesetzt. In älteren Anhängerfahrzeugen können auch noch ABS-Sensoren des Typs S (Abwandlung 441 032 578 0 bzw. ...579 0) verbaut sein. Innerhalb eines Fahrzeugs ist ein Mischeinbau, d.h. ABS-Sensoren des Typs S und S_{plus} , möglich. Die für die ABS-Sensortypen aufgeführten Abwandlungen unterscheiden sich lediglich in der Kabellänge. Bei einem Austausch wird empfohlen, das Sensorset 441 032 921 2 bzw. 441 032 922 2 zu verwenden. Die eingesetzten Drehzahlsensoren müssen der WABCO-Spezifikation entsprechen oder durch WABCO freigegeben sein.

2.3 Kabelübersicht

Versorgungskabel

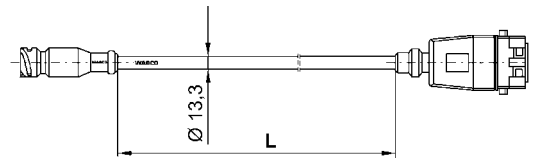
für Sattelanhänger (24V)					
	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung		
	449 172 090 0	9	EBS- Elektronik „Power“	Steckdose ISO 7638	
	449 172 120 0	12			
	449 172 130 0	13			
	449 172 150 0	15			
für Deichselanhänger (24V)					
	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung		
	449 272 090 0	9	EBS- Elektronik „Power“	Stecker ISO 7638	
	449 272 100 0	10			
	449 272 120 0	12			
für Sattelanhänger (in Verbindung mit 449 333 ...0) (24V)					
	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung		
	449 133 120 0	12	Steckdose ISO 7638	Kupplung 7-adrig Gegenstück zu 449 333 ... 0	
	449 133 150 0	15			
für Deichselanhänger (in Verbindung mit 449 333 ...0) (24V)					
	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung		
	449 233 100 0	10	Stecker ISO 7638	Kupplung 7-adrig Gegenstück zu 449 333 ... 0	
	449 233 140 0	14			
	449 233 180 0	18			
449 333 (in Verbindung mit 449 133 ... 0 oder 449 233 ... 0)					
	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung		
	449 333 003 0	0,3	EBS- Elektronik „Power“	Kupplungs Steckdose 7-adrig Gegenstück zu 449 133 ... 0 449 233 ... 0	
	449 333 025 0	2,5			

22 Grundlehrgang | Komponenten Trailer-EBS

für Sattelanhänger (in Verbindung mit 449 335 ...0) (24V)

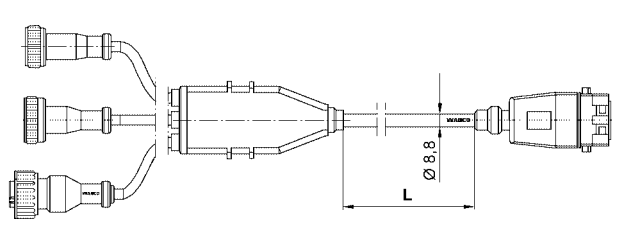
	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung	
	449 135 005 0	0,5	Steckdose ISO 7638	Kupplung 7-adrig Gegenstück zu 449 335 ... 0

499 335 (in Verbindung mit 449 135 ... 0)

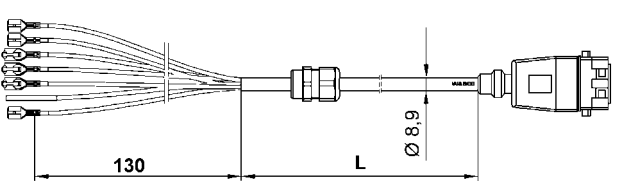
	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung	
	449 335 110 0	11	EBS- Elektronik „Power“	Kupplung 7-adrig Gegenstück zu 449 135 ... 0
	449 335 140 0	14		

Magnetventilkabel

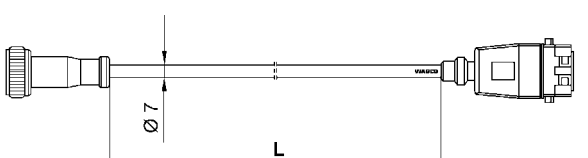
Relaisventil (Deichselanhänger) (3. Modulator)

