

■ **Hydraulisches ADD-ON ABS-System**

■ **Systembeschreibung**

■ **1. Ausgabe**



© Copyright WABCO 2002

WABCO

Vehicle Control Systems
An American Standard Company

	Seite
1. Einleitung	4
2. Allgemeine Hinweise	4
2.1 Hydraulisches Bremssystem	4
3. Systembeschreibung	5
3.1 Abkürzungen	5
3.2 Systemaufbau	5
3.3 Grundfunktionen und Aufgaben des Anti-Blockier-System	5
3.4 Ein Anti-Blockier-System Regelkreis	6
3.5 Was der Fahrzeuglenker wissen muss	7
4. Funktionsweise	8
4.1 Warum modifizierte Individualregelung (MIR) ?	8
4.2 Funktionsweise des Anti-Blockier-System	9
4.3 Zweck der elektronischen Bremskraftverteilung (EBV)	9
4.4 Zweck der elektronischen Traktionskontrolle (ETC)	10
4.5 Anti-Blockier-System-Warnlampe	10
4.6 Elektronische Traktionskontrolle-Lampe	10
4.7 Funktionsweise ohne elektronischer Traktionskontrolle	11
4.7.1 Druckaufbau	11
4.7.2 Druckhalten	12
4.7.3 Druckabbau	13
4.8 Funktionsweise während elektronischer Traktionskontrolle	14
4.8.1 Druckaufbau/ Druckhalten/ Druckabbau	14
4.8.2 Elektronische Traktionskontrolle Regelung	15
5. Komponenten	16
6. Diagnose	20
7. Bremsschema/ Angebotszeichnungen	24
8. Werkstatthinweise	36
8.1 Störungstabelle Bremsanlage	37
8.2 Bremsflüssigkeit wechseln	38
8.3 Modulatortausch	39
8.4 Geschwindigkeitssensortausch	39
8.5 ECU-Tausch	40
9. Konzeption	41
9.1 Aufgaben der Bremse	41
9.2 Physikalisches Prinzip	42
9.3 Berechnungsformeln	42
9.4 Gesetzliche Vorschriften	43
9.5 Einteilung der Fahrzeuge in Klassen nach EG-Richtlinie 98/12/EG	43
9.6 Physikalische Grundlagen beim Bremsen	44
9.7 Zeitlicher Ablauf des Bremsvorgangs	45
9.8 Fahren mit ADD-ON Anti-Blockier-System	46
9.9 Punkte, die zu beachten sind	46
9.10 Polradspezifikation	46

1. Einleitung

Diese Druckschrift über das WABCO hydraulische ADD-ON Anti-Blockier System 4S/4M 12 V (HABS) mit der WABCO System-Teilenummer 400 050 ... 0 ist an die Fachkraft in der Werkstatt, den Fahrzeuglenker sowie den Erstausrüster gerichtet.

Sie beinhaltet außer den Informationen zur Bedienung noch weitere technische Angaben und Sicherheitshinweise. Weiterhin soll diese Druckschrift der Fachkraft in der Werkstatt den Umgang mit diesem System in Bezug auf Wartung, Instandhaltung und Diagnose veranschaulichen.

WABCO bietet mit dieser Druckschrift auch Erstausrüstern einige Informationen für die Fahrzeugkonzeptionierung an.

Weitere Angaben zum System erhalten Sie über die Service Hotlinenummer 0180/223 23 37 oder über das Internet www.wabco-auto.com.

2. Allgemeine Betriebs-/ Sicherheitshinweise

2.1 Hydraulisches Bremsystem

Die Bremse ist ein Sicherheitsteil erster Ordnung, unsachgemäßes Arbeiten kann zum Ausfall der Bremse führen. Sämtliche Wartungs- und Reparaturarbeiten an der Bremsanlage müssen von geschultem Personal durchgeführt werden. Bei Arbeiten an der Bremsanlage ist auf absolute Sauberkeit zu achten. Bei Arbeiten an der elektr. Anlage, muss der Minuspol von der Batterie abgeklemmt werden.

Folgende Tätigkeiten sind vom Fahrer des Fahrzeugs durchzuführen:

- ☞ Füllstandsüberprüfung der Bremsflüssigkeit
- ☞ Bremsanlage auf Wirksamkeit kontrollieren

Flüssigkeitsstand prüfen

Der Flüssigkeitsstand muss immer zwischen den MAX und MIN Markierungen liegen.

Ein geringfügiges Absinken des Flüssigkeitsspiegels entsteht im normalen Fahrbetrieb durch die automatische Nachstellung der Bremsbeläge (Abnutzung).

Sinkt der Flüssigkeitsvorrat jedoch innerhalb kurzer Zeit deutlich ab, so kann die Bremsanlage undicht geworden sein.

Bremsflüssigkeit erneuern

Bremsflüssigkeit ist hygroskopisch, nimmt also Wasser auf. Durch einen zu hohen Wassergehalt wird der Siedepunkt der Bremsflüssigkeit erheblich gesenkt, was bei stark erwärmten Radbremsen zum Bremsversagen führen kann.

Deshalb muss die Bremsflüssigkeit nach Angabe des Fahrzeugherstellers getauscht werden.



Achtung !

Bremsflüssigkeit ist giftig!

Sie ist deshalb nur im verschlossenen Originalbehälter und besonders vor Kindern sicher aufzubewahren.

Außerdem ist zu beachten, dass Bremsflüssigkeit den Fahrzeuglack angreift.

Wegen des Entsorgungsproblems und der erforderlichen Spezialwerkzeuge und der nötigen Fachkenntnisse sollte der Bremsflüssigkeitswechsel nur durch autorisiertes Fachpersonal ausgeführt werden.

Beim Bremsflüssigkeitswechsel muss Augenschutz getragen werden. Sollten bei bzw. nach den erforderlichen Arbeiten Körperteile mit Bremsflüssigkeit in Berührung kommen, sind diese sofort mit Wasser und Seife abzuwaschen.

Bei Verschlucken oder Kontakt mit den Augen ist sofort einen Arzt aufzusuchen.

3. Systembeschreibung

In diesem Kapitel, werden die Grundfunktionen des Anti Blockier-Systems und deren Aufgaben, sowie der grobe Aufbau des Systems mit seinen mechanischen und elektrischen Eigenschaften beschrieben.

3.1 Abkürzungen

Bevor die Funktionen des Systems erläutert werden, noch einige grundlegende Definitionen zum besseren Verständnis.

ADD-ON-System

Hinzufügbares System, das in eine bestehende, konventionelle Zweikreis-Betriebsbremsanlage verbaut werden kann

HABS

Hydraulisches Anti-Blockier System

ABS

Anti Blockier System

ECU

Electronic Control Unit (Steuerelektronik)

EBV

Elektronische Bremskraft Verteilung

ETC

Electronic Traction Control - elektronische Traktionsregelung (Anfahrhilfe)

BWL

Bremswarnlampe

Vierkanal Modulator

An jedem einzelnen Rad wird der Bremsdruck von jeweils einem Auslass- und einem Einlassventil geregelt, d.h. im Modulator befinden sich vier Auslass- und vier Einlassventile.

Antriebswelle

Ist die Achse, die das Drehmoment des Motors auf ihre Räder überträgt. Die Achse kann je nach Fahrzeugtyp auch lenkbar sein.

MIR

Modifizierte Individualregelung (ABS-Regelalgorithmus)

4S/4M

4 sensierte Räder und 4 Bremsdruck geregelte Räder.

12V

Bordnetzspannung U = 12 Volt

3.2 Systemaufbau

Das Fahrzeugbremsssystem besteht aus einem hydraulischen Hauptbremszylinder mit Bremskraftverstärker als Betätigungsvorrichtung und vier hydraulischen Radbremsen an Vorder- und Hinterachse.

Das WABCO ADD-ON ABS System besteht aus:

1. einem Vierkanal-Bremsdruckmodulator. An jedem Rad wird der Bremsdruck von einem Auslass- und einem Einlassventil geregelt. Wenn der Bremsdruck während einer ABS- Bremsung reduziert wird, fördert eine Rückförderpumpe die Bremsflüssigkeit zurück in den Hauptbremszylinder (geschlossenes System),
2. vier Geschwindigkeitssensoren mit deren Polrädern, die ständig die Drehzahl jedes Rades überwachen,
3. und einer zentralen Steuerelektronik (ECU).

Die ECU verarbeitet die vier Drehzahl-signale der Räder und veranlasst die Betätigung der Magnetventile. Entsprechend den Erfordernissen wird der Bremsdruck durch Pulsen der entsprechenden Magnetventile gehalten, verringert oder erhöht.

Außerdem überwacht die ECU ihre eigene Funktion und überprüft die elektronischen Komponenten des

Systems. Wenn eine Komponente ausfällt, schaltet die ECU automatisch auf einen Sicherheitsbetrieb um. In diesen Fällen wird die normale Funktion der Betriebsbremse gewährleistet.

Mittels einer Diagnoseschnittstelle entsprechend ISO 9141, die Bestandteil der ECU ist, können Meldungen aus dem Speicher ausgelesen werden, die während des Betriebes auftreten.

3.3 Grundfunktionen und Aufgaben des Anti-Blockier System

Die vornehmliche Aufgabe des ABS ist es, die Lenkfähigkeit und das Spurhaltevermögen während der Bremsung sicherzustellen.

Anti-Blockier Systeme (ABS) -allgemein auch Automatischer Blockierverhinderer (ABV) genannt- haben die Aufgabe, das Blockieren der Fahrzeigräder infolge zu kräftiger Betätigung der Betriebsbremse vornehmlich auf glatten Fahrbahnen zu verhindern.

Wird beim Bremsen der kritische Punkt des Blockierens der Räder erreicht, werden die Bremsbeläge für Sekundenbruchteile pulsartig gelöst und wieder angelegt, so dass die Räder weiterdrehen und das Fahrzeug auch bei einer Vollbremsung lenkfähig bleibt.

Trotz des hohen Entwicklungsstandes von Nutzfahrzeug-Bremsen ergeben sich bei Bremsungen auf rutschiger Fahrbahn oft unfallträchtige Situationen: Bei einer Vollbremsung oder sogar schon bei einer Teilbremsung auf glatter Straße kann die Bremskraft aufgrund der niedrigen Reibwerte zwischen Reifen und Fahrbahn nicht mehr voll übertragen werden. Die Räder werden überbremst und kommen zum Blockieren.

Blockierende Räder haben keine Haftung mehr zur Fahrbahn und können nahezu keine Seitenführungskräfte (Lenk- und Spurkräfte) mehr übertragen. Dies hat oft gefährliche Folgen.

- das Fahrzeug wird unlenkbar
- das Fahrzeug bricht trotz Gegenlenken aus und schleudert
- der Bremsweg wird erheblich länger.

Deshalb sollen auch bei Vollbremsungen Seitenführungskräfte an gebremsten Rädern erhalten bleiben, um so Fahrstabilität und Lenkfähigkeit eines Fahrzeugs oder einer Fahrzeugkombination im Rahmen der physikalischen Möglichkeiten zu gewährleisten. Zugleich soll die Ausnutzung des verfügbaren Kraftschlusses zwischen Reifen und Fahrbahn und damit der Bremsweg und die Fahrzeugverzögerung optimiert werden.

Anforderungen an das ABS:

- ABS muss auch bei sehr geringer Geschwindigkeit arbeiten.
 - ABS muss sich ohne Verzögerung den Reibwertverhältnissen der Fahrbahn anpassen.
 - Lenkbarkeit bei Kurvenfahrt muss gewährleistet sein.
 - ABS muss auch Aquaplaning erkennen und darauf reagieren.
 - Motorbremsung darf die Anti-Blockier-Regelung nicht beeinflussen.
 - Wird ein Fehler erkannt, der die Funktion des ABS beeinträchtigt, muss die Basisbremsanlage einwandfrei weiterarbeiten.
 - Eine Kontrolllampe muss den Ausfall des ABS deutlich signalisieren.
- Vorteile des ABS:**
- Gewährleistung eines stabilen Bremsverhaltens auf allen Fahrbahnen.

- Erhalt der Lenkfähigkeit und in der Regel Verkürzung des Bremsweges.
- Verminderung des Reifenverschleißes.

Grenzen von ABS:

ABS ist zwar eine wirkungsvolle Sicherheitseinrichtung, es kann aber die Grenzen der Fahrdynamik nicht außer Kraft setzen. Auch ein Fahrzeug mit ABS wird bei Kurvenfahrten mit zu hoher Geschwindigkeit unkontrollierbar.

Es darf jedoch nicht erwartet werden, daß durch das ABS unter allen Umständen der Bremsweg verkürzt wird. Beim Fahren auf Kies oder bei Neuschnee auf glattem Untergrund, wenn ohnehin nur unter größter Vorsicht und langsam gefahren werden sollte, kann der Bremsweg sogar etwas länger werden (Splitt-/Schneekeil).

ABS ist deshalb kein Freibrief für eine unangepasste Fahrweise oder für einen zu geringen Sicherheitsabstand.

Wirkungsweise:

Der feststehende Sensor erfasst mit Hilfe des Polrades kontinuierlich die jeweilige Drehbewegung des Rades. Die im Sensor erzeugten elektronischen Impulse werden an die Elektronik weitergegeben, die daraus die Radgeschwindigkeit errechnet.

Gleichzeitig ermittelt die Elektronik nach einem internen Modus eine Referenzgeschwindigkeit, die der nicht direkt gemessenen Fahrzeuggeschwindigkeit annähernd gleichkommt.

Aus diesen Gesamtinformationen errechnet die Elektronik laufend die Radbeschleunigungswerte oder die Radverzögerungswerte sowie den Bremschlupf.

Beim Überschreiten bestimmter Schlupfwerte wird der Modulator angesteuert. Hierdurch wird der Druck in der Bremse begrenzt, gehalten oder auch abgesenkt. Somit wird das Rad im optimalen Schlupfbereich gehalten.

3.4 Ein ABS-Regelkreis

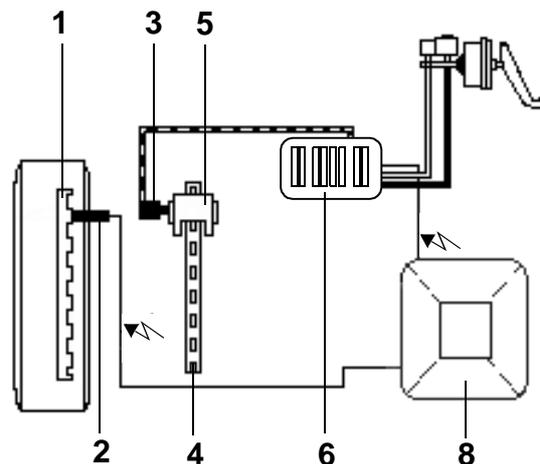


Abb. 1

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1 = Polrad | 5 = Bremssattel |
| 2 = Sensor | 6 = HABS Modulator |
| 3 = Bremszylinder | 7 = Hauptzylinder |
| 4 = Bremsscheibe | 8 = Elektronik |

Ein graphisch dargestellter ABS Regelzyklus

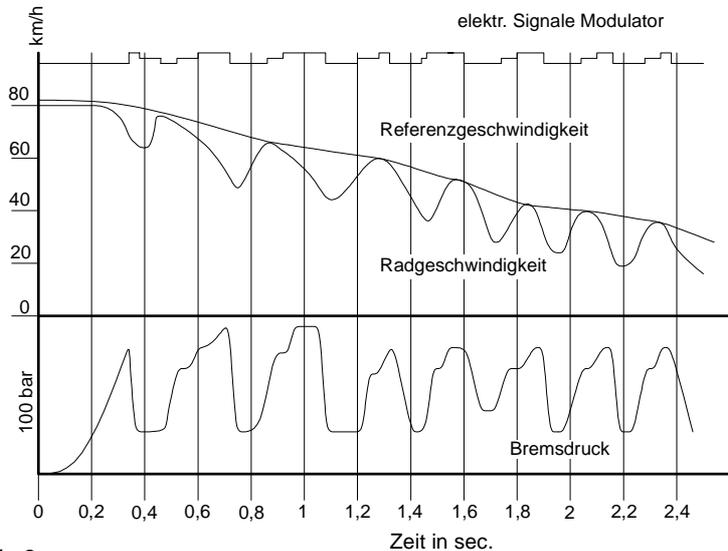


Abb. 2

Beispiel: Die Aufzeichnung bezieht sich auf die Regelung eines Rades. Die Ausgangsgeschwindigkeit des Fahrzeuges beträgt 80 km/h.

Auf der Abszisse (X-Achse) sind die Regelzyklen in Abhängigkeit von der Zeit aufgetragen.

Im Bereich der Ordinate (Y-Achse) ist im unteren Drittel der Bremsdruck und im mittleren die Referenz- und Radgeschwindigkeit angegeben. Die Impulse des Magnetventils finden sich im oberen Drittel dargestellt.

Der Regelvorgang:

Der Fahrer betätigt das Bremspedal. Der Bremsdruck steigt. An dem betrachteten Rad nimmt die Radgeschwindigkeit plötzlich stärker ab als die Referenzgeschwindigkeit der ECU. Obwohl sich das Rad dabei noch im stabilen Bremsbereich (das heißt zwischen 10 und 30 % Schlupf) befindet, beginnt die Elektronik bereits mit der Regelung.

Durch entsprechende Ansteuerung senkt das integrierte ABS-Magnetventil das im Modulator verbaut ist den Druck im Bremszylinder dieses Rades schnell ab, das Rad beginnt wieder zu beschleunigen.

Die Elektronik sorgt für die Umsteue-

rung der Magnetregelventile (Modulator), wodurch der Bremsdruck konstant gehalten wird, bis das Rad wieder im stabilen Schlupfbereich läuft.

Kann nun wieder mehr Bremskraft übertragen werden, wird durch Pulsen (das heißt abwechselndes Druck-Halten und Druck-Erhöhen) der Bremsdruck auf die Bremse wieder erhöht. Sollte die Radgeschwindigkeit gegenüber der Referenzgeschwindigkeit der ECU dabei wieder deutlich abfallen, beginnt ein neuer Regelzyklus.