	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung	
	449 372 030 0	3	EBS- Elektronik „Modulator“	Steckdosen Kostal 1x M24x1 1x M27x1 1x DIN 72585 B1-3.1-Sn/K1
	449 372 060 0	6		
	449 372 080 0	8		
	449 372 120 0	12		
449 372 130 0	13			

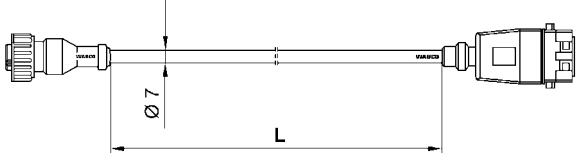
EBS-ECAS

	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung	
	449 382 010 0	1	EBS- Elektronik „Diagnose“	PG 11 7-adrig 3 x 1,5 mm ² 4 x 0,5 mm ² 6 davon mit Kabelhülsen
	449 382 015 0	1,5		
	449 382 060 0	6		
	449 382 080 0	8		
449 382 090 0	9			

für ABS-Relaisventil (3. Modulator)

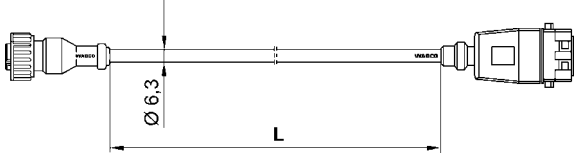
nicht für Neukonstruktionen verwenden	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung	
	449 426 020 0	2	EBS- Elektronik „Modulator“	Steckdose Kostal M 24x1
	449 426 030 0	3		
	449 426 040 0	4		
	449 426 080 0	8		

für ABS-Relaisventil (3. Modulator)

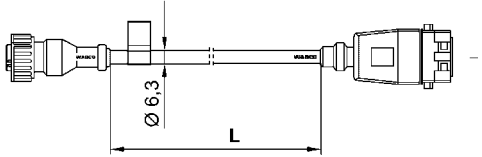
	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung	
	449 427 020 0	2	EBS- Elektronik „Modulator“	Steckdose Bajonett DIN 72585 B1-3.1-Sn/K1
	449 427 030 0	3		

Anhänger-Bremsventil

nur für Anhänger-Bremsventil 971 002 802 0

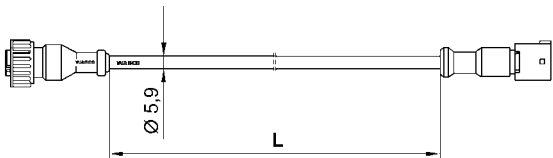
	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung	
	449 472 030 0	3	EBS- Elektronik „REV“	Steckdose Bajonett DIN 72585 B2-4.1-Sn/K1
	449 472 035 0	3,5		
	449 472 050 0	5		
	449 472 080 0	8		
	449 472 120 0	12		
	449 472 130 0	13		
449 472 145 0	14,5			

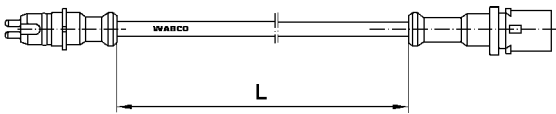
Anschluss zum ext. Bremsdrucksensor und für Anhänger-Bremsventil 971 002 301 0

	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung	
	449 473 010 0	1	EBS- Elektronik „REV“	Steckdose Bajonett DIN 72585 B1-4.1-Sn/K1
	449 473 030 0	3		
	449 473 050 0	5		
	449 473 080 0	8		
	449 473 120 0	12		
	449 473 130 0	13		
449 473 145 0	14,5			