Dieser Vorgang wiederholt sich solange, wie das Bremspedal für diese Fahrbahnbedingung zu stark betätigt bleibt oder bis das Fahrzeug steht. Die maximale erreichbare Regelfrequenz (Pulsen der Ventile) beträgt dabei 3 bis 5 Zyklen pro Sekunde.

3.5 Was der Fahrer wissen muss

Hinweise:

Bei Störungen des Bremssystems

- Aufleuchten der ABS-Warnlampe

- Ausbrechen des Fahrzeuges beim Beschleunigen (wenn ETC vorhanden)
- Blockieren der Räder beim Bremsvorgang
- Bei dauerhaften Aufleuchten der ETC-Lampe
- Bei dauerhaften Aufleuchten der EBV-Lampe

sollte auf jeden Fall eine autorisierte Fachwerkstatt aufgesucht werden. Da Teile des ABS insgesamt nicht funktionieren, können ein oder mehrere Räder bei Bremsbetätigung blockieren. Es ist erhöhte Vorsicht geboten.

Die Funktion der Bremse ist allerdings ohne ABS weiterhin gegeben.

Bei pulsierendem (Vibrieren) Bremspedal

- ABS-Regeleingriff, leichtes Regelgeräusch hörbar
- Das Fahrzeug befindet sich in einem absoluten Grenzbereich. Die Fahrweise und Geschwindigkeit sind den Straßenverhältnisse anzupassen.
- Um eine optimale Bremswirkung zu erzielen, muss das Bremspedal während eines ABS-Regelfalls unvermindert trotz des pulsierenden Pedals niedergetreten werden. Pumpbewegungen am Bremspedal können die Bremswirkung von ABS vermindern und somit den Bremsweg verlängern.

Das Bremspedal

- Sobald ein Bremskreis ausfällt, wird der Fahrer einen wesentlich längeren Pedalweg am Bremspedal spüren. Wenn das passiert, soll das Pedal schnell durch die freie Bewegung hindurchgeführt werden.
- Die freie Bewegung des Pedals darf nicht eingeschränkt sein. Es sollten keine zusätzlichen

Bodenmatten oder ähnliches unter das Pedal gelegt werden, weil sie im eben beschriebenen Fall die Bremsung behindern könnten.

Fahren auf losem Untergrund

- Beim Fahren auf weichen und tiefen Oberflächen, wie zum Beispiel tiefem Pulverschnee, Sand oder Kies, sollten die Bremsen wohl dosiert betätigt werden. Unter Umständen kann der Bremsweg länger sein. Unter solchen Bedingungen könnte der Bremsweg durch Blockieren der Räder bei einem System ohne

Anti-Blockier-System kürzer sein (Schotterkeil). Der Vorteil von ABS liegt jedoch darin, dass Stabilität und Lenkbarkeit des Fahrzeugs gewährleistet sind.

Das Befahren von Steigungen

- Das Befahren von großen Steigungen mit geringem Reibwert und Abbremsen bis Fahrzeugstillstand kann das Fahrzeug bei blockierten Rädern ins Rutschen geraten, weil die ECU nur dann eine Information über die Fahrzeugbewegung erhält, wenn ein Rad oder mehrere Räder sich drehen. Um eine ABS-Regelung

auslösen zu können, wenn das Fahrzeug nach dem Stillstand an einer steilen Steigung ins Rutschen gerät, muss die Bremse schnell gelöst und wieder betätigt werden, damit die ECU eine Information über die Fahrzeugbewegung bekommt.

Sicherheit ist nicht nur durch ein umfassendes Sicherheitsangebot, sondern auch durch verantwortungsvolle Fahrweise im Straßenverkehr zu erreichen.

4. Funktionsweise

In diesem Kapitel wird detailliert auf die Funktionsweise des WABCO ADD-ON ABS eingegangen. Diese sind in einzelnen MIR-Regelungen, EBV und ETC.

Funktionsweise des ADD-ON ABS Systems

Das WABCO ADD-ON-System erhält die Lenkbarkeit und Stabilität des Fahrzeuges beim Bremsen und minimiert bei den meisten Straßenverhältnissen den Bremsweg.

Die ECU erfasst mit den Geschwindigkeitssensoren permanent die Drehzahl aller Räder. Der ABS-Algorithmus ermittelt eine etwaige Blockiertendenz eines Rades und veranlaßt die ECU dazu die entsprechenden Magnetventile des Modulators anzusteuern um den Bremsdruck der Radbremse anzu-

passen. Der Bremsdruck wird so eingestellt, dass das Rad sich bei maximaler Bremskraftübertragung weiter dreht.

Jedes Rad wird generell entsprechend der jeweiligen Haftung zwischen Reifen und Fahrbahn individuell angesteuert. Im Fall einer Fahrbahn mit unterschiedlichen Reibwertverhältnissen wird zur Giermomentabschwächung an der Vorderachse eine modifizierte Individualregelung (MIR) durchgeführt. Auf diese Weise wird ein optimaler Kompromiss zwischen Stabilität/ Lenkbarkeit und Verzögerung hergestellt.

Als Beispiel soll eine Vorderachse betrachtet werden, an der das linke Rad auf trockenen Asphalt und das rechte Rad auf Eis gebremst wird (siehe Abb.3).

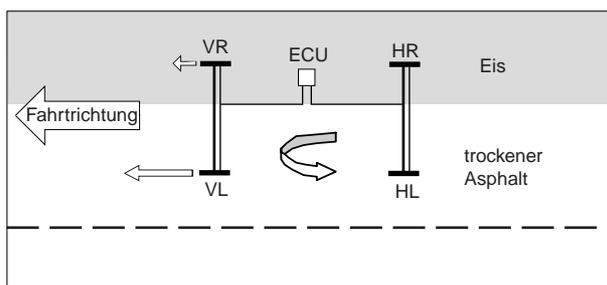


Abb. 3 Fahrzeug auf unterschiedlichen Fahrbahnoberflächen

4.1 Warum MIR-Regelung ?

Fahrzeuge mit kurzem Achsabstand sind bei Vollbremsungen auf Fahrbahnen mit seitenweise unterschiedlichen Reibwerten und in Kurven mit einer reinen Individual-Regelung (IR) schwer zu beherrschen. Da seitenweise unterschiedliche Bremskräfte auftreten und das daraus resultierende Giermoment das Fahrzeug nur schwer beherrschbar machen.

Abbildung 4 zeigt beispielhaft das Prinzip einer Regelung mit den wichtigsten Regelgrößen, der Radverzögerungsschwelle $-b$, der Radbeschleunigungsschwelle $+b$ und den Schlupfschwellen λ_1 und λ_2 .

Mit steigendem Bremsdruck, wird das Rad ständig zunehmend verzögert bzw. abgebremst. Am Punkt 1 übersteigt die Abbremsung des Rades einen Wert, der physikalisch von der Fahrzeugabbremmung nicht überschritten werden kann. Die Referenzgeschwindigkeit, die bis hierher der Radgeschwindigkeit entsprach, weicht nun ab und nimmt entsprechend einer fiktiv vorgegebenen hohen Fahrzeugverzögerung ab dem Pkt. 2 (Überschreitung der $-b$ -Schwelle Abb. 4.) mit einer geringeren Verzögerung ab.

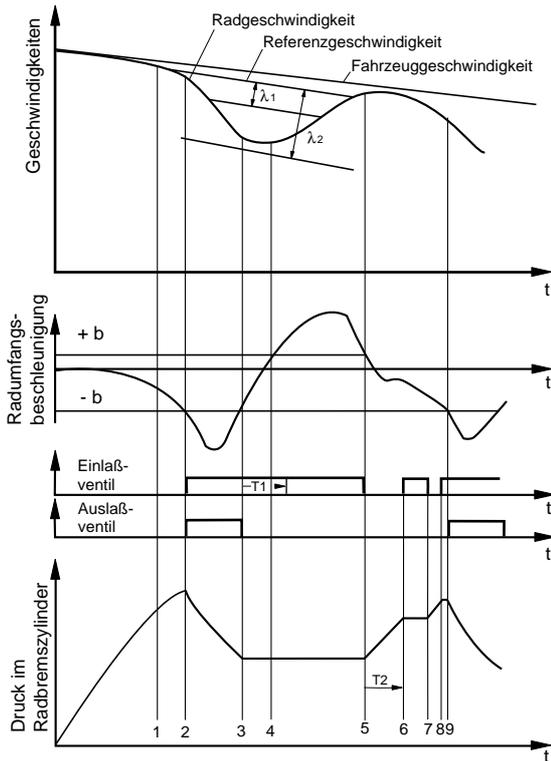


Abb. 4

Am Punkt 3 fällt die Radverzögerung unter den Schwellenwert $-b$, und der Bremsdruck wird für eine definierte Zeit $T1$ konstant gehalten.

Normalerweise überschreitet die Radbeschleunigung die Beschleunigungsschwelle $+b$ innerhalb dieser definierten Zeit (Punkt 4). Solange diese Schwelle überschritten bleibt, wird der Bremsdruck konstant gehalten. Wird (z. B. auf einer Oberfläche mit geringem Reibwert) das Signal λ_1 erreicht, erfolgt eine weitere Senkung des Bremsdruckes über das Schlupfsignal λ_1 . Während dieser Regelphase wird die höhere Schlupfschwelle λ_2 nicht erreicht.

Der Schwellenwert für die Radverzögerung $-b$ wird am Punkt 2 überschritten. Das Radverhalten läuft nun in den instabilen Bereich. Nun hat das Rad seine maximale Bremskraft erreicht.

Jede weitere Erhöhung des Bremsmoments führt nicht zu weiterer Erhöhung der Abbremsung des Fahrzeuges, sondern ausschließlich zu einer Erhöhung der Radverzögerung.

Aus diesem Grund wird der Bremsdruck schnell vermindert. Die Abbremsung des Rades nimmt ab. Diese Verzögerungs-Zeit wird im wesentlichen durch die Hysterese der Radbremse und durch den Verlauf der $\mu-\lambda$ -Schlupf-Kennlinie im instabilen Bereich bestimmt.

Erst nach Durchlaufen der Radbrems-Hysterese (Fortdauer einer Wirkung nach Aufhören der Ursache) führt die Fortsetzung der Druckminderung auch zu einer Abnahme der Abbremsung des Rades.

Am Punkt 5 wird der Schwellenwert $+b$ unterschritten; das Rad ist nun im stabilen Bereich der $\mu-\lambda$ -Schlupf-Kennlinie.

Um die Bremsysterese zu überwinden, wird für die Zeit $T2$ der Bremsdruck steil eingesteuert. Die Zeit $T2$ wird für den ersten Regelzyklus festgelegt und dann für jeden folgenden Regelzyklus neu berechnet. Nach der ersten steilen Einsteuierungsphase wird der Druck dann durch „Pulsen“ gesteigert, in dem Druck-Halten und Druck-Einsteuern abwechseln.

Diese prinzipielle Logik, die in diesem Beispiel dargestellt wird, ist keineswegs vorgegeben; sie paßt sich vielmehr dem dynamischen Verhalten des Rades auf verschiedene Reibwerte an, d.h. sie verwendet eine lernfähige Systemsteuerung. Alle Schwellenwerte hängen von mehreren verschiedenen Parametern ab, wie z. B. von der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Abbremsung des Fahrzeuges etc.

4.2 Funktionsweise des ABS

Wenn die Radbremsen des Fahrzeuges betätigt werden, nutzt ABS die Oberflächenreibung optimal für die Bremsung aus. Es sorgt dafür, dass die Räder sich weiterdrehen, damit das Fahrzeug manövrierfähig bleibt. Dies wird von den Anti-Blockier System Regelkomponenten gewährleistet. Diese Komponenten werten die Raddrehzahl aus und stimmen den Bremsvorgang auf die Straßenverhältnisse ab. Je nach Bedarf wird mit Hilfe der Magnetventile der Bremsdruck gesenkt, erhöht oder konstant gehalten, damit die Räder sich weiterdrehen und eine optimale Bremsung gewährleistet ist. Die Ansteuerung der Ventile wird entsprechend dem ABS Algorithmus durch die ECU vorgenommen.

Jedes Rad hat zwei Magnetventile, ein Einlassventil und ein Auslassventil. Wenn das Einlassventil geschlossen wird, bleibt der Druck im Radbremszylinder beziehungsweise in der Leitung erhalten. Wenn das Auslassventil bei geschlossenen Einlassventil geöffnet wird, wird der Druck abgesenkt. Wenn das Einlassventil bei geschlossenen Auslassventil geöffnet wird, wird der Druck erhöht (sofern das Bremspedal voll durchgetreten bleibt).

Während einer ABS-Regelung werden die Magnetventile gepulst angesteuert wodurch der Bremsdruck der Hydraulikflüssigkeit in feinen Abstufungen schrittweise eingestellt werden kann.

4.3 Zweck der elektronischen Bremskraftverteilung (EBV)

Das EBV-Modul soll die erforderliche Blockier-Reihenfolge (Vorderachse vor Hinterachse) wie ein Druckminderventil gewährleisten; es ersetzt das Druckminderventil an der Hinterachse.

Durch die optimierte Bremskraftverteilung bei Teilbremsmanövern (lange bevor ein ABS Regeleingriff notwendig wird) wird bei verminderter Kraftaufwand am Pedal die Kraftschlussausnutzung an der Hinterachse erhöht.

Funktionsweise der EBV

Wenn die Fahrzeugbremsen betätigt werden, gewährleistet die EBV die angegebenen Blockier-Reihenfolge (Vorderachse vor Hinterachse), damit Stabilität und Lenkbarkeit bei Teilbremsungen erhalten bleiben. Dies wird von den ABS-Regelkomponenten gewährleistet, welche die Raddrehzahl auswerten und den Bremsdruck an der Hinterachse einstellen.

Zur ordnungsgemäßen Funktion benötigt jedes Rad ein Magnetventil. Wenn das Einlassventil geschlossen wird, bleibt der Druck im Bremszylinder beziehungsweise in der Leitung erhalten. Wenn das Einlassventil bei geschlossenen Auslassventil geöffnet wird, wird der Druck erhöht (sofern das Bremspedal betätigt bleibt).

4.4 Zweck der elektronischen Traktionskontrolle ETC

In einem Geschwindigkeitsbereich von Null bis 50 km/h gewährleistet die elektronische Traktionskontrolle ETC maximale Traktion und beständige Fahrzeugstabilität bei minimalem Lenkeinsatz. Wenn an einem durchdrehenden Rad eine Bremsung wirkt, wird das entsprechende Drehmoment über das Achsdifferential auf das Rad mit dem höheren Reibkoeffizienten übertragen. Das maximale Motor- oder Bremsmoment und die verfügbare Haftung zwischen Reifen und Fahrbahn stellen die Grenzen der Traktionsregelung dar.

Funktionsweise des ETC-Systems

Das ETC-System verwendet im wesentlichen dieselben Komponenten wie das ABS, also Raddrehzahlsensoren, ECU und Modulator mit integrierten ABS-Magnetventilen für jedes Rad. Unter Verwendung der ABS-Raddrehzahlsignale berechnet der Algorithmus der ECU die Drehzahldifferenz zwischen den Rädern einer Achse. So kann sie feststellen, wann ein übermäßiger Radschlupf an einem Rad auftritt. Die Elektronik betätigt die Rückförderpumpe und die ABS-Magnetventile des Modulators, um hydraulische Energie an die Bremse zu leiten. Der Bremsdruck wird dann von den entsprechenden ABS-Magnetventilen des Modulators angepasst. Der Druck an dem durchdrehenden Rad wird erhöht, bis die Drehzahl beider wieder synchronisiert ist.

Dadurch wird ein Drehmoment auf das nicht durchdrehende Rad übertragen. Sobald die Elektronik einen Fehler im Kabelbaum des Fahrzeuges oder an den Systemkomponenten festgestellt hat, wird ETC abgeschaltet.

4.5 ABS-Warnlampe

Die ABS-Warnlampe dient dazu, eine Fehlfunktion der elektronischen oder elektrischen ABS-Komponenten oder des Gesamtsystemes anzuzeigen. Bei eingeschalteter Zündung wird der Selbsttest der ECU und der angeschlossenen elektrischen Schaltkreise durchgeführt.

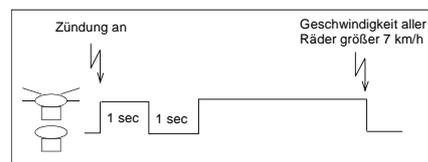


Abb. 5 ABS Warnlampenfunktion (nach erstmaligen Start)

Funktion der ABS-Warnlampe

Die Lampe leuchtet, wenn die Zündung eingeschaltet wird. Sie erlischt dann für ca. 2 sec. und bleibt im weiteren an, bis an allen sensierten Rädern erstmalig 7 km/h Fahrgeschwindigkeit überschritten wurde. Auf diese Weise wird optisch zur Anzeige gebracht, dass der Systemselbsttest erfolgreich durchgeführt wurde. Bleibt die 1s dauernde Lampen-Aus Phase aus, wurde zuvor ein Fehler erkannt und im nichtflüchtigen Fehlerspeicher abgelegt. Wenn ein Fehler aktuell vorliegt, bleibt die Lampe auch bei einem fahrenden Fahrzeug permanent eingeschaltet.

4.6 ETC-Lampe

Die ETC-Funktionalität ist zwischen 0 und 50 km/h verfügbar, sobald die Zündung eingeschaltet wurde und die ECU ihren Selbsttest abgeschlossen hat. Der Betrieb der ETC-Funktion wird durch eine gelbe Anzeigelampe angezeigt.

Wenn ein Fehler auftritt, gehen sowohl die ETC-Anzeigelampe als auch die ABS-Warnlampe an.

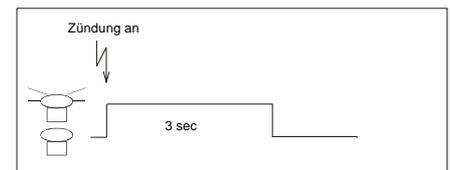


Abb. 6 ETC und Bremswarnlampenfunktion

4.7 Funktionsweise ohne ETC

An dieser Stelle werden anhand von Zeichnungen die drei Fasen Druckaufbau, Druckhalten und Druckabbau beschrieben. Als erstes werden die Vorgänge mit Hilfe eines Modulators ohne ETC erläutert.