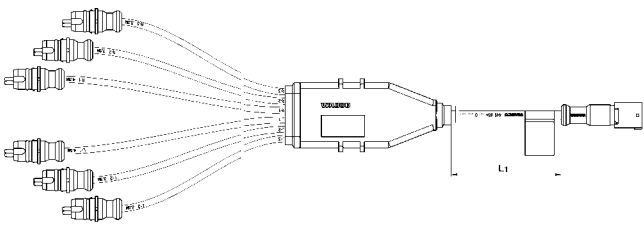
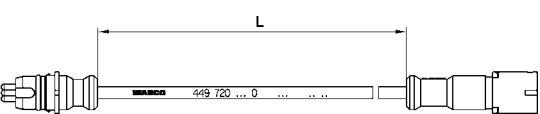
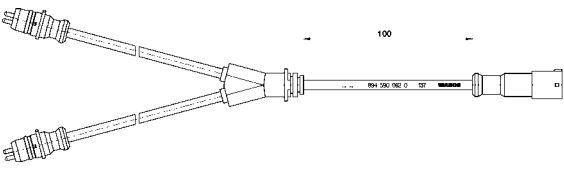
Sensorkabel

für Drucksensor (externer Achslastsensor)

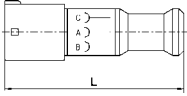
	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung	
	449 752 010 0	1	EBS- Elektronik	Steckdose Bajonett DIN 72585 B1-3.1-Sn/K1
	449 752 020 0	2		
	449 752 030 0	3		
	449 752 050 0	5		
	449 752 060 0	6		
	449 752 080 0	8		
	449 752 100 0	10		
449 752 120 0	12			

Verlängerungskabel				
	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung	
	449 712 008 0	0,8	Stecker	Steckdose
	449 712 018 0	1,8		
	449 712 023 0	2,3		
	449 712 030 0	3		
	449 712 035 0	3,5		
	449 712 038 0	3,8		
	449 712 040 0	4		
	449 712 051 0	5,1		
	449 712 060 0	6		
	449 712 064 0	6,4		
	449 712 070 0	7		
	449 712 080 0	8		
	449 712 090 0	9		
	449 712 100 0	10		
	449 712 120 0	12		
	449 712 130 0	13		
449 712 150 0	15			
449 712 200 0	20			

EBS-Verschleißanzeige

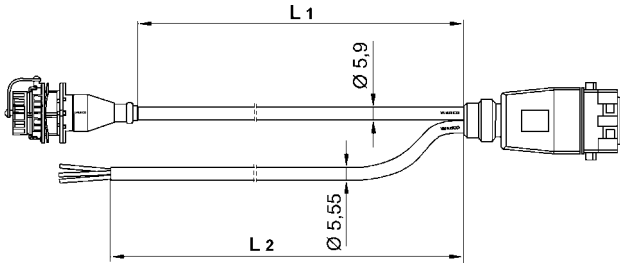
Kabel vom EBS Modulator zum Bremssattel				
	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung	
	449 834 013 0	1,3	Kupplungs- dose	Kupplungs- stecker
Verlängerungskabel				
	449 720 010 0	1	Kupplungs- dose	Kupplungs- stecker
	449 720 050 0	5		
Kabel Y-Verteiler				
	894 590 082 0	1	Kupplungs- dose	Kupplungs- stecker

Stopfen (erforderlich für zu verschließende Kabelenden)

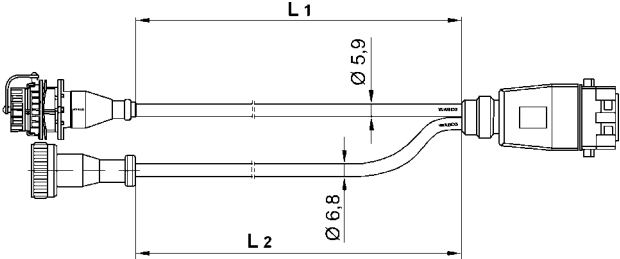
	Bestellnummer	L in m		
	441 902 312 2	0,56		

Diagnosekabel

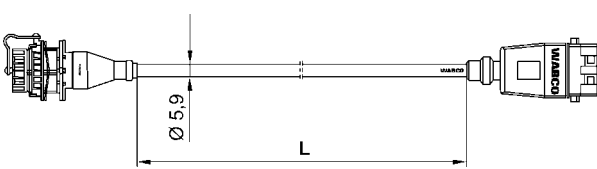
für Diagnose und ISS oder ILS

	Bestellnummer	L1 in m	L2 in m	Kabelenden-Ausführung		
	449 614 148 0	3	3	EBS- Elektronik „Diagnose“	Steckdose Diagnose	3 adrig 3 x 0,75 mm ²
	449 614 153 0	6	3			
	449 614 253 0	6	6			
	449 614 295 0	8	8			

für Diagnose und Liftachsventil

	Bestellnummer	L1 in m	L2 in m	Kabelenden-Ausführung		
	449 624 113 0	6	2	EBS- Elektronik „Diagnose“	Steckdose Diagnose	Steckdose M 27x1

für Diagnose

	Bestellnummer	L in m	Kabelenden-Ausführung	
	449 672 030 0	3	EBS- Elektronik „Diagnose“	Steckdose Diagnose
	449 672 040 0	4		
	449 672 050 0	5		
	449 672 060 0	6		
449 672 080 0	8			