Abbildung 7 zeigt :

- vier Einlassventile (Magnetregelventile) (1)
- vier Auslassventile (Magnetregelventile) (2)
- Expanderkammer (3)

- Pumpensystem mit den Druck- und Saugventilen (4)
- Elektromotor (6)
- vier Bremsen (7)
- Bremspedal mit Hauptzylinder Bremskraftverstärker (5)

in Ruhestellung.

4.7.1 Druckaufbau:

Tritt der Fahrer nun auf die Bremse wird ein Druck (Volumenverschiebung) aufgebaut, der über das Medium Bremsflüssigkeit durch die geöffneten Einlassventile direkt zu den Bremsen geleitet wird und das Fahrzeug verzögert (keine ABS Regelung). Wird das Bremspedal gelöst, wird der Druck an den Bremsen durch die weiterhin geöffneten Einlassventile abgebaut. Die Bremsflüssigkeit strömt durch das System über den Hauptzylinder zurück in den Behälter.

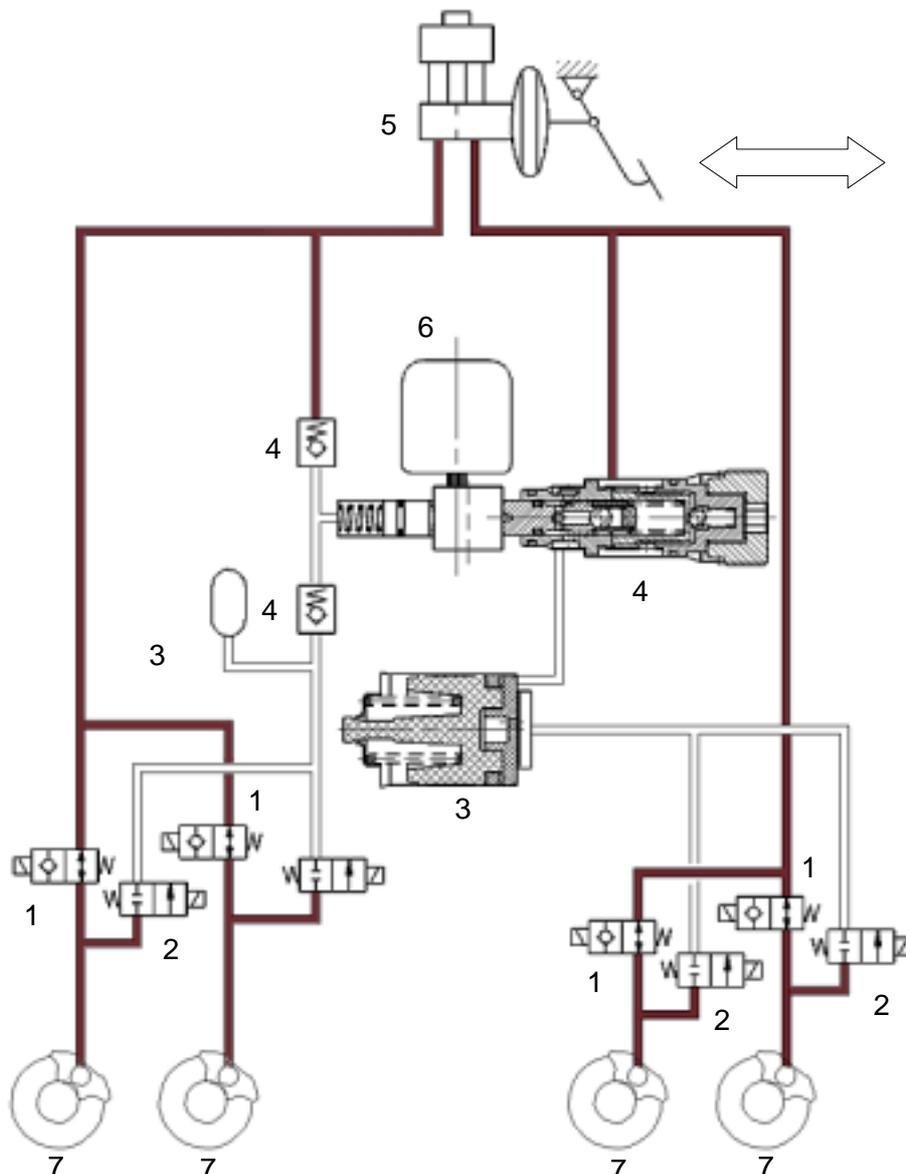


Abb. 7

Vorn Rechts Hinten Links

Vorn Links Hinten Rechts

4.7.2 Druckhalten:

Erkennt nun die ECU über die Geschwindigkeitssensoren, dass ein Rad (in dieser Abb.8 das Rad hinten links) oder mehrere bei einem Verzögerungsvorgang zum Blockieren neigen, werden die entsprechenden Einlassventile angesteuert und geschlossen, um einen weiteren Druckaufbau zu verhindern (Rad bleibt im stabilen Bereich). Die Auslassventile

bleiben vorerst geschlossen. Der Fahrer steht weiterhin mit dem Fuß auf der Bremse.

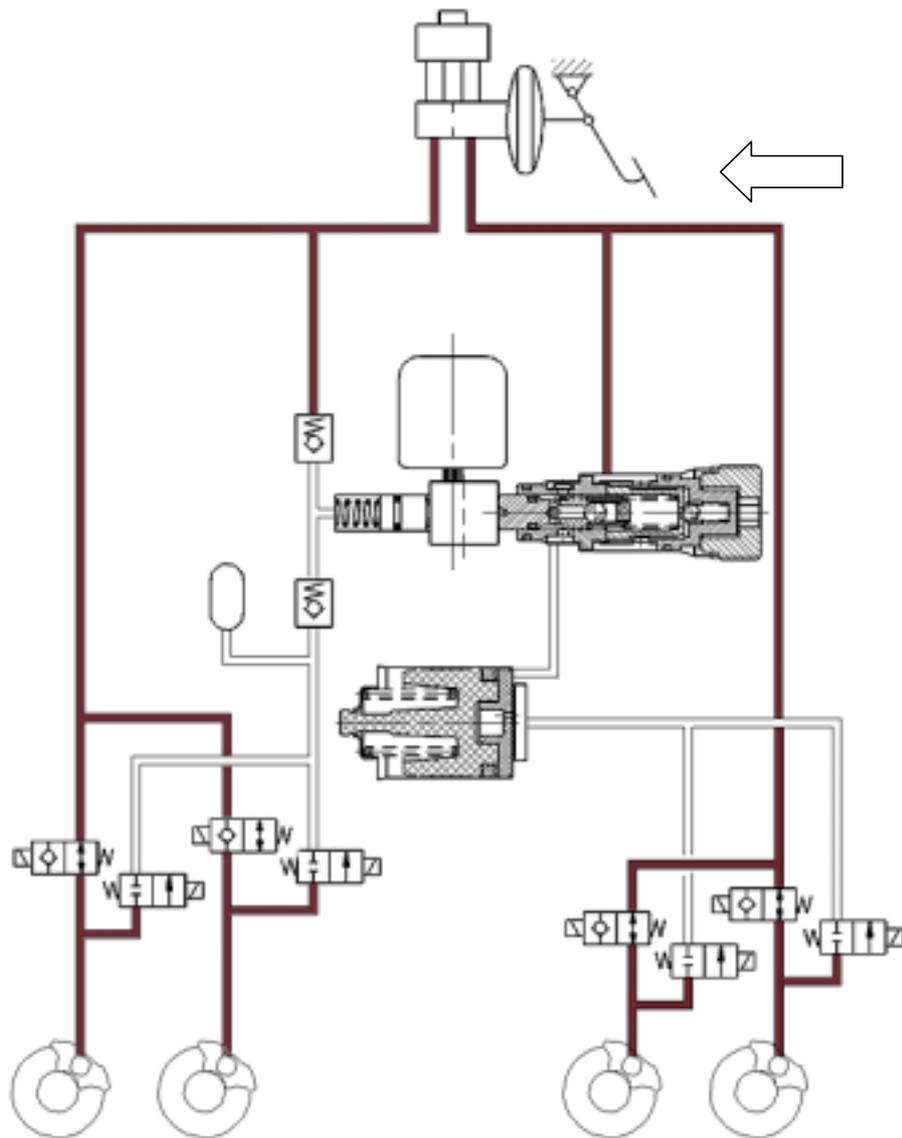


Abb.8

Vorn Rechts Hinten Links

Vorn Links Hinten Rechts

4.7.3 Druckabbau:

Bei weiterer Zunahme der Radverzögerung bei konstant gehaltenen Druck wird das Auslassventil angesteuert und somit geöffnet (in dieser Abb. das Rad hinten links), so dass die Bremsflüssigkeit durch die Ventile in die Expanderkammer fließt und von dem Pumpensystem durch das Saug- und Druckventil wieder in den Kreislauf gegen die Fußkraft des Fahrers gedrückt wird.

Betätigt der Fahrer weiterhin das Bremspedal, wird das Auslassventil geschlossen und durch Pulsen des Einlassventiles der Druck in dem betreffenden Rad wieder aufgebaut. Ist weiterhin Anti-Blockier-System Regelung erforderlich, beginnt dieser ganze Vorgang vom Druckaufbau bis hin zum Druckabbau wieder von vorne.

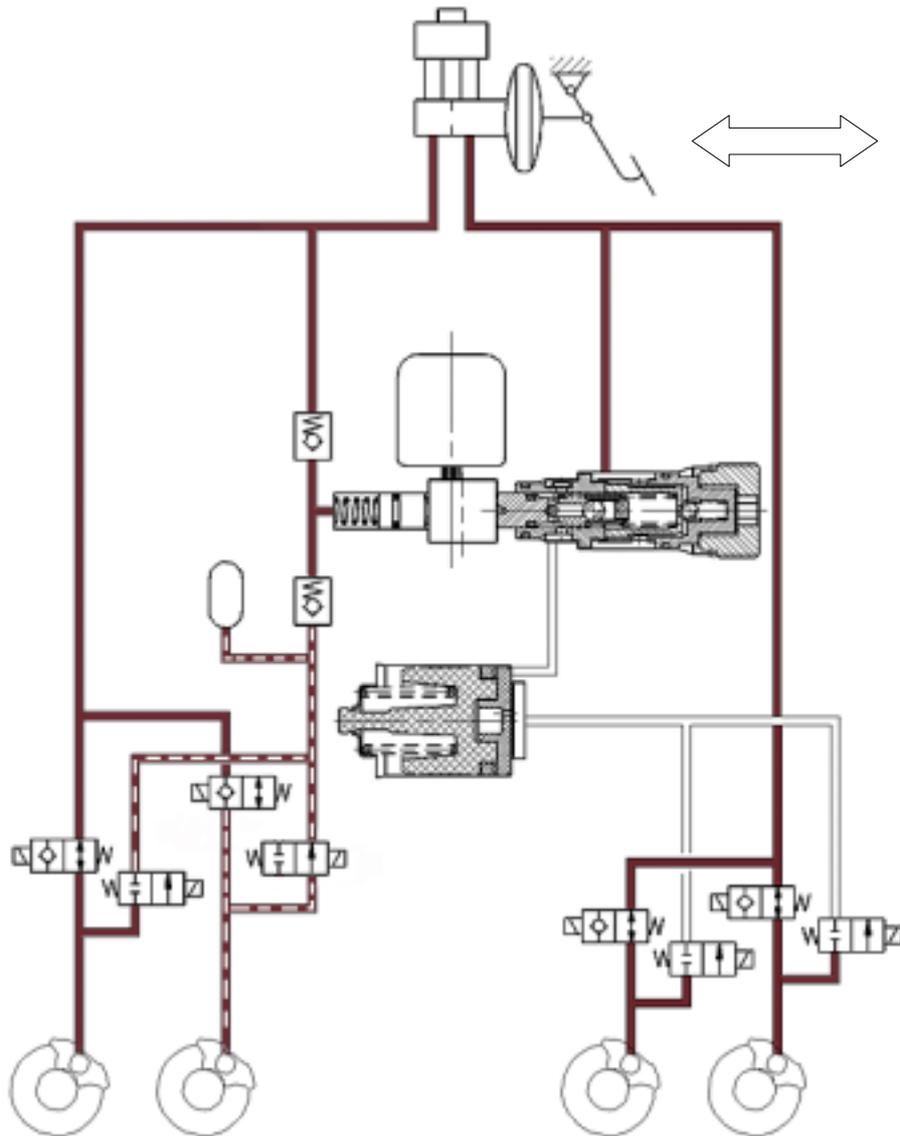


Abb. 9

Vorn Rechts Hinten Links

Vorn Links Hinten Rechts

4.8 Funktionsweise während ETC

Als zweites werden die Vorgänge mit Hilfe eines Modulators mit ETC erläutert.

Abbildung 10 zeigt das Bremspedal mit Hauptzylinder und Bremskraftverstärker (1), das ETC Ventil mit Schalter (2), die Befüllerkolben (3), das Pumpensystem (4), die Saug-

und Druckventile (5), die Dämpfer (6), die Systemventile (7), die Expanderkammern (8), die Einlassventile (9) und die Auslassventile (10) in Ausgangsstellung.

4.8.1 Druckaufbau/ Druckhalten/ Druckabbau

Tritt der Fahrer auf die Bremse, wird wie bei dem System ohne ETC ein Druck (Volumenverschiebung) auf-

gebaut, der über das Medium Bremsflüssigkeit über das ETC Ventil direkt zu den Bremsen geleitet wird und das Fahrzeug verzögert. Bei einer ABS-Regelung tritt das Prinzip des Systems ohne ETC in Kraft. Wird das Bremspedal gelöst, wird der Druck an den Bremsen durch die weiterhin geöffneten Einlassventile abgebaut.

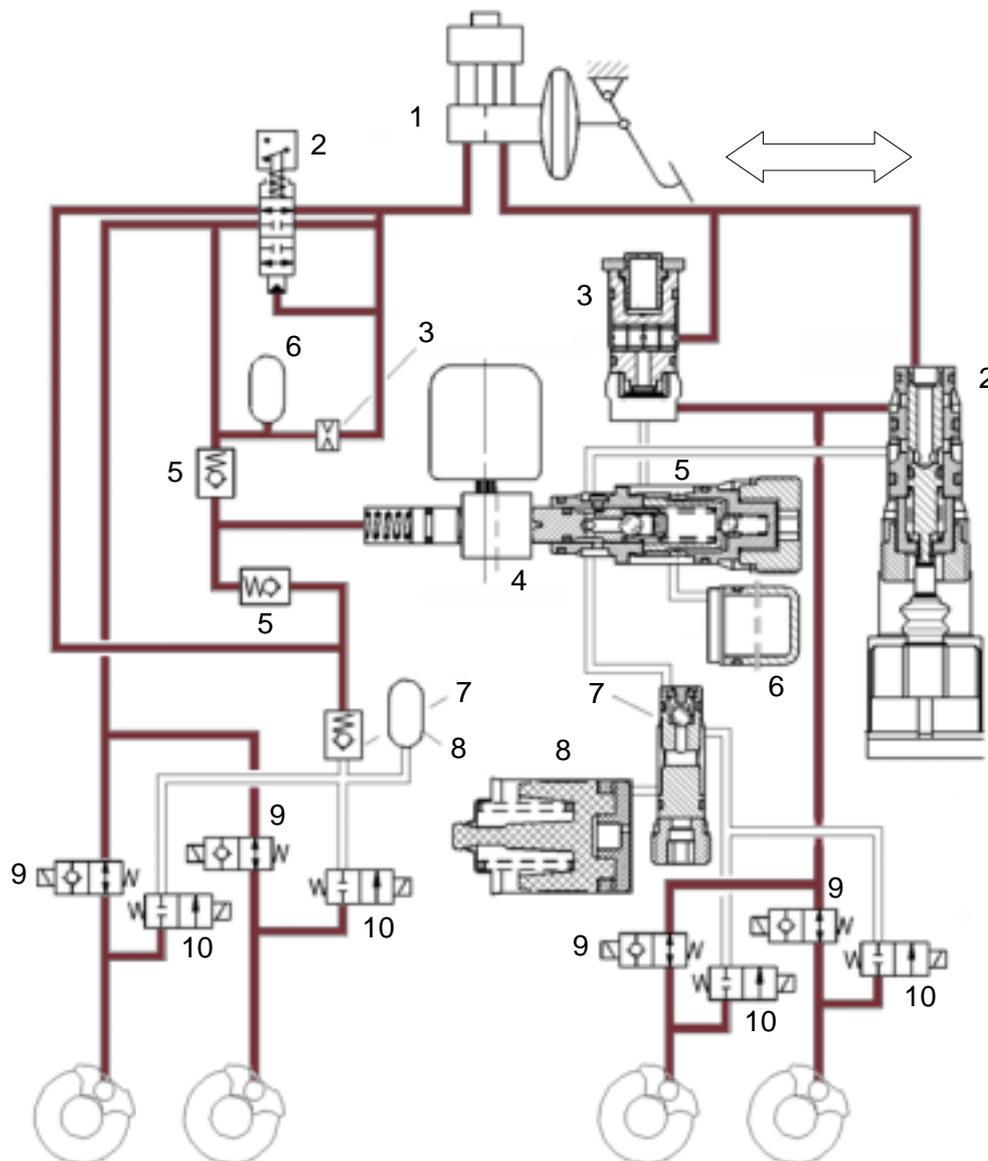


Abb. 10

Vorn Rechts

Hinten Links

Vorn Links

Hinten Rechts

4.8.2 ETC Regelung:

Erkennt die ECU anhand der Informationen die von den Stabsensoren geliefert werden, dass es in der Anlage zu unterschiedlichen Radgeschwindigkeiten beim Anfahren kommt tritt die ETC Regelung in Kraft. In dieser Zeichnung wird das Rad hinten rechts ETC geregelt. Dabei wird der Motor des Pumpensystems gestartet und die drei Einlassventile der nicht durchdrehenden Räder geschlossen. Über das Saugventil des Pumpensystems

wird die Bremsflüssigkeit aus dem Behälter über den Hauptzylinder angesaugt und im Pumpensystem über eine Blende im Befüllerkolben unter Druck gesetzt.