EBS-Modulator

	Bestellnummer	Anschlussabdeckung
	894 110 139 2	mit Dichtring für Steckergehäuse
	441 032 043 4	für Sensor

Für das Trailer EBS sind vorkonfektionierte Kabel zu verwenden. Diese zeichnen sich durch angespritzte Stecker aus. Die verschiedenen Kabeltypen liegen in verschiedenen Längenabstufungen vor.

2.4 Komponenten

Neben den aufgeführten Kabel kommen folgende Komponenten zum Einsatz:

Benennung	Bestellnummer	Bemerkung
Anhängermodulator	480 102 000 0	für Fahrzeugkonfiguration bis 4S/3M; nicht mit TCE verwenden; keine Batterieladefunktion, kein RSS
Anhängermodulator	480 102 001 0	für Fahrzeugkonfiguration bis 4S/3M; nicht mit TCE verwenden; Batterieladefunktion, kein RSS
Anhängermodulator	480 102 002 0	für Fahrzeugkonfiguration bis 4S/3M; nur mit TCE verwenden, kein RSS
Anhängermodulator	480 102 004 0	für Fahrzeugkonfiguration bis 4S/3M; nicht mit TCE verwenden; Batterieladefunktion, RSS
Anhängermodulator	480 102 005 0	für Fahrzeugkonfiguration bis 4S/3M; nur mit TCE verwenden, RSS
EBS-Relaisventil	480 207 001 0	
EBS-Anhängerbremsventil	971 002 802 0	
Anhängerbremsventil-Modul	400 600 010 0	Kombination von Anhängerbremsventil 971 002 301 0 und Drucksensor 441 040 015 0
ABS-Relaisventil	472 195 020 0	
Achslastsensor	441 040 007 0	ältere Standardausführung; ersetzt durch 441 040 013 0
Achslastsensor	441 040 008 0	Ausführung mit O-Ring
Achslastsensor	441 040 010 0	Scania-Ausführung
Achslastsensor	441 040 013 0	neue Standardausführung; Ersatz für 441 040 007 0
Achslastsensor	441 040 015 0	Ausführung mit O-Ring und Raufossverschraubung
Zweiwegeventil	434 208 02. 0	Überlastschutz der TRISTOP-Zylinder
Schnelllöseventil	973 500 051 0	Überlastschutz der TRISTOP-Zylinder mit Schnelllösefunktion
Anhängerröseventil	463 034 005 0	Lösen der Vorderachse bei Deichselanhängern
Doppellöseventil	963 001 051 0	Lösen der Bremsanlage und Einlegen/Lösen der TRISTOP-Zylinder

Weitere Komponenten der elektropneumatischen Bremsanlage sind

- Bremszylinder
- Vorratsbehälter
- Verrohrung

Diese entsprechen im wesentlichen den Komponenten einer konventionellen pneumatischen Bremsanlage.

3. Systembeschreibung

3.1 Elektropneumatische Funktion

Das EBS für Anhängerfahrzeuge wird elektrisch über Pin 2 der ISO 7638 Steckverbindung (Kl. 15) eingeschaltet. Unmittelbar nach dem Einschaltvorgang wird ein Systemcheck (lautlos) durchgeführt.

Hinweis: Während des Einschaltvorgangs kann die ABS Funktion eingeschränkt funktionsfähig sein, da erst nach Fahrtbeginn eine dynamische Überprüfung der ABS-Sensoren erfolgen kann.

Das System ist spätestens 150 ms nach dem Einschalten betriebsbereit. Wird das System ausgeschaltet, findet nur bei verbauten ECAS-Systemen ein Nachlauf von 5 s statt.