Von da wird der Druck durch das einzig geöffnete Einlassventil an das durchdrehende Rad geleitet und lässt dieses einbremsen. Durch ein Pulsen des Einlassventiles ähnlich wie bei einer ABS Regelung wird dieser Vorgang solange durchgeführt, bis alle Räder wieder die gleiche Ge-

schwindigkeit haben. Ist dieses der Fall, wird der Motor des Pumpensystems von der ECU abgeschaltet. Der Druck wird über die Blende, über Leckagen und über die geöffneten Auslassventile abgebaut. Sollte bei einer ETC Regelung der Fahrer auf die Bremse treten, wird ETC sofort abgeschaltet und die geschlossenen Einlassventile geöffnet.

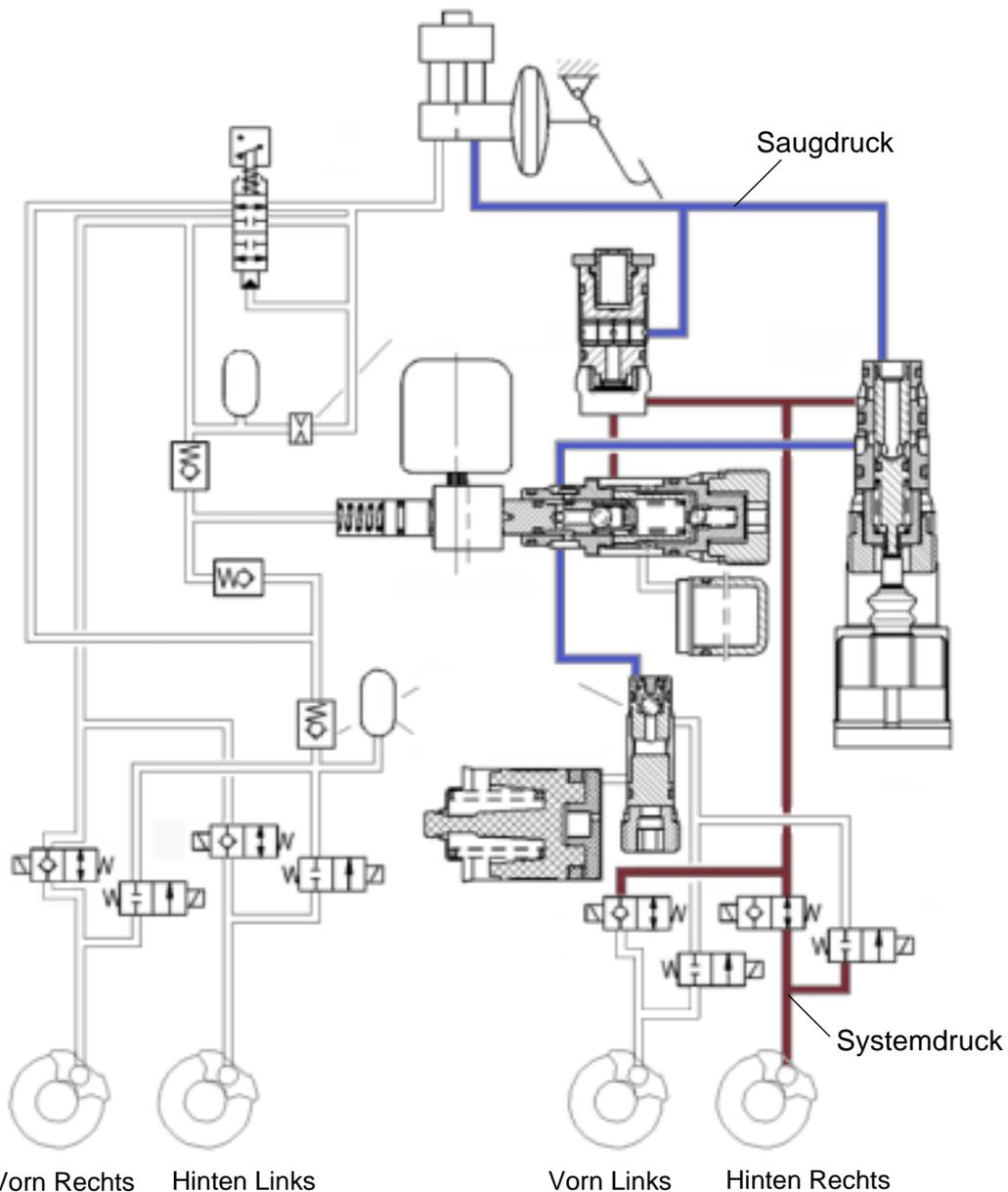


Abb. 11

Vorn Rechts

Hinten Links

Vorn Links

Hinten Rechts

5. Komponenten

Anhand der unten aufgeführten Zeichnung, werden in diesem Kapitel die einzelnen Komponenten des WABCO ADD-ON-ABS beschrieben.

Desweiteren werden Schwerpunkte im Bereich Prüfung, Einbaulage und Verkabelung gesetzt.

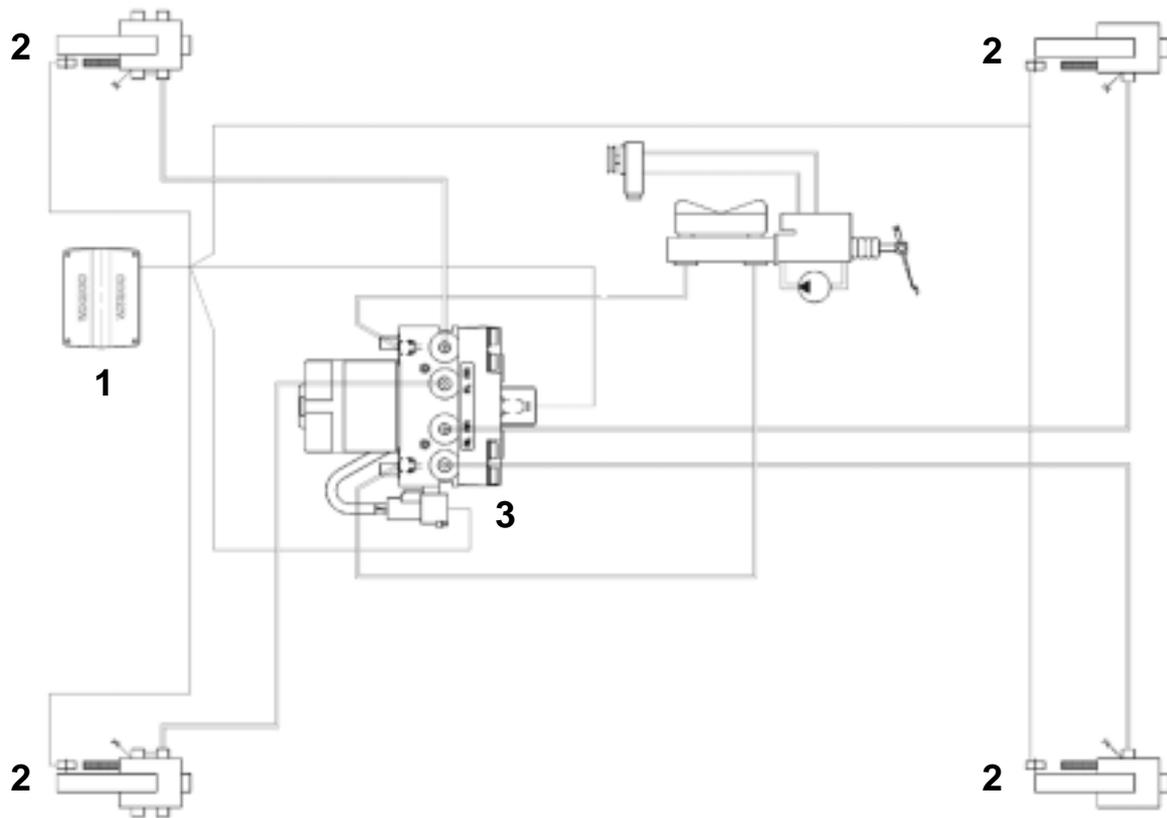


Abb. 12 Verkabelungs- und Verrohrungsschema

1. ECU
2. Geschwindigkeitssensor
3. ADD-ON-ABS- (4M) Modulator

ECU 446 044 ... 0
446 109 ... 0



Aufgabe:

Das elektronische Steuergerät (auch ECU = Electronic Control Unit genannt) errechnet aus den Rad-Sensorsignalen die Fahrzeug- und Radgeschwindigkeiten sowie die Radverzögerungen und -beschleunigungen. Bei Bedarf steuert es Magnetventile des Modulators an, um das Blockieren der Fahrzeigräder zu verhindern.

Die 4-Kanal-Elektroniken sind zweikreisig aufgebaut. Jeder Kreis überwacht zwei diagonale Fahrzeigrä-

der und lässt sich in vier Funktionsgruppen unterteilen:

- Eingangsschaltkreis
- Hauptschaltkreis
- Sicherheitsschaltung
- Ventilansteuerung

Im Eingangsschaltkreis werden die von den Drehzahlsensoren erzeugten Signale gefiltert und in digitale Informationen umgewandelt.

Der Hauptschaltkreis besteht aus einem Mikrocomputer. Mit Hilfe eines komplexen Programms werden die Regelsignale berechnet und logisch verknüpft sowie die Stellsignale an die Ventilansteuerung des Modulators ausgegeben.

Die ECU signalisiert dem Fahrer evtl. auftretende Meldungen durch eine Warnlampe und schaltet bei Bedarf die Regelung eines Rades oder beider diagonalen Räder, in bestimmten Fällen das gesamte ABS, ab. Die Bremsanlage bleibt dabei voll funktionsfähig, lediglich der Blockierschutz und die ETC-Funktion entfallen teilweise oder vollständig.

In der Elektronik werden Meldungen zu Diagnosezwecken dauerhaft abgespeichert. Ein Auslesen und Löschen des Meldespeichers ist über die Diagnose-Verbindung (nach ISO-Norm) möglich.

Die Ventilansteuerungen enthalten Leistungstransistoren (Endstufen), die durch die vom Hauptschaltkreis kommenden Signale angesteuert werden und den Strom für die Betätigung der Regelventile schalten.

Die Regelung der nicht gelenkten Achse(n) erfolgt individuell (IR). Die Lenkachse wird modifiziert-individuell (MIR) geregelt.

Einbau:

Der Einbau der Elektronik erfolgt spritzwassergeschützt im Fahrzeug.

Prüfung:

Die Elektronik sowie die angeschlossenen Magnetventile, Sensoren und die Verkabelung werden durch die integrierte Sicherheitsschaltung überprüft und Fehler angezeigt. Eine darüber hinausgehende Überprüfung des elektronischen Steuergerätes selbst ist nur auf einem speziellen Prüfstand im Herstellerwerk möglich.

Hinweis:

Zum Aus- und Einbau der Elektronik, d.h. zum Abnehmen oder Aufsetzen des Elektroniksteckers grundsätzlich die Zündung ausschalten!

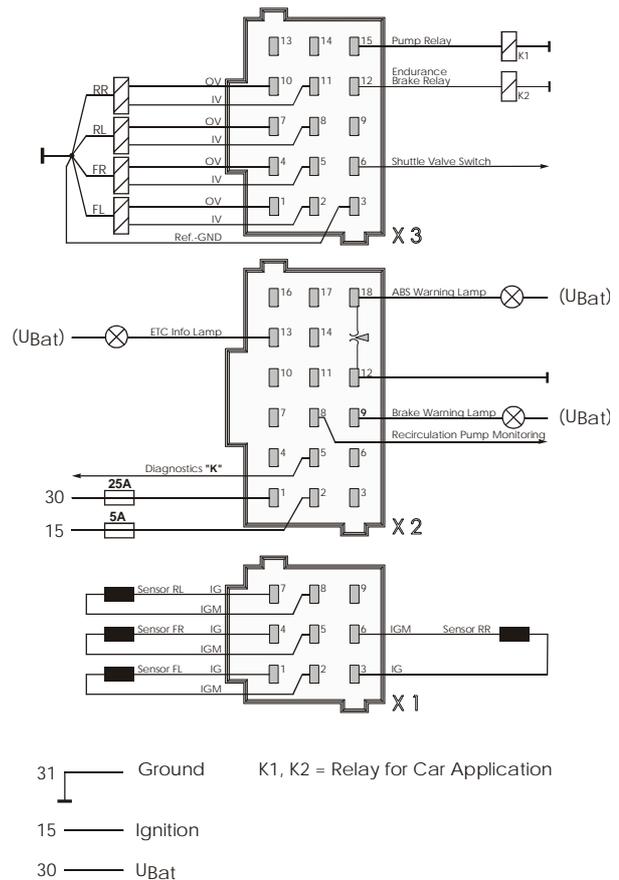


Abb. 14 Verkabelungsplan für maximale Systemkonfiguration



Abb. 13 Einbaulage der ECU im Multicar im Bereich des Mittelunnels

Geschwindigkeitssensor 441 032 ... 0 und Polrad:



Aufgabe:

Der feststehende Sensor erfasst berührungslos den Bewegungszustand eines mit dem Fahrzeugrad zusammenrotierenden Polrades. Die Polräder für leichte und mittlere Nutzfahrzeuge haben 80 Zähne und weniger.

Durch eine Modifikation des inneren Sensoraufbaues wurde die Ausgangsspannung neuerer WABCO-Sensoren bei gleicher Radgeschwindigkeit erhöht. Dadurch wird auch bei vergrößerten Luftspalten der ABS-Betrieb noch bei sehr kleinen Radgeschwindigkeiten sichergestellt. Diese Sensoren sind auf dem Sensorkopf "S+" gekennzeichnet.

Wirkungsweise:

Der induktiv arbeitende Stabsensor besteht im wesentlichen aus einem Dauermagneten mit einem runden Polstift und einer Spule. Durch die Drehbewegung des mit der Radnabe verbundenen Polrades wird der von der Sensorspule erfasste magnetische Fluss geändert und dadurch eine Wechsellspannung erzeugt, deren Frequenz proportional der Radgeschwindigkeit ist.

Ausführungsarten:

Der Geschwindigkeitssensor ist speziell für die erhöhten Anforderungen im Nutzfahrzeug entwickelt. Hohe Temperaturbeständigkeit und Vibrationsfestigkeit gewährleisten seine Betriebssicherheit auch in Extremfällen.

Sensor-Einbau

Der Geschwindigkeitssensor wird über die Klemmbuchse 899 760 510 4

(CuBe) bzw. 899 759 815 4 (CrNi) mit Montagefett in einer Bohrung im Achsschenkel oder in einem speziellen Sensorhalter verschiebbar montiert. An der Vorder- und Hinterachse wird der Geschwindigkeitssensor von Hand bis an das Polrad in die Klemmbuchse geschoben.

Über den Taumelschlag des Polrades, wird der Geschwindigkeitssensor, nach ein bis zwei Umdrehungen der Nabe von Hand, auf das Maximum des Taumelschlages axial in der Sensorbohrung verschoben.



Abb. 15 Einbaulage des Geschwindigkeitssensor

Hinweis

Das Einstellen eines Mindestluftspaltes für den Sensor ist nicht erforderlich, da er sich, bedingt durch das Radlagerspiel und Taumelschlag des Polrades, bei den ersten Radumdrehungen selbständig einstellt.

Technische Daten

Durchgangswiderstand
1150 +100/ -50 Ohm

Thermischer Anwendungsbereich
-40° C...+150° C

Schmiermittel

Bei Adaptionen, die verstärkter Verschmutzung ausgesetzt sind, wird empfohlen, Klemmbuchse und Sensor mit einem temperatur- und spritzwasserfesten Fett einzusetzen, um die Achsschenkelbohrung vor Korrosion und Schmutzeindringen zu schützen.

Wir empfehlen: WABCO Sensorfett

1 kg Dose Best.-Nr. 830 502 063 4

8 g Tube Best.-Nr. 830 502 068 4

Wartung:

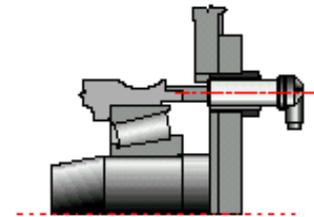


Abb. 16 Einbaulage der Komponenten im Schnitt

Neben der regelmäßigen Kontrolle des Radlagerspiels sollte bei Arbeiten an der Radbremse der Sensor wieder **von Hand** bis zum Anschlag hineingeschoben werden.

Zum Nachsetzen des Geschwindigkeitssensors (bei zu großem Luftspalt) keinesfalls Gewalt anwenden oder ungeeignetes Werkzeug wie spitze oder scharfe Gegenstände benutzen, um Beschädigungen der Sensorkappe zu vermeiden!

Beim Austausch eines Geschwindigkeitssensors wird empfohlen, die Klemmbuchse mit auszuwechseln.

Prüfung:

Der Widerstand der Sensorspule, die richtige Einstellung des Luftspaltes sowie die Zuordnung Sensor zum entsprechenden Rad können mit dem Diagnostic-Controller und der entsprechenden Programmkarte für das verbaute System geprüft werden.

ADD-ON-ABS-(4M) Modulator 478 407 ... 0



Aufgabe

Der Modulator lässt den vom Fahrer über den Bremskraftverstärker / Hauptzylinder aufgebrauchten Bremsdruck zu den Radbremszylindern durch. Ferner hat er die Aufgabe die Sicherung der zwei Bremskreise gegeneinander bei Ausfall einer dieser Bremskreise zu gewährleisten und die Bremsdruckregelung (4 Radkanäle) zur ABS-Bremsregelung mit 2/2-Magnetregelventilen sicherzustellen.

Modulator-Einbau

Der Modulator wird im Kraftfahrzeug-Motorraum unterhalb des Hauptzylinders eingebaut. Sämtliche Hydraulikleitungen zum Hauptzylinder hin sind steigend, die zu den Radbremszylindern hin sind fallend anzubringen. Art, Verlegung, Länge und Dimension der Leitung sind in Absprache mit WABCO auszulegen.

WARNHINWEIS

Wenn der ABS-Modulator ausfällt, muss das gesamte Gerät ausgetauscht werden!

Der Modulator sollte bis zum Einbau nicht Stoßbelastungen oder übermäßigen Vibrationen ausgesetzt werden und es darf keine Druckluft in die Hydraulikanschlüsse geleitet werden.