Für die elektropneumatische Ansteuerung werden bei Bremsbeginn die integrierten Redundanzventile bestrahlt, so dass der pneumatische Steuerdruck des Anhängerbremsventils weggeschaltet ist und dann Vorratsdruck an den Einlassventilen der Modulatoren ansteht. Damit ist eine Druckregelung bis Vorratsdruck möglich.

Die Sollwertvorgabe für das Anhänger-EBS erfolgt vorrangig über die elektrische Anhängerschnittstelle nach ISO 11992 (CAN). Ist diese Schnittstelle nicht verfügbar, erfolgt die Sollwertvorgabe durch den im Anhängerbremsventil integrierten Drucksensor.

Die Druckaussteuerung erfolgt durch Druckregelkreise mit getakteten Relaisventilen. Zur Anpassung der Bremskräfte an verschiedene Beladungszustände werden die Achslasten bei luftgedephten Fahrzeugen durch Sensierung der Balgdrücke gemessen.

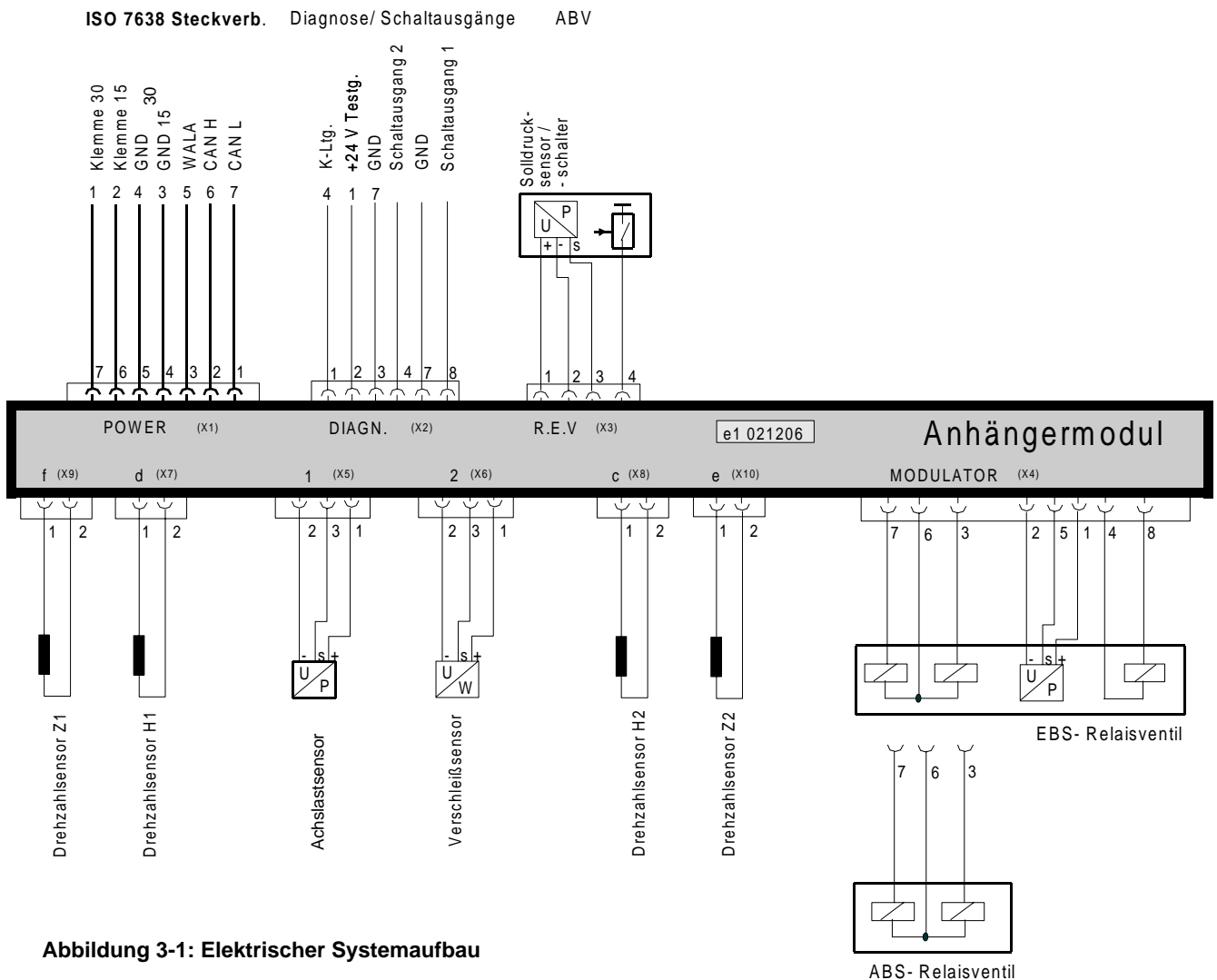


Abbildung 3-1: Elektrischer Systemaufbau

3.2 Pneumatische Redundanz

Bei Systemfehlern, die eine Teilabschaltung des Gesamtsystems erfordern, wird der pneumatische Steuerdruck auf die geöffneten Einlassventile und geschlossenen Auslassventile der Modulatoren geschaltet, so dass der Bremsdruck rein pneumatisch, jedoch ohne Berücksichtigung der Achslasten (ALB), eingesteuert werden kann. Die ABS-Funktion wird solange wie möglich aufrechterhalten. Dem Fahrer wird durch eine Warnlampe der Zustand des Systems über Pin 5 der ISO 7638 Steckverbindung angezeigt (Die Anzeige der Warnlampe richtet sich nach den gültigen gesetzlichen Vorschriften).

3.3 Elektrischer/ Elektronischer Systemaufbau

Die Abbildung 3-1 verdeutlicht den elektrischen Aufbau einschließlich der elektrischen Verbindungsleitungen.

Der Anhängermodulator wird über abgesicherte Zuleitungen von der Steckvorrichtung nach ISO 7638 (Kl. 15 und Kl. 30) versorgt.

Die elektrische Datenverbindung zwischen dem Motorwagen und dem Anhängermodulator ist über die Anhängerschnittstelle nach ISO 11992 (PIN 6+7 ISO 7638) realisiert. Die Dateninhalte werden vom Anhängermodulator entsprechend ihrer Bedeutung und Funktion weiterverarbeitet.