Abb. 17 und 18 Verbaute Modulator im Kraftfahrzeug-Motorraum

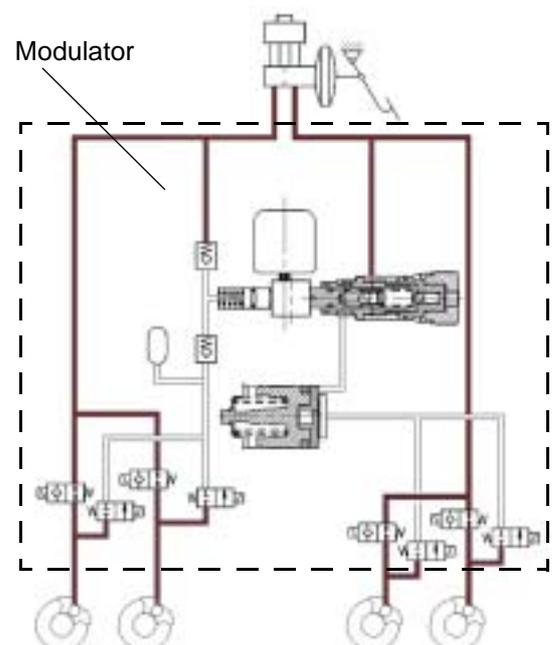


Abb. 19 Funktionsbild eines Modulators ohne ETC

6. Diagnose

Unter dem Begriff „Diagnose“ werden folgende Teilaufgaben verstanden:

- Inbetriebnahme beim Fahrzeughersteller beziehungsweise bei einem Modulator-Wechsel
- **Inbetriebnahme beim Endkunden, zum Beispiel in der Werkstatt**
- Fehlerspeicherung, Fehlerausgabe

- Periodische Prüfungen
- Zugriff auf abgespeicherte Daten

Diagnose mit dem Diagnostic Controller

Der Diagnostic Controller ist ein Computer, der mit Steuergeräten (ebenfalls ein Computer) Daten austauschen kann. Unter Daten ist hier folgendes zu verstehen:

- Gespeicherte Fehlermeldungen in der ECU.

- Befehle, die vom Controller an die ECU geschickt werden und dort bestimmte Vorgänge auslösen.

Um mit einer ECU zu kommunizieren, bedarf es eines speziellen Programms. Das Programm ist auf der entsprechenden Programmkarte gespeichert.

Programmkarte und ECU müssen zueinander passen !

Das Diagnostic Controller Set (446 300 331 0) besteht aus folgenden Teilen:

- | | |
|--------------------------|---------------|
| 1. Diagnostic Controller | 446 300 320 0 |
| 2. Tragetasche | 446 300 022 2 |

Zubehör:

- | | |
|---|---------------|
| 3. Programmkarte | 446 300 ... 0 |
| 4. Anschlußkabel | 446 300 329 2 |
| 5. Multimeterkabel schwarz (nicht abgebildet) | 894 604 301 2 |
| Multimeterkabel rot (nicht abgebildet) | 894 604 302 0 |
| 6. Tastatur | 446 300 328 0 |



Abb. 20 Diagnostic Controller Set

Hinweise und Informationen zu den prüfbaren Elektroniken erhalten Sie im Internet unter www.wabco-auto.com oder unter der Hotline-Nummer 0180/223 23 37.

Anschluss des Diagnostic Controllers an die Fahrzeugdiagnosebuchse:

Das Anschlusskabel wird auf der einen Seite mit dem Diagnostic Controller (Abb. 21) und auf der anderen Seite mit der Diagnosebuchse im Schaltschrank (Abb. 22) des Fahrzeuges verbunden.



Abb. 21 Diagnostic Controller mit Anschlusskabel

Diagnosebuchse



Abb. 22 Schaltschrank Multicar

Anschluss Diagnostic Controller

Für Zugänglichkeit der Diagnosebuchse sorgen

Vorhandene Schutzkappe entfernen

Diagnostic Controller (446 300 320 0) und Diagnosebuchse mit Hilfe von Anschlusskabel (446 300 329 2) verbinden

Handbremse lösen, Gang rausnehmen und Zündung einschalten. Fahrzeug gegen Wegrollen sichern!

Für eine weitere Stromquelle des Diagnostic Controller ist nicht zu sorgen, sofern die ECU über die Fahrzeugbatterie, oder einer anderen Fremdspannung, versorgt wird.

Vor dem Einstecken der Diagnosekarte ist sicher zu stellen, dass die Kontaktflächen der Diagnosekarte sauber sind. Ansonsten kann es zu Funktionsstörungen kommen

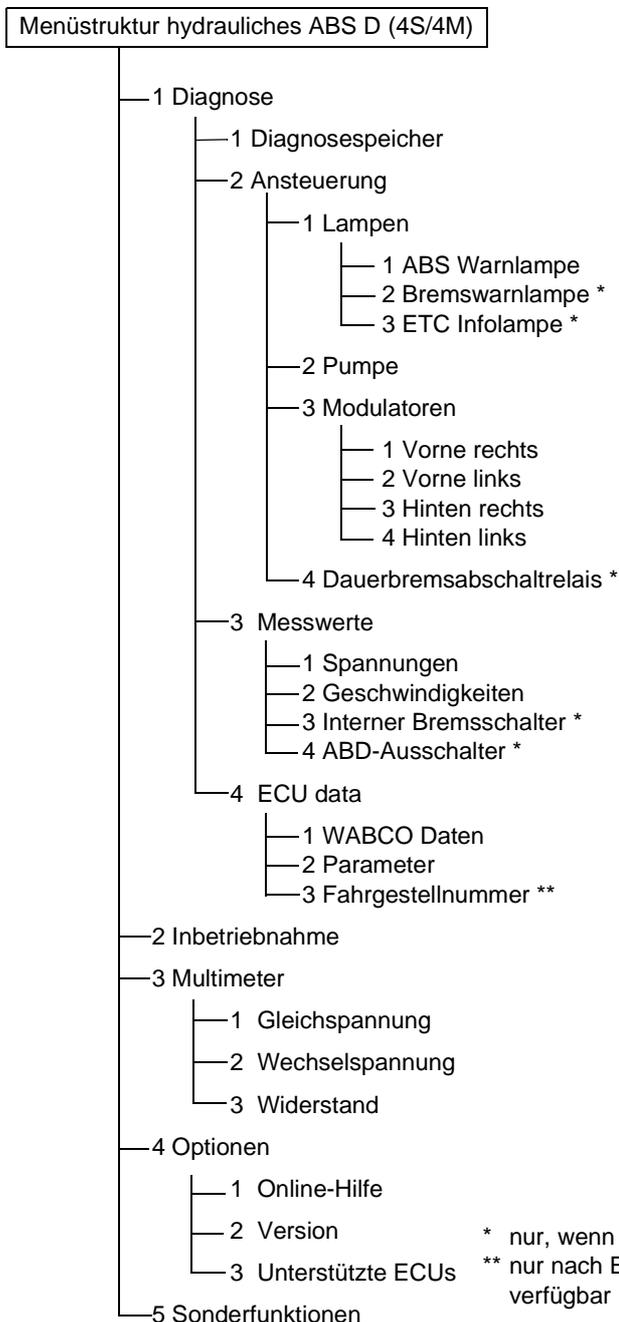
Zur detaillierten Bedienung des Diagnostic Controllers oder der Diagnosekarte sollte das jeweilige Begleitheft als Hilfe benutzt werden.

Fragen, Anweisungen und Hinweisen des Diagnostic Controller sind Folge zu leisten.

Überprüfen Sie im ersten Menüpunkt des Diagnostic Controllers zur Sicherheit die Identifikationsdaten, um spätere Kommunikationsmeldungen zu vermeiden. Hierbei leuchten die ABS Warnlampe und optional die ETC Lampe oder die Bremswarnlampe.

Um nun Diagnosemeldungen aus dem Speicher zu lesen, wählen sie über die Tastatur das entsprechende Menü.

Menüstrukturplan am Beispiel der Programmkarte 446 300 784 0



* nur, wenn im Fahrzeug verbaut

** nur nach Eingabe der PIN-Nummer verfügbar

Warnhinweis

Wenn sowohl die ABS-Lampe als auch die BWL leuchten, muss der Pegel der Bremsflüssigkeit geprüft werden. Auch bei ausreichendem Flüssigkeitspegel ist Vorsicht geboten, weil die Blockier-Reihenfolge nicht gewährleistet ist.

Wenn am stillstehenden Fahrzeug die Zündung eingeschaltet wird, sollte die Warnlampe für 3 sec. leuchten. Andernfalls sind die Glühlampen der Warnlampe oder ihre Verkabelung defekt. In diesem Fall sind die Glühlampen sofort auszutauschen!

Hinweis zur BWL

Wird die Zündung in einem stillstehenden Fahrzeug eingeschaltet wird, sollte die ABS-Warnlampe wie beschrieben und die ETC- und BWL leuchten. Andernfalls sind die Glühlampen oder die Verkabelung der Warnlampe defekt. In diesem Falle sollten die Glühlampen sofort ausgetauscht werden!

Bei Reparaturen im Bereich der Rad-Sensoren, kann es zu einer Vergrößerung des Luftspaltes an einzelnen Sensoren führen. Um zu verhindern, dass ein solches Fahrzeug freigegeben wird, wird die Löschung des Speichers und die Einstellung der Bedingung „Sensorfehler bei letztem Zündzyklus“ gefordert. Beim nächsten Überprüfungszyklus der Zündung leuchtet die ABS-Lampe, bis das Fahrzeug 7 km/h überschreitet.

- Die Größe aller zusammenwirkenden Reifen darf um $\pm 8\%$ vom parametrisierten Nennwert abweichen.
Einzelne Reifen dürfen um max. $\pm 1,5\%$ vom Nennwert abweichen.
- Änderungen am Fahrzeug mit dem Ziel, die Gesamtgeschwindigkeit oder die Beschleunigung zu erhöhen oder Änderungen am Bremssystem können die Funktion des ADD-ON ABS-Systems beeinträchtigen.

Elektronik-System**Ein- und Ausgänge der ECU**

Eingänge	Anschluss
Raddrehzahlsensor vorne links	X 1 Pin 1, X1 Pin 2
Raddrehzahlsensor vorne rechts	X 1 Pin 4, X1 Pin 5
Raddrehzahlsensor hinten links	X 1 Pin 7, X1 Pin 8
Raddrehzahlsensor hinten rechts	X 1 Pin 3, X1 Pin 6
Batteriespannungsversorgung	X 2 Pin 1
Zündungsspannungsversorgung	X 2 Pin 2
Bezugsmasse	X 3 Pin 3
Schalter für Sperrventil	X 3 Pin 6
Überwachung der Pumpe	X 2 Pin 8
Elektronikmasse	X 2 Pin 12
Ausgänge	Anschluss
Bremswarnlampe	X 2 Pin 9
ABS-Warnlampe	X 2 Pin 18
Auslassventil vorne links	X 3 Pin 1
Einlassventil vorne links	X 3 Pin 2
Auslassventil vorne rechts	X 3 Pin 4
Einlassventil vorne rechts	X 3 Pin 5
Auslassventil hinten links	X 3 Pin 7
Einlassventil hinten links	X 3 Pin 8
Auslassventil hinten rechts	X 3 Pin 10
Einlassventil hinten rechts	X 3 Pin 11
ETC Info-Lampe	X 3 Pin 13
Pumpenrelais	X 3 Pin 15
Fehler-Nummer	Anschluss
K-Leitung	X 2 Pin 5