Für die Ermittlung des Sollwertes hinter Zugmaschinen ohne EBS ist ein Drucksensor und ein Schalter in dem Anhängerbremsventil integriert. Der Sensor wird vom Anhängermodulator mit Spannung versorgt. Der Sollwert ist als analoges Signal ausgeführt. Der Schalter stoppt bei einem Druckanstieg in der Steuerleitung die Offsetermittlung der zur Regelung erforderlichen Drucksensoren. Weiterhin ist es möglich, den Sollwert auf Plausibilität zu überwachen. Der Schalter schaltet bei einem Druckanstieg in der Steuerleitung den Elektronikzugang gegen Masse.

Die pneumatische Redundanz wird mit in dem Anhängermodulator integrierten 3/2-Wege Magnetventilen realisiert. Zu Beginn jedes Bremszyklusses schaltet der Anhängermodulator die Magnetventile und damit die redundante Ansteuerung weg.

Der Druck der Vorderachse eines Deichselanhängers oder der 3. Achse eines Sattelanhängers wird mit einem elektropneumatischem EBS-Relaisventil geregelt. Ein Istdrucksensor sowie ein 3/2-Wege Magnetventil sind in der Ventilbaugruppe integriert. Der Istdrucksensor wird vom Anhängermodulator mit Spannung versorgt.

Der Druck der 3. Achse (Nachlauf-Lenkachse) eines Sattelanhängers kann auch mit einem ABS-Relaisventil geregelt werden.

Die elektrische Versorgung sämtlicher aktiver Sensoren erfolgt gemeinsam über kurzschlußfeste Ausgänge vom Anhängermodulator.

Für die Sensierung der Achslast ist ein Drucksensor vorgesehen, der vom Anhängermodulator ausgewertet wird. Der Sensor wird vom Anhängermodulator mit Spannung versorgt.

Ein Vorratsdrucksensor sowie zwei Istdrucksensoren sind in dem Anhängermodulator integriert.

Für die Verschleißsensierung ist ein Wegsensor vorgesehen, der vom Anhängermodulator ausgewertet wird. Der Sensor wird vom Anhängermodulator mit +5V versorgt. Das Verschleißsignal ist als analoges Signal ausgeführt.

Für andere Systeme im Anhängfahrzeug werden zwei Schaltausgänge zur Verfügung gestellt, deren Funktionsweise mit einem Diagnosegerät parametrierbar werden kann.

Systemfehler werden vom Anhängermodulator erkannt und gespeichert (Fehlerspeicher). Eine optische Warnung über den Zustand des Anhängersystems erfolgt über den PIN 5 der ISO 7638 Steckvorrichtung (Warnlampe) und parallel über die elektrische Anhängerschnittstelle nach ISO 11992. Die ordnungsgemäße Funktion der Warnlampe ist durch den Fahrer zu überwachen.

Fehlererkennung und -Anzeige

Das elektronisch geregelte Bremssystem EBS verfügt über eine deutlich weitergehende Eigenüberwachung als heutige ABS-Systeme. Erkannte Fehler des Motorwagens werden gespeichert und dem Fahrer entweder über die Warnlampen bzw. das Display im Anzeigeelement signalisiert.

EBS-Fehler des Anhängers werden über die Anhänger-ABS-Warnlampe angezeigt. Die Warneinrichtungen sind bei der SP auf korrekte Funktion zu überprüfen.

Pneumatische Redundanzfunktionen, die den elektropneumatischen Kreisen unterlagert sind, sichern die Funktion der Betriebs-Brems-Anlage (BBA) auch bei Fehlern im elektrischen Teil.

Anhänger-Steuerung

Die Ansteuerung eines mitgeführten Anhängers mit konventioneller Bremsanlage erfolgt vom EBS-Zugfahrzeug über ein elektropneumatisches Anhänger-Steuerventil und die konventionelle Zweileitungsverbindung, bei Anhängern mit EBS zusätzlich über die elektrische Steckverbindung (um zwei Pins erweiterte ABS-ISO 7638-Versorgung).

Anhänger mit EBS-Bremsanlage können sowohl hinter Zugfahrzeugen mit konventioneller Bremsanlage und fünfpolig belegter ISO 7638-ABS-Steckdose als auch hinter Zugfahrzeugen mit EBS und siebenpolig belegter ABS-Steckdose mitgeführt werden.

Luftbeschaffung und Radbremse

Der Aufbau der Luftbeschaffungsanlage sowie der Feststellbremsanlage entspricht weitgehend denen herkömmlichen Druckluftbremsanlagen. Die Überprüfung erfolgt wie bei konventionell gebremsten Fahrzeugen.

Die Wirkungsprüfung der Radbremse ist bei EBS-Fahrzeugen durch eingebaute Prüfstandsrouitinen genauso auf dem Rollenprüfstand möglich, wie bei jeder anderen Druckluftbremsanlage.

Hochrechnung

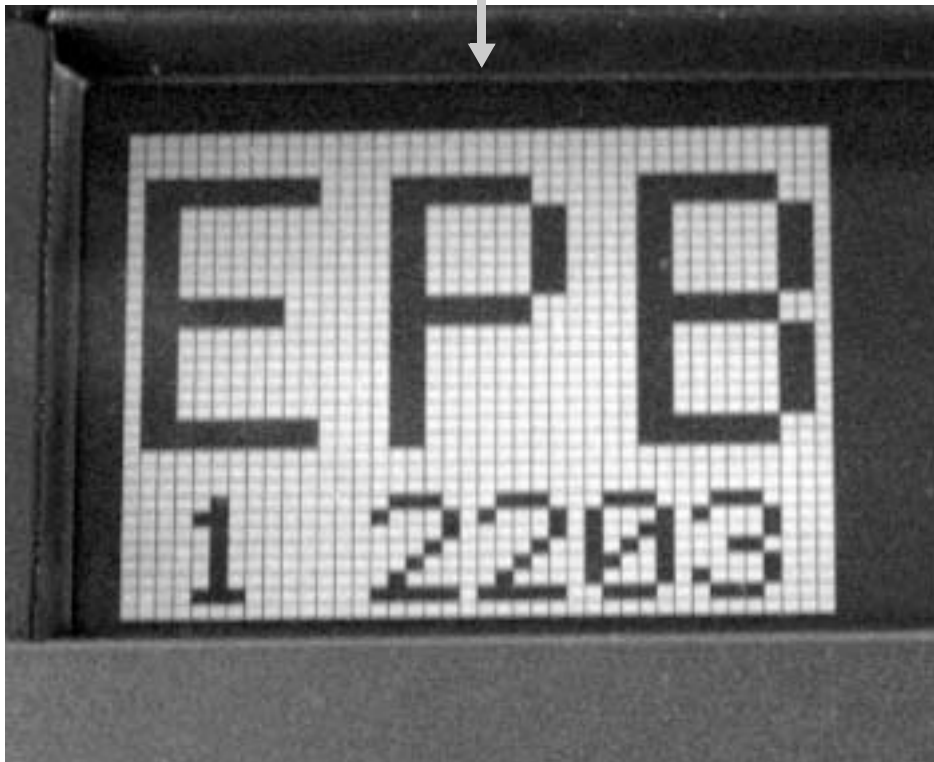
Die Hochrechnung erfolgt nach dem gleichen Verfahren wie bei den konventionell gebremsten Fahrzeugen. Bei dem Berechnungsdruck sind die Angaben des Fahrzeugherstellers zu beachten (z.B. beim MB "ACTROS": Berechnungsdruck 8,5 bar). Für Anhänger beträgt er 6,5 bar.