X 1 9poliger Stecker

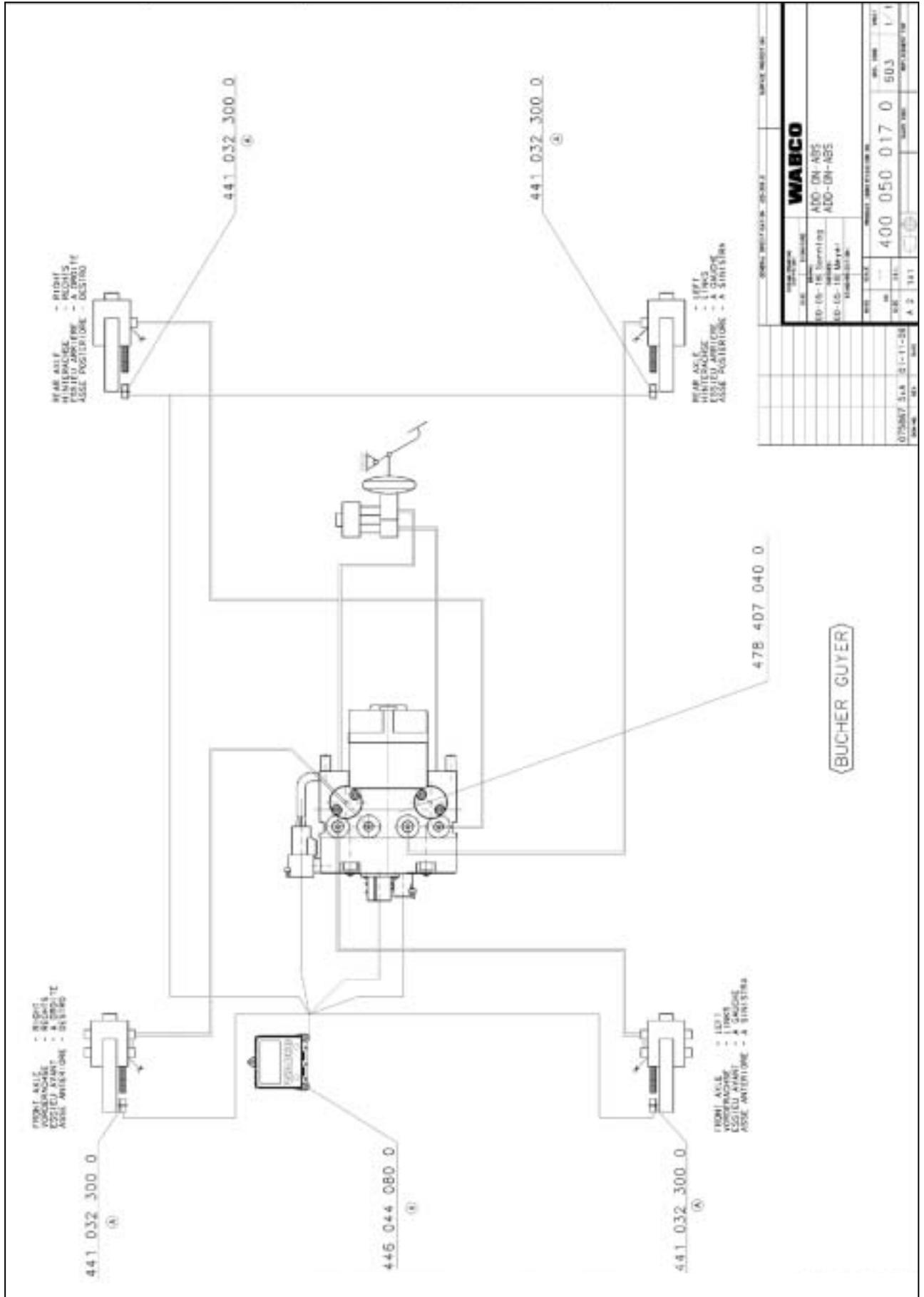
X 2 18poliger Stecker

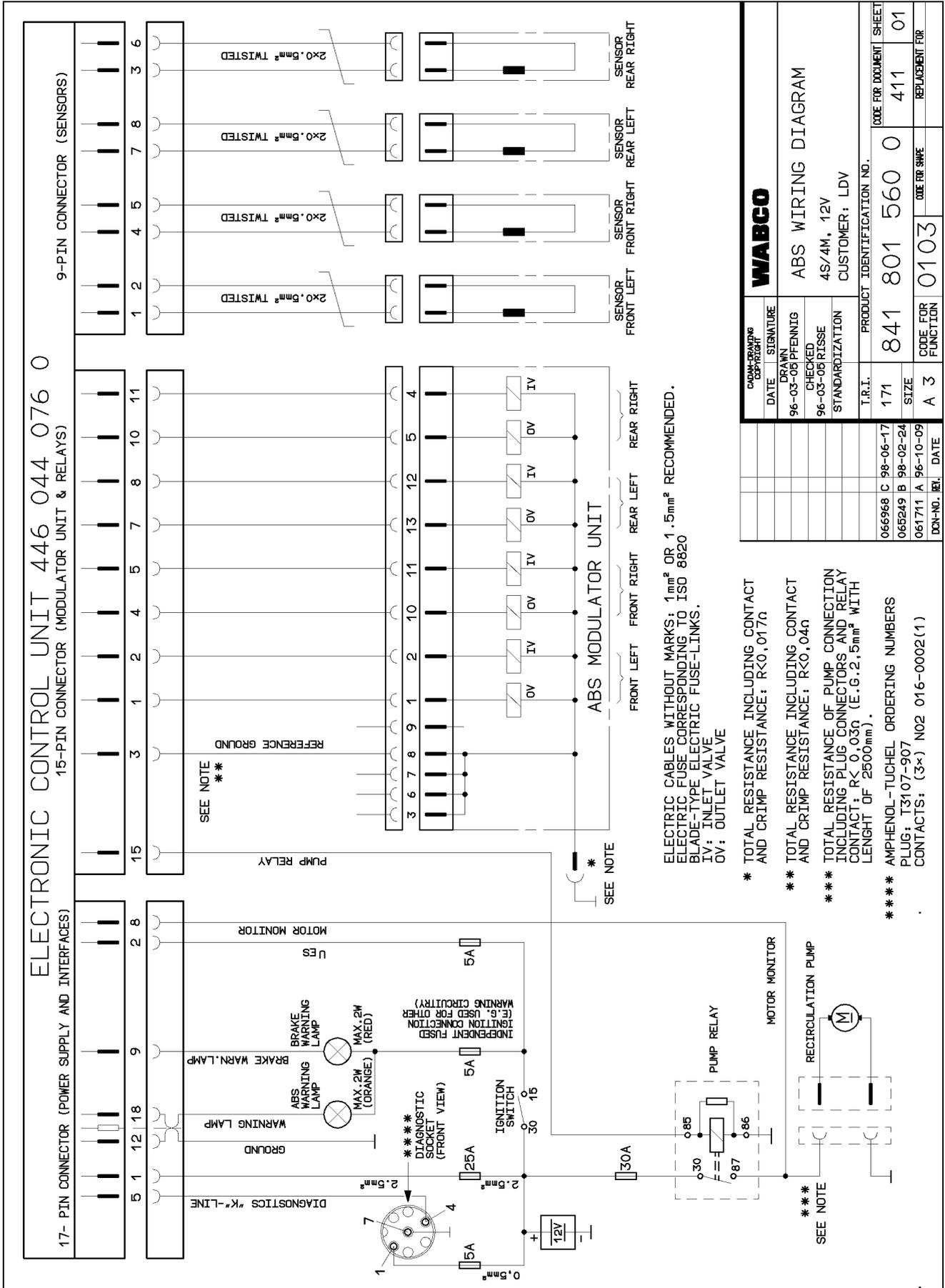
X 3 15poliger Stecker

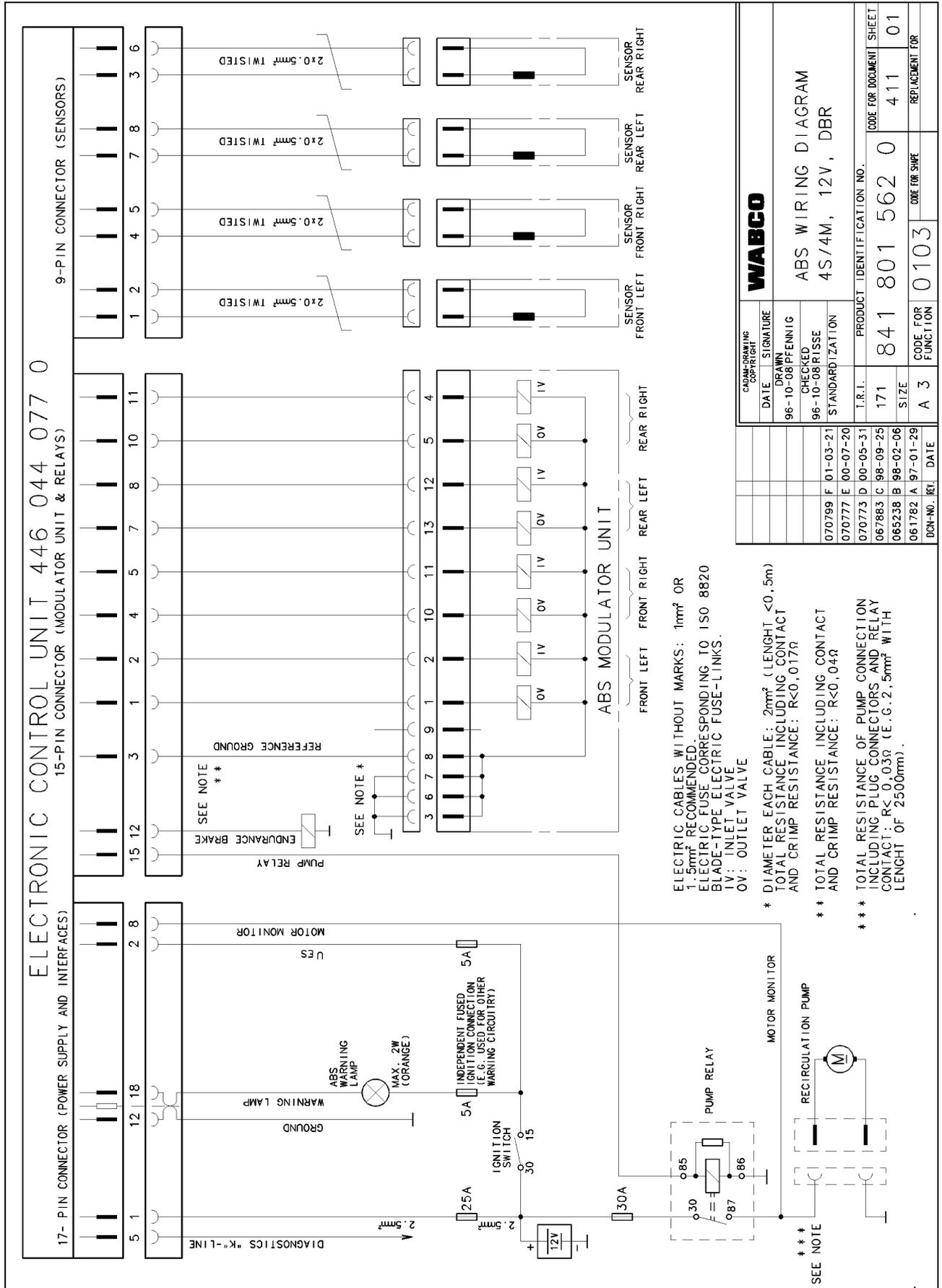
Meldeliste der ECU

Anhand dieser Liste können Rückschlüsse auf die Art der Fehler und die Art der Behebung gezogen werden

Fehler	Reparaturanleitung
Elektronik	Überprüfen der Verkabelung und der Kabelstecker. ABS-Elektronik ersetzen, wenn der Fehler nach löschen des Fehlerspeichers wieder auftritt
ABS-Modulator	Überprüfen der Modulatorkabel. Einlaß- (EV) oder Auslaßventil (AV) oder gemeinsames Kabel ist ständig oder zeitweise unterbrochen oder kurzgeschlossen gegen Ub+ bzw. Masse
ABS-Modulator Masseverbindung	Überprüfen der Modulatorkabel. Die Masseverbindung des Modulators ist ständig oder zeitweise unterbrochen oder kurzgeschlossen gegen Plus.
Luftspalt des Sensors	Zu geringe Amplitude des Sensorsignals. Überprüfen des Lagerspiels, Planlauf des Polrades, Sensor gegen Polrad drücken. Sensorverkabelung und Stecker auf Wackelkontakt überprüfen.
Sensor Kurzschluss/ Leitungsunterbrechung	Überprüfen der Sensorverkabelung. Leitungsunterbrechung, Kurzschluss gegen Ub+ bzw. Masse oder zwischen den Sensorkabeln IG/IGM wird festgestellt.
Pumpenüberwachung def. oder	Überprüfen des Pumpenlaufes und der Pumpenverkabelung.
Pumpe läßt sich nicht einschalten	Überprüfen des Pumpenlaufes und der Pumpenverkabelung.
Pumpe klemmt	Überprüfen des Pumpenlaufes und der Pumpenverkabelung.
Pumpenrelaisfehler (hängt fest)	Überprüfen des Pumpenrelais.
Interner Fehler	ABS-Elektronik ersetzen, wenn der Fehler wieder festgestellt wird.

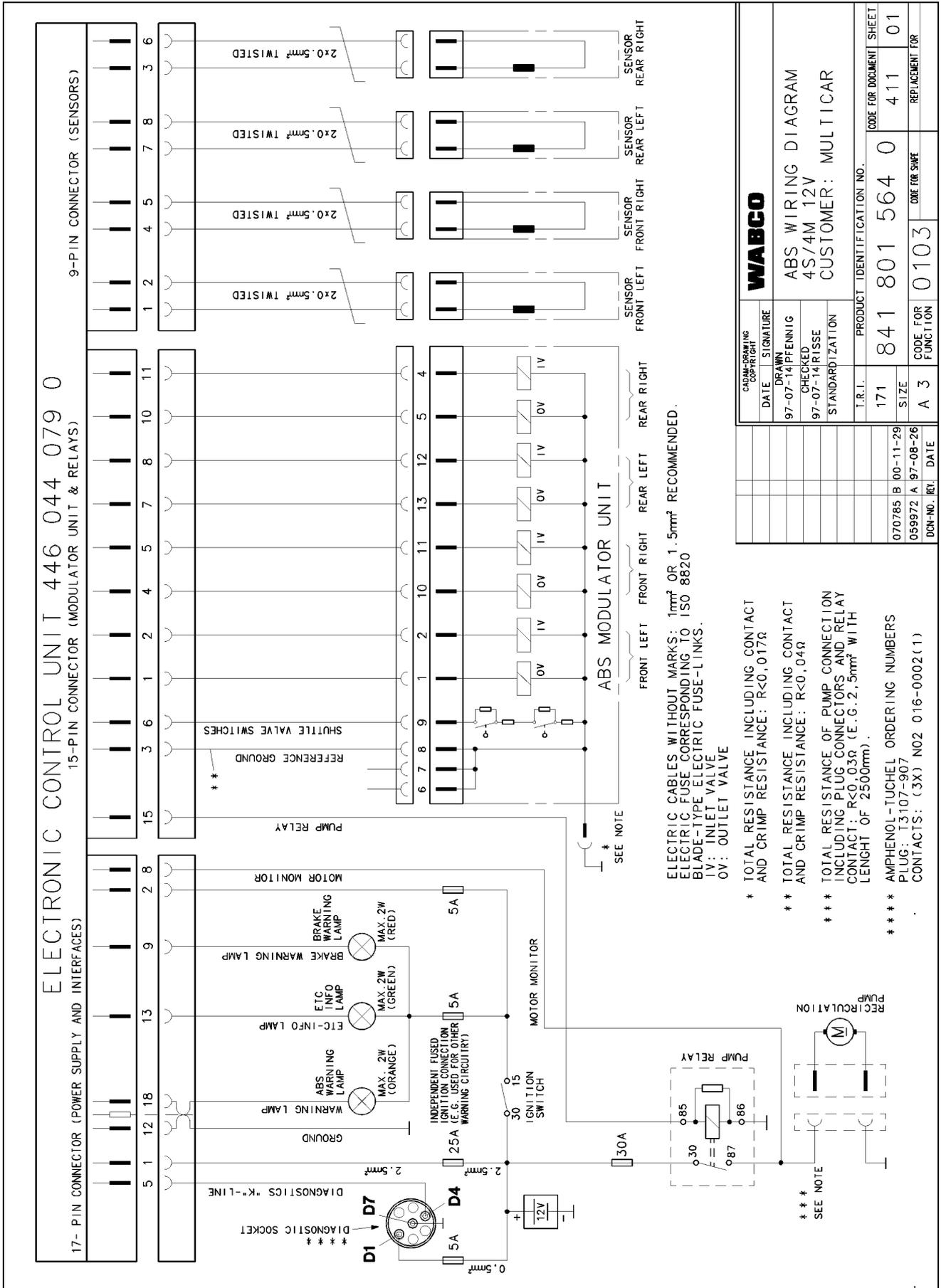


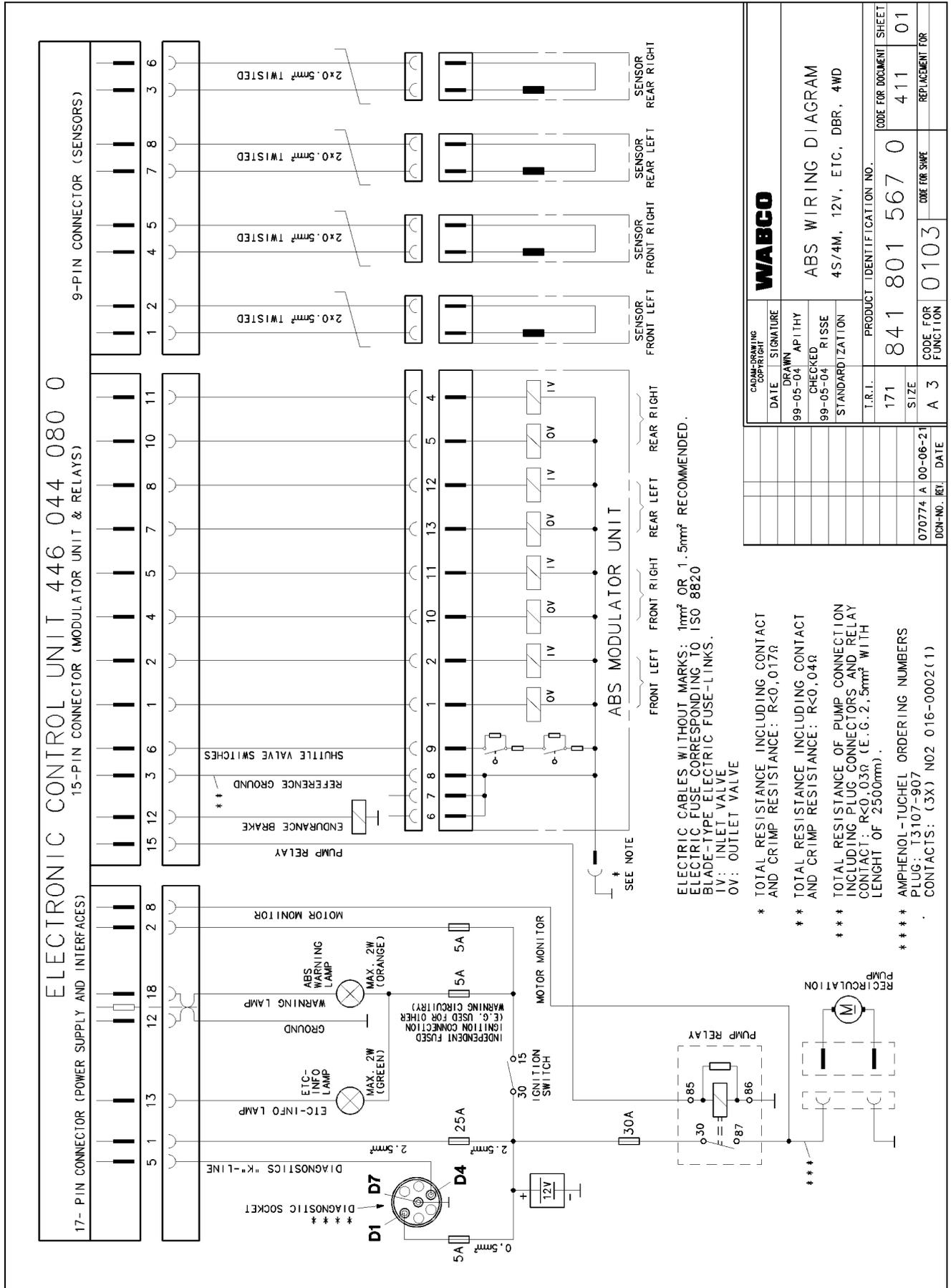




CHECKING AND SIGNATURE		DATE	
DATE	SIGNATURE	DATE	SIGNATURE
96-10-08	PFEENNIG	CHECKED	
96-10-08	RISSE	STANDARDIZATION	
070799	F 01-03-21	T.R.I.	PRODUCT IDENTIFICATION NO.
070773	E 00-07-20	171	841 801 562 0
067883	D 00-05-31	SIZE	CODE FOR DOCUMENT SHEET
065238	C 98-09-25	A 3	411 01
061782	B 98-02-06	CODE FOR SHWF	REPLACEMENT FOR
061782	A 97-01-29	CODE FOR FUNCTION	
DCN-NO.	REV.	DATE	

CHECKING AND SIGNATURE		DATE	
DATE	SIGNATURE	DATE	SIGNATURE
96-10-08	PFEENNIG	CHECKED	
96-10-08	RISSE	STANDARDIZATION	
070799	F 01-03-21	T.R.I.	PRODUCT IDENTIFICATION NO.
070773	E 00-07-20	171	841 801 562 0
067883	D 00-05-31	SIZE	CODE FOR DOCUMENT SHEET
065238	C 98-09-25	A 3	411 01
061782	B 98-02-06	CODE FOR SHWF	REPLACEMENT FOR
061782	A 97-01-29	CODE FOR FUNCTION	
DCN-NO.	REV.	DATE	





WABCO ABS WIRING DIAGRAM 4S/4M, 12V, ETC, DBR, 4WD		PRODUCT IDENTIFICATION NO. 841 801 567 0		CODE FOR DOCUMENT SHEET 411 01	
		CODE FOR FUNCTION 0103		REPLACEMENT FOR	
DRAWN 99-05-04 AP LHY	CHECKED 99-05-04 RISSE	T.R.I. 171	SIZE A 3	DATE 00-06-21	DCN-NO. (REL)
SIGNATURE	STANDARDIZATION	DATE	CODE FOR SWF	DATE	DATE

18	H11	18.110	0
16	f11	-6.128	-6.128

CLAMPING FORCE
KLEMMKRAFT
FORCE DE SERRAGE
FORZA DI SERRAGGIO

INSTALLATION POSITION
EINBAULAGE
POSITION D'INSTALLATION
POSIZIONE DI MONTAGGIO

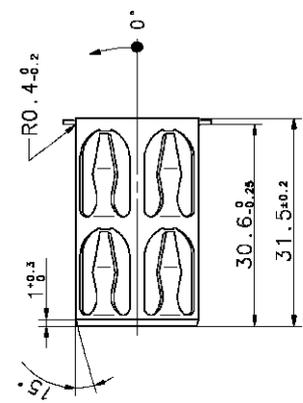
MATERIAL
WERKSTOFF
MATIERE
MATERIALE

THERMAL RANGE OF APPLICATION
THERMISCHER ANWENDUNGSBEREICH
GAMME D'APPLICATION THERMIQUE
CAMPO DI APPLICAZIONE TERMICA

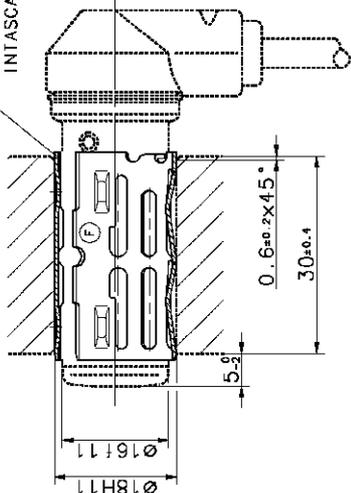
GREASE IN BORE PERMISSIBLE
FETTEN IN DER BOHRUNG ZULÄSSIG
GRAISSE DANS L'ALEPAGE ADMISE
AMMESSO GRASSO NEL FORO

RESISTANT TO
BESTÄNDIG GEGEN
RESISTANT A
RESISTENTE A

FOR FURTHER TECHNICAL DATA SEE PRODUCT SPECIFICATION
WEITERE TECHNISCHE DATEN SIEHE PRODUKT SPEZIFIKATION
POUR AUTRES DONNEES TECHNIQUES VOIR PRODUIT SPECIFICATION
PER ULTERIORI DATI TECNICI VEDERE SPECIFICA DI PRODOTTO