Hinweis

Die Überprüfung der elektrischen ISO-7638-Versorgungssteckdose erfolgt mit dem schon vom ABS bekannten Prüfgerät.

Beispiel für die Anzeige einer Störung im EBS-System

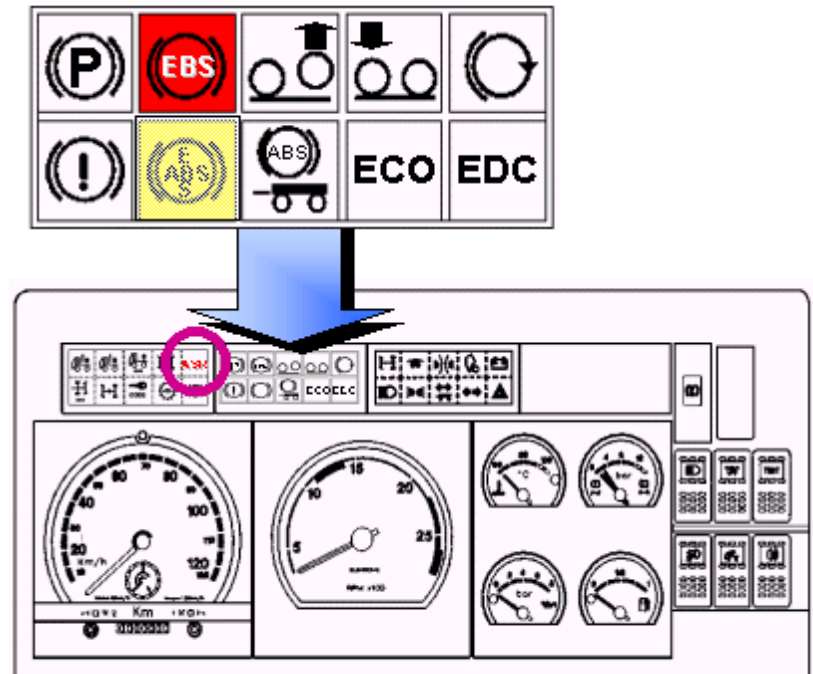
Die nachfolgenden Abbildungen zeigen das Anzeige-Display in einem MB "ACTROS". Die Abkürzung EPB ist die von Daimler Chrysler verwendete Bezeichnung für EBS. Bei Fahrzeugen ab Modelljahr '99 wird statt "EPB" die Bezeichnung "BS" für Bremssystem benutzt.



Alternativ kann die Fehleranzeige auch über Warnlampen erfolgen.

Beispiel

IVECO EuroTech bzw. EuroStar (Cursor 10):



Dabei bedeuten:

① Gelbe Warnlampe

zeigt leichte Fehler, Bremsleistung ist nicht beeinträchtigt aber Regelfunktionen abgeschaltet (z .B. ABS)

② Rote Warnlampe

zeigt schwere Fehler, Bremsleistung ist beeinträchtigt, Redundanzbetrieb EBS-Teil bzw. Vollabschaltung