TO BE PRESSED HOME
AUF ANSCHLAG EINGEDRUECKT
EMPRESSE JUSQUE STOP
INTASCARE FINO A ARRESTO



INSTALLATION POSITION OPTIONAL
EINBAULAGE BELIEBIG
POSITION D'INSTALLATION A VOLONTE
POSIZIONE DI MONTAGGIO A PIACERE

1:1

GENERAL SPECIFICATION: I.D. 314		DATE: 11.01.2008	
FURTHER TECHNICAL DATA:		DRAWING NO. 00-07-17 HARNISCHM	
DOC. CODE:		DATE: 00-07-17 HARNISCHM	
GENERAL TOLERANCES (mm)		DATE: 00-07-17 HARNISCHM	
CLASS 1)	±0.05	SCALE	2:1
CLASS 2)	±0.10	DATE	11.11
CLASS 3)	±0.15	DATE	11.11
CLASS 4)	±0.20	DATE	11.11
CLASS 5)	±0.30	DATE	11.11
CLASS 6)	±0.40	DATE	11.11
CLASS 7)	±0.50	DATE	11.11
CLASS 8)	±0.60	DATE	11.11
CLASS 9)	±0.70	DATE	11.11
CLASS 10)	±0.80	DATE	11.11
CLASS 11)	±0.90	DATE	11.11
CLASS 12)	±1.00	DATE	11.11
CLASS 13)	±1.20	DATE	11.11
CLASS 14)	±1.50	DATE	11.11
CLASS 15)	±2.00	DATE	11.11
CLASS 16)	±2.50	DATE	11.11
CLASS 17)	±3.00	DATE	11.11
CLASS 18)	±4.00	DATE	11.11
CLASS 19)	±5.00	DATE	11.11
CLASS 20)	±6.00	DATE	11.11
CLASS 21)	±8.00	DATE	11.11
CLASS 22)	±10.00	DATE	11.11
CLASS 23)	±12.00	DATE	11.11
CLASS 24)	±15.00	DATE	11.11
CLASS 25)	±20.00	DATE	11.11
CLASS 26)	±25.00	DATE	11.11
CLASS 27)	±30.00	DATE	11.11
CLASS 28)	±40.00	DATE	11.11
CLASS 29)	±50.00	DATE	11.11
CLASS 30)	±60.00	DATE	11.11
CLASS 31)	±80.00	DATE	11.11
CLASS 32)	±100.00	DATE	11.11
CLASS 33)	±120.00	DATE	11.11
CLASS 34)	±150.00	DATE	11.11
CLASS 35)	±200.00	DATE	11.11
CLASS 36)	±250.00	DATE	11.11
CLASS 37)	±300.00	DATE	11.11
CLASS 38)	±400.00	DATE	11.11
CLASS 39)	±500.00	DATE	11.11
CLASS 40)	±600.00	DATE	11.11
CLASS 41)	±800.00	DATE	11.11
CLASS 42)	±1000.00	DATE	11.11
CLASS 43)	±1200.00	DATE	11.11
CLASS 44)	±1500.00	DATE	11.11
CLASS 45)	±2000.00	DATE	11.11
CLASS 46)	±2500.00	DATE	11.11
CLASS 47)	±3000.00	DATE	11.11
CLASS 48)	±4000.00	DATE	11.11
CLASS 49)	±5000.00	DATE	11.11
CLASS 50)	±6000.00	DATE	11.11
CLASS 51)	±8000.00	DATE	11.11
CLASS 52)	±10000.00	DATE	11.11
CLASS 53)	±12000.00	DATE	11.11
CLASS 54)	±15000.00	DATE	11.11
CLASS 55)	±20000.00	DATE	11.11
CLASS 56)	±25000.00	DATE	11.11
CLASS 57)	±30000.00	DATE	11.11
CLASS 58)	±40000.00	DATE	11.11
CLASS 59)	±50000.00	DATE	11.11
CLASS 60)	±60000.00	DATE	11.11
CLASS 61)	±80000.00	DATE	11.11
CLASS 62)	±100000.00	DATE	11.11
CLASS 63)	±120000.00	DATE	11.11
CLASS 64)	±150000.00	DATE	11.11
CLASS 65)	±200000.00	DATE	11.11
CLASS 66)	±250000.00	DATE	11.11
CLASS 67)	±300000.00	DATE	11.11
CLASS 68)	±400000.00	DATE	11.11
CLASS 69)	±500000.00	DATE	11.11
CLASS 70)	±600000.00	DATE	11.11
CLASS 71)	±800000.00	DATE	11.11
CLASS 72)	±1000000.00	DATE	11.11
CLASS 73)	±1200000.00	DATE	11.11
CLASS 74)	±1500000.00	DATE	11.11
CLASS 75)	±2000000.00	DATE	11.11
CLASS 76)	±2500000.00	DATE	11.11
CLASS 77)	±3000000.00	DATE	11.11
CLASS 78)	±4000000.00	DATE	11.11
CLASS 79)	±5000000.00	DATE	11.11
CLASS 80)	±6000000.00	DATE	11.11
CLASS 81)	±8000000.00	DATE	11.11
CLASS 82)	±10000000.00	DATE	11.11
CLASS 83)	±12000000.00	DATE	11.11
CLASS 84)	±15000000.00	DATE	11.11
CLASS 85)	±20000000.00	DATE	11.11
CLASS 86)	±25000000.00	DATE	11.11
CLASS 87)	±30000000.00	DATE	11.11
CLASS 88)	±40000000.00	DATE	11.11
CLASS 89)	±50000000.00	DATE	11.11
CLASS 90)	±60000000.00	DATE	11.11
CLASS 91)	±80000000.00	DATE	11.11
CLASS 92)	±100000000.00	DATE	11.11
CLASS 93)	±120000000.00	DATE	11.11
CLASS 94)	±150000000.00	DATE	11.11
CLASS 95)	±200000000.00	DATE	11.11
CLASS 96)	±250000000.00	DATE	11.11
CLASS 97)	±300000000.00	DATE	11.11
CLASS 98)	±400000000.00	DATE	11.11
CLASS 99)	±500000000.00	DATE	11.11
CLASS 100)	±600000000.00	DATE	11.11
CLASS 101)	±800000000.00	DATE	11.11
CLASS 102)	±1000000000.00	DATE	11.11
CLASS 103)	±1200000000.00	DATE	11.11
CLASS 104)	±1500000000.00	DATE	11.11
CLASS 105)	±2000000000.00	DATE	11.11
CLASS 106)	±2500000000.00	DATE	11.11
CLASS 107)	±3000000000.00	DATE	11.11
CLASS 108)	±4000000000.00	DATE	11.11
CLASS 109)	±5000000000.00	DATE	11.11
CLASS 110)	±6000000000.00	DATE	11.11
CLASS 111)	±8000000000.00	DATE	11.11
CLASS 112)	±10000000000.00	DATE	11.11
CLASS 113)	±12000000000.00	DATE	11.11
CLASS 114)	±15000000000.00	DATE	11.11
CLASS 115)	±20000000000.00	DATE	11.11
CLASS 116)	±25000000000.00	DATE	11.11
CLASS 117)	±30000000000.00	DATE	11.11
CLASS 118)	±40000000000.00	DATE	11.11
CLASS 119)	±50000000000.00	DATE	11.11
CLASS 120)	±60000000000.00	DATE	11.11
CLASS 121)	±80000000000.00	DATE	11.11
CLASS 122)	±100000000000.00	DATE	11.11
CLASS 123)	±120000000000.00	DATE	11.11
CLASS 124)	±150000000000.00	DATE	11.11
CLASS 125)	±200000000000.00	DATE	11.11
CLASS 126)	±250000000000.00	DATE	11.11
CLASS 127)	±300000000000.00	DATE	11.11
CLASS 128)	±400000000000.00	DATE	11.11
CLASS 129)	±500000000000.00	DATE	11.11
CLASS 130)	±600000000000.00	DATE	11.11
CLASS 131)	±800000000000.00	DATE	11.11
CLASS 132)	±1000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 133)	±1200000000000.00	DATE	11.11
CLASS 134)	±1500000000000.00	DATE	11.11
CLASS 135)	±2000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 136)	±2500000000000.00	DATE	11.11
CLASS 137)	±3000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 138)	±4000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 139)	±5000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 140)	±6000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 141)	±8000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 142)	±10000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 143)	±12000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 144)	±15000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 145)	±20000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 146)	±25000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 147)	±30000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 148)	±40000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 149)	±50000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 150)	±60000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 151)	±80000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 152)	±100000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 153)	±120000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 154)	±150000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 155)	±200000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 156)	±250000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 157)	±300000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 158)	±400000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 159)	±500000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 160)	±600000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 161)	±800000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 162)	±1000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 163)	±1200000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 164)	±1500000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 165)	±2000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 166)	±2500000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 167)	±3000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 168)	±4000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 169)	±5000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 170)	±6000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 171)	±8000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 172)	±10000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 173)	±12000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 174)	±15000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 175)	±20000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 176)	±25000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 177)	±30000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 178)	±40000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 179)	±50000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 180)	±60000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 181)	±80000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 182)	±100000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 183)	±120000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 184)	±150000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 185)	±200000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 186)	±250000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 187)	±300000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 188)	±400000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 189)	±500000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 190)	±600000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 191)	±800000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 192)	±1000000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 193)	±1200000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 194)	±1500000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 195)	±2000000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 196)	±2500000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 197)	±3000000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 198)	±4000000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 199)	±5000000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 200)	±6000000000000000000.00	DATE	11.11
CLASS 201)	±8000		

VOLTAGE : 12V DC
SPANNUNG : 12V DC
VOLTAGE : 12V DC
VOLTAGGIO : 12V DC

PROTECT TYPE : IP 30 (IEC 529)
SCHUTZART : IP 30 (IEC 529)
MODE DE PROTECTION : IP 30 (IEC 529)
MODO DI PROTEZIONE : IP 30 (IEC 529)

THERMAL RANGE OF APPLICATION : -40°...+70°C
THERM. ANWENDUNGSBEREICH : -40°...+70°C
GAMME D'APPLICATION THERMIQUE : -40°...+70°C
CAMPO DI APPLICAZIONE TERMICA : -40°...+70°C

STORING TEMPERATURE : -40°...+90°C
LAGERTEMPERATUR : -40°...+90°C
TEMPERATURE D'UTILISATION : -40°...+90°C
TEMPERATURA DI ESERCIZIO : -40°...+90°C

MALE MULTIPOINT CONNECTOR: SURFACE PROTECTION : TINNED
MESSERLEISTE: OBERFLÄCHENSCHUTZ : VERZINNT
CONNECTEUR MALE MULTIBROCHE: PROTECTION DE SURFACE : ETAME
SPINE MULTIPA: PROTEZIONE SUPERFICIALE : STAGNATO

SERIAL NUMBER GREATER THAN : 0
FORTSCHRITZAHL GROSSER ALS : 0
NUMERO DE SERIE PLUS GRAND QUE : 0
NUMERO DI SERIE PIU GRANDE DI : 0

INSTALLATION POSITION :
EINBAUAGE :
POSITION D'INSTALLATION :
POSIZIONI DI MONTAGGIO :

GENERAL SPECIFICATIONS: JDP-384
GENERAL TECHNICAL DATA:
DOC. CODE: 00-11-231
DATE: 01/90
REV.: 1
REVISION: 1
SCALE: 1:1
PROPORTION: 1:1
DATE: 01/90
REV.: 1
REVISION: 1

WABCO
ELEC TRONIC
ELEKTRONIK
ELETRONIQUE
ELETRONICA
ABS-HYDR. -D
4S/4M 12V
ETC, EBD, 4WD

WABCO
446 044 079 0

11. TO BE KEPT IN THE ORIGINAL PACKAGING

8. Werkstatthinweise

In diesem Kapitel werden Tips und Tricks für das autorisierte Werkstattpersonal beschrieben.



Informationen zur Wartung des Systems

Tägliche Überprüfungen

Überprüfung des Füllstandes im Bremsflüssigkeitsbehälter.

Nach dem Einschalten der Zündung die korrekte Funktion der Warn- und Infolampen überprüfen.

Vor Fahrtantritt muss die Bremsanlage auf Wirksamkeit überprüft werden.

Hinweis

Wartungsintervalle für die hydraulische Bremsanlage siehe Wartungsplan des Fahrzeugherstellers.



SICHERHEITS- HINWEIS

Dieses moderne komplexe System bietet ein erhöhtes Maß an Zuverlässigkeit und verbessert sowohl die aktive Fahrsicherheit als auch das Bremsvermögen des Fahrzeuges

Es ist daher dringend davon abzuraten Reparaturarbeiten am ADD-ON ABS-System vorzunehmen. Die Bremse ist ein Sicherheitsteil erster Ordnung; unsachgemäßes Arbeiten kann zum Ausfall der Bremse führen. Sämtliche Wartungs- und Reparaturarbeiten an der Bremsanlage müssen von geschultem Personal durchgeführt werden.

Bremsflüssigkeit darf nicht mit der Lackierung des Fahrzeugs in Berührung kommen, es kann zur Ablösung des Lackes kommen.



Gefahr !

Vorsicht beim Umgang mit Bremsflüssigkeit. Es besteht

Vergiftungsgefahr

- ☞ Bremsflüssigkeit nur im verschlossenen Originalbehältern und besonders vor Kindern sicher aufbewahren.
- ☞ Die Bremsflüssigkeit sollte alle 15000 Meilen (25000 km) bzw. alle 18 Monate ausgetauscht werden. Dabei ist stets das kürzere der beiden Intervalle zu wählen. Zu verwenden ist nur vorschriftsmäßige Bremsflüssigkeit entsprechend Wartungshandbuch.

Achtung

- ☞ Verschmutzung der Bremsflüssigkeit kann zum Ausfall der Bremsanlage führen! Bei Arbeiten an der Bremsanlage ist auf absolute Sauberkeit zu achten!
- ☞ Für das Prüfen und Nachfüllen von Bremsflüssigkeiten sind die Angaben des Fahrzeugherstellers zu beachten!



Umwelt !

Auslaufende oder verschüttete Bremsflüssigkeit in geeignetem Gefäß auffangen und umweltfreundlich entsorgen!

8.1 Störungstabelle Bremsanlage

Für die Erleichterung der Fehlersuche ist eine Fehlersuchtablette erstellt worden.

Diese Tabelle stellt eine unvollständige Übersicht von Fehlermöglichkeiten dar. Hier werden charakteristische Fehler dargestellt, die nach Erfahrungen bei Kunden auftraten. Über Erweiterungen und Hinweise

seitens der HABS-System-Anwender sind wir jederzeit dankbar.

Fehler	Ursache	Abhilfe
Bremspedal läßt sich weit und federnd durchtreten	Luft im Bremssystem Zu wenig Bremsflüssigkeit Dampfbblasenbildung - alte Bremsflüssigkeit	Bremse entlüften Bremsflüssigkeit nachfüllen Bremsflüssigkeit austauschen
Bremswirkung läßt nach	Undichte Leitung Beläge verschlissen Hauptbremszylinder defekt	Leitung überprüfen und abdichten Beläge austauschen Hauptbremszylinder tauschen
Räder blockieren beim Bremsvorgang trotz erloschener ABS-Warnlampe	ABS-Warnlampe defekt oder ein Systemfehler liegt vor	Leuchtmittel austauschen Diagnostic Controller anschließen
Fahrzeug bricht aus trotz erloschener ETC-Anzeige	ETC-Lampe defekt oder ein Systemfehler liegt vor	Leuchtmittel austauschen Diagnostic Controller anschließen
ETC-Anzeige leuchtet dauerhaft	Ausfall einer Komponente Keine korrekte Zuordnung der ECU	Diagnostic Controller anschließen
ABS-Anzeige leuchtet	Störung der Komponenten	Diagnostic Controller anschließen
Pumpe läuft permanent	Systemfehler liegt vor	Diagnostic Controller anschließen
Bremse wirkt einseitig	Beläge verhärtet / verölt Bremskolben schwergängig Bremsättelschächte verschmutzt	Beläge austauschen Bremskolben instandsetzen/ austauschen Führungen und Sattel reinigen
Bremse erhitzt sich während der Fahrt	Bremskolben schwergängig Bremsättelschächte verschmutzt	Bremskolben instandsetzen/ austauschen Führungen und Sattel reinigen
Bremse pulsiert	ABS-Regeleingriff Seitenschlag der Bremsscheibe	Normale Funktion Bremsscheibe überprüfen ggf. instandsetzen oder tauschen
Bremse quietscht	Eventuell auf hohe Luftfeuchtigkeit zurückzuführen Ungeeigneter Bremsbelag Bremsättelschächte verschmutzt Bremskolben schwergängig	Keine Abhilfe erforderlich Original Bremsbeläge verwenden Führungen und Sattel reinigen Bremskolben instandsetzen/ austauschen

8.2 Bremsflüssigkeit wechseln

Bei Arbeiten an der Bremsanlage ist peinlichste Sauberkeit und eine exakte Arbeitsweise erforderlich.

Benötigte Werkzeuge/ Hilfsmittel :

- siehe Hersteller
- empfohlen wird eine Über- oder Unterdruck- Befüll- und Entlüftungsanlage.

Die Bremsflüssigkeit nimmt durch die Poren der Bremsschläuche sowie durch die Entlüftungsbohrung des Ausgleichsbehälters Luftfeuchtigkeit auf.

Daher sollte die Bremsflüssigkeit alle 18 Monate gewechselt werden, oder alle 25000 Kilometer (15000 Meilen).

- ☞ Keinesfalls die Bremsflüssigkeit mit dem Mund über einen Schlauch ansaugen. Bremsflüssigkeit nur in dafür vorgesehene Behälter füllen.
- ☞ Bremsflüssigkeit darf nicht mit Mineralöl in Berührung kommen. Schon geringe Spuren des Mineralöl machen die Bremsflüssigkeit unbrauchbar.

Nach jeder Reparatur der Bremsanlage, bei der die Anlage geöffnet wurde, kann Luft in die Bremsanlage eingedrungen sein. Dann ist das Bremssystem zu entlüften.

Luft ist auch dann in den Leitungen, wenn sich das Bremspedal schwammig anfühlt.

In diesem Fall müssen mögliche Undichtigkeiten beseitigt werden, oder die Anlage entlüftet werden.

Wenn kein Entlüftungsgerät zur Verfügung steht, muss die Bremsanlage durch Pumpen mit dem Bremspedal entlüftet werden, d.h. die Arbeit ist von mindestens zwei Personen auszuführen.

Muß die gesamte Anlage entlüftet werden, so ist jede Radbremse einzeln zu entlüften.

Das ist immer der Fall, wenn davon ausgegangen werden kann, dass in jeden einzelnen Bremszylinder Luft eingedrungen ist.

Falls nur ein Bremssattel erneuert beziehungsweise überholt wurde, genügt es in der Regel den betreffenden Bremssattel zu entlüften.

Achtung

Während des Entlüftungsvorganges, Bremsflüssigkeitsspiegel am Ausgleichsbehälter beobachten, gegebenenfalls korrigieren.

Dieser darf nicht unter die MIN-Markierung absinken, sonst wird Luft mit in das System gesogen.

Immer nur neue Bremsflüssigkeit nachfüllen.

In der Regel wird die längste Bremsleitung als erstes entlüftet. Die genaue Reihenfolge der Entlüftung ist nach den Angaben des Fahrzeugherstellers zu entnehmen. Hier spielen die Entfernungen und Zuordnungen der Bremsleitungen eine übergeordnete Rolle.

1. Staubkappe vom Entlüftungsventil abnehmen. Ventil reinigen, sauberen Ablassschlauch aufstecken und anderes Schlauchende in eine halbvoll gefüllte Flasche stecken. Das Schlauchende muss sich unterhalb des Flüssigkeitsspiegel in der Flasche befinden, da sonst wieder Luft in das System eindringen kann.
2. Von einer Hilfsperson so oft mit Hilfe des Bremspedal pumpen, bis sich ein Widerstand am Pedal bemerkbar macht. Ist nun genügend Druck vorhanden, Bremspedal ganz durchtreten und halten.

Ist ein Befüll- und Entlüftungsgerät vorhanden, so ist diese jetzt an den Ausgleichsbehälter anzuschließen. Detaillierte Hinweise sind vom Hersteller des Gerätes zu entnehmen.

3. Entlüftungsventil am Bremssattel öffnen, bis Bremsflüssigkeit kontrollierbar ausfließt. Immer darauf achten, dass sich das Schlauchende immer unterhalb des Bremsflüssigkeitsspiegel befindet.
4. Sobald der Flüssigkeitsdruck nachläßt, Entlüftungsventil schließen.
5. Pumpvorgang so oft wiederholen, bis entsprechender Druck am Bremspedal wieder spürbar ist. Nun Pedal ganz durchtreten und halten.
6. Wenn nur noch hellere (alte Bremsflüssigkeit ist dunkler) Bremsflüssigkeit, und keine Luftblasen mehr zu sehen sind, ist die Anlage beziehungsweise eine Bremsleitung entlüftet.
7. Nach dem erfolgreichen Entlüftungsvorgang, Entlüftungsschlauch abziehen, überschüssige Bremsflüssigkeit entfernen, Ventil auf korrektes Anzugsmoment (siehe Herstellervorgabe) überprüfen, Dichtigkeit des Ventil kontrollieren, Staubkappe auf das Ventil stecken.
8. Weitere Bremszylinder auf gleiche Art und Weise entlüften.
9. Nach dem Entlüftungsvorgang Fahrzeug in eine gerade Ebene bringen und Flüssigkeitspegel im Ausgleichsbehälter bis MAX auffüllen.

Sicherheits-Check

- ☞ Sind alle Bremsleitungen und deren Verschraubungen festgezogen ?
- ☞ Befinden sich die Bremsleitungen in den dafür vorgesehenen Halterungen ?
- ☞ Ist genügend (Herstellervorgabe) Bremsflüssigkeit aufgefüllt ?
- ☞ Bei laufendem Motor eine Dichtigkeitskontrolle durchführen und hierbei das Bremspedal mit min-

destens 200N (20Kg) betätigen und 10 Sekunden zu halten.

- ☞ Anschließend Bremsanlage auf Dichtigkeit überprüfen.



Hinweis

Wartungsintervalle für die hydraulische Bremsanlage siehe Wartungsplan des Fahrzeugherstellers.

- ☞ Keine Bremsflüssigkeit auf Mineralölbasis verwenden
- ☞ Verwenden Sie zum Nachfüllen nur Original-Bremsflüssigkeit
- ☞ Bei zu geringem Bremsflüssigkeitstand Angaben des Fahrzeugherstellers beachten (Aufleuchten von Kontrollampen)
- ☞ Der Bremsflüssigkeitsstand muss täglich überprüft ggf. aufgefüllt werden! Muss häufiger Bremsflüssigkeit nachgefüllt werden, deutet dies auf Undichtigkeiten im Bremssystem hin.
- ☞ Die Bremsflüssigkeit muss spätestens alle 25000 Kilometer (15000 Meilen) oder alle 18 Monate ausgetauscht werden (Fahrzeugherstellerangaben beachten).

8.3 Modulatortausch

Ausbau:

Hinweis- während des Ausbaues des Modulators ist die Betriebsbremse nicht einsatzfähig.

- ☞ Handbremse lösen, Gang rausnehmen, Zündung ausschalten und Fahrzeug gegen wegrollen sichern.
- ☞ Massekabel an der Batterie lösen und abnehmen.
- ☞ Elektrische Leitungen zu dem

Modulator lösen und abziehen.

- ☞ Vor dem Lösen der Hydraulikleitungen ein Gefäß unter die Leitungen stellen, damit austretende Bremsflüssigkeit aufgefangen werden kann.
- ☞ Überschüssige Bremsflüssigkeit von anderen Motorbauteilen entfernen.
- ☞ Abstreumittel für daneben gelaufene Bremsflüssigkeit bereit halten.
- ☞ Zugehörigkeit der Rohrenden zu dem Modulator markieren.
- ☞ Hydraulikleitungen lösen und abschrauben.
- ☞ Vorsichtig, ohne die Rohre einzuknicken, die Leitungen vom Modulator wegbiegen. Gegebenenfalls Rohrschellen lösen und Rohr weitestgehend demonieren.
- ☞ Um Schmutz in den Leitungen zu vermeiden, Leitungsenden mit geeigneten Kappen verschliessen.
- ☞ Befestigungsschrauben des Modulators lösen und abschrauben.

Einbau:

- ☞ Modulator mit Befestigungsschrauben montieren.
- ☞ Rohrleitungen mit den entsprechenden Markierungen am Modulator montieren.
- ☞ Rohrbefestigungen montieren.
- ☞ Überschüssige Bremsflüssigkeit entfernen.
- ☞ Elektrische Verbindungen zum Modulator wiederherstellen.
- ☞ Massekabel an der Batterie wieder montieren.
- ☞ Bremsanlage entlüften siehe Bremsflüssigkeit wechseln.

Sicherheits-Check

- ☞ Sind alle Rohrleitungen und deren Verschraubungen festgezogen?
- ☞ Befinden sich die Leitungen (elektrisch und hydraulisch) in den dafür vorgesehenen Halterungen und sind montiert?
- ☞ Ist überschüssige Bremsflüssigkeit entfernt worden?
- ☞ Ist genügend Bremsflüssigkeit aufgefüllt (Herstellervorgaben beachten)?
- ☞ Bei laufendem Motor eine Dichtigkeitskontrolle durchführen und dabei das Bremspedal mit mindestens 200N (20 kg) betätigen und 10 Sekunden gedrückt halten.
- ☞ Anschließend die Bremsanlage auf Dichtigkeit überprüfen.
- ☞ Bremsanlage auf Funktion überprüfen!

8.4 Geschwindigkeitssensortausch

Ausbau:

- ☞ Handbremse lösen, Gang rausnehmen, Zündung ausschalten und Fahrzeug gegen wegrollen sichern.
- ☞ Massekabel an der Batterie lösen und abnehmen.
- ☞ Gegebenenfalls Lenkung einschlagen.
- ☞ Radschrauben bei dem auf dem Boden stehenden Fahrzeug lösen.
- ☞ Fahrzeug aufbocken und Rad abnehmen.
- ☞ Leitung des Geschwindigkeitssensors aus den Halterungen nehmen.

- ☞ Steckverbindung des Geschwindigkeitssensors trennen.
- ☞ Sensor und Klemmbuchse aus der Aufnahmebohrung ziehen.

Einbau:

- ☞ Die Bohrung für Sensor reinigen
- ☞ Bohrung und Klemmbuchse mit WABCO-Sensorfett Best. Nr. 830 502 063 4 oder 830 502 068 4 bestreichen
- ☞ Neue Klemmbuchse einbauen
- ☞ Sensor in Klemmbuchse von Hand ohne Hammer bis zum Anschlag an das Polrad einschieben
- ☞ Steckverbindung wiederherstellen
- ☞ Sensorleitung in die Halterung montieren. Hierbei ist zu beachten, dass die Leitung nicht über den Bremssattel gelegt und das die Leitung nicht ungesichert verlegt wird
- ☞ Zentriersitz der Felge reinigen und ggf. mit Wälzfett leicht einfetten
- ☞ Das abgenommene Rad wieder montieren
- ☞ Rad eine Umdrehung von Hand drehen. Durch den Taumelschlag wird der Sensor um die Höhe des gleichen aus der Bohrung geschoben

- ☞ Fahrzeug wieder ablassen
- ☞ Lenkung gerade stellen
- ☞ Radschrauben festziehen
- ☞ Massekabel an die Batterie montieren

Sicherheits-Check

- ☞ Sensorleitung in alle Halterungen montiert?
- ☞ Ist die Steckverbindung des Sensors montiert worden?
- ☞ Sind alle Radschrauben montiert und festgezogen?
- ☞ Aufbockvorrichtung entfernt?
- ☞ Bremsanlage auf Funktion überprüfen!

8.5 ECU-Tausch**Ausbau:**

- ☞ Handbremse lösen, Gang rausnehmen, Zündung ausschalten und Fahrzeug gegen wegrollen sichern
- ☞ Massekabel an der Batterie lösen und abnehmen
- ☞ Zugang zu der ECU verschaffen
- ☞ Elektrische Leitungen ggf. aus der Halterung demontieren
- ☞ Elektrische Leitungen zu der ECU lösen und abnehmen

- ☞ Befestigungsschrauben lösen und abschrauben
- ☞ ECU entnehmen

Einbau:

- ☞ ECU einsetzen
- ☞ Befestigungsschrauben montieren und festziehen
- ☞ Elektrische Leitungen zur ECU wiederherstellen
- ☞ Elektrische Leitungen in die Halterungen montieren
- ☞ Alle weiteren demontierten Teile wieder montieren
- ☞ Massekabel an Batterie montieren

Sicherheits-Check

- ☞ Elektrische Leitungen in alle Halterungen montiert?
- ☞ Sind die Steckverbindungen zur ECU montiert?
- ☞ Bremsanlage auf Funktion überprüfen!

9. Konzeption

In diesem Kapitel werden Informationen für Erstausrüster vorgestellt.

9.1 Aufgaben der Bremsen

Die Betriebsbremse eines Fahrzeuges muß folgende Aufgaben erfüllen:

- Sie soll die Geschwindigkeit des Fahrzeuges gegebenenfalls bis zum Stillstand verringern. Die Betätigungskraft soll klein und die Ansprechzeit kurz sein.

- Sie soll auf langen Gefällestrecken (7% Gefälle, 6km Länge) die Fahrgeschwindigkeit auf 30 km/h halten (Dauerbremse, dritte Bremse).

Aufbau und Wirkungsweise der hydraulischen Bremsanlage

Den Aufbau und die wesentlichen Teile einer hydraulischen Bremsanlage mit ABS zeigt Abb.23. In der hydraulischen Bremsanlage wird zur

Übertragung der Kräfte Bremsflüssigkeit verwendet.

- Sie soll das Fahrzeug im Stand und auch bei geneigter Fahrbahn gegen Abrollen sichern (Feststellbremse). Bei Ausfall der Betriebsbremse muß die Feststellbremse als Hilfbremse dienen.

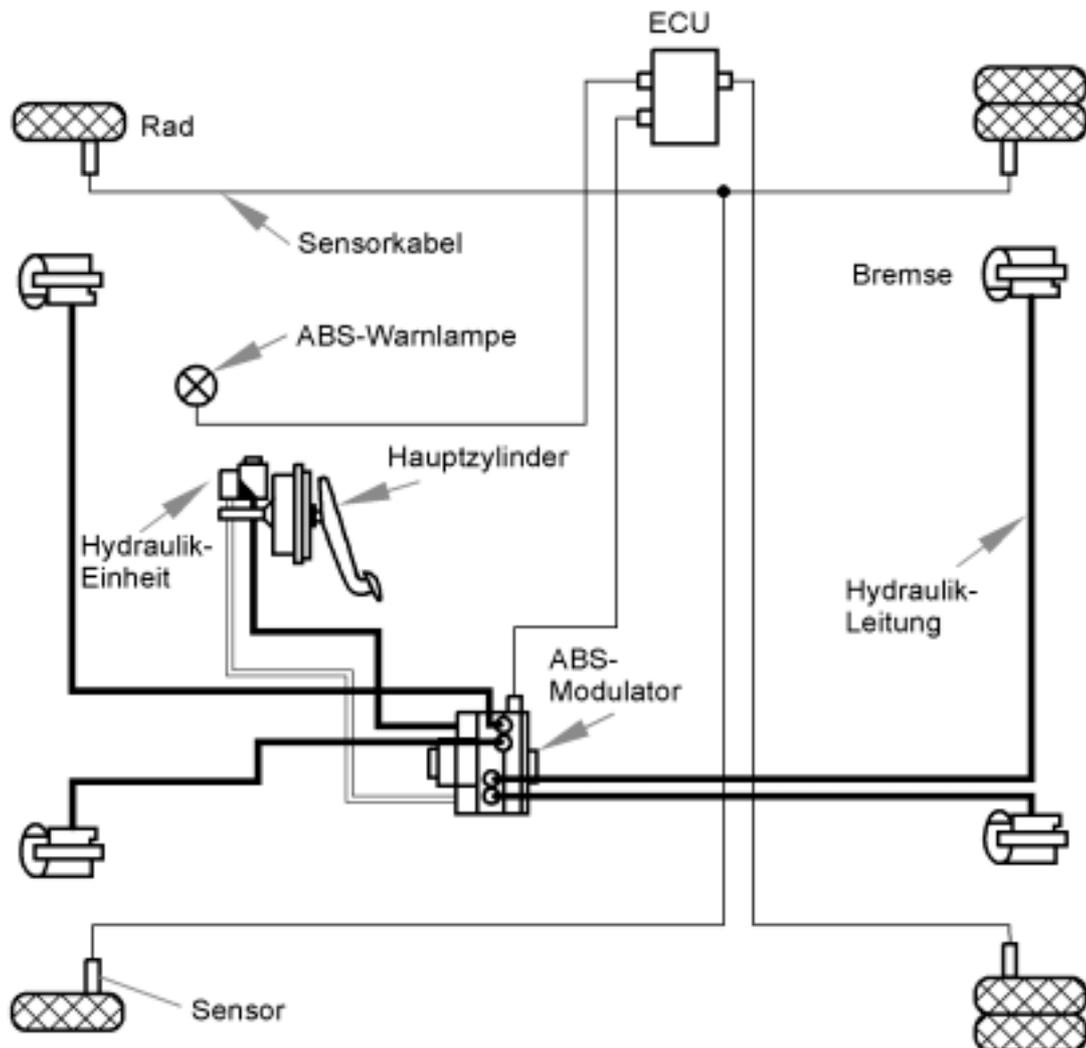
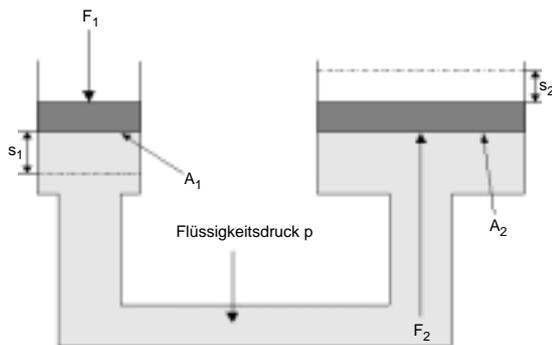


Abb. 23 Aufbau eines hydraulischen ABS-Systems

9.2 Physikalisches Prinzip

Die Wirkungsweise der hydraulischen Bremsanlage beruht auf dem Pascalschen Prinzip (Blaise Pascal, französischer Mathematiker und Philosoph, 1623 bis 1662).



F: Kolbenkraft s: Kolbenweg
A: Kolbenfläche

Abb.24 Hydraulische Kraftübertragung

Wird auf eine eingeschlossene Flüssigkeit eine Kraft ausgeübt, so entsteht ein Flüssigkeitsdruck, der überall gleich groß ist.

9.3 Berechnungsformeln

Dabei gelten die Gesetze der hydraulischen Kraftübertragung.

V = verdrängtes Volumen in cm^3

A_1 = Fläche des Geberkolbens in cm^2

s_1 = Weg des Geberkolbens in cm

A_2 = Fläche des Nehmerkolbens in cm^2

s_2 = Weg des Nehmerkolbens in cm

$$V = A_1 \times s_1 = A_2 \times s_2$$

P = Druck in N/cm^2

F_1 = Betätigungskraft auf den Geberkolben in N

F_2 = Betätigungskraft auf den Nehmerkolben in N

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

9.4 Gesetzliche Vorschriften



In der **Straßenverkehrs-zulassungsordnung (StVZO)** sind die Anforderungen, der Sollzustand, die Arten und die Überwachungsintervalle der Bremsanlage festgelegt.

Auszüge aus der StVZO § 41

Vorschriften für Betriebs- und Feststellbremse

Kraftfahrzeuge müssen 2 voneinander unabhängige Bremsanlagen haben oder eine Bremsanlage mit 2 voneinander unabhängigen Bedienungseinrichtungen, von denen jede auch dann wirken kann, wenn die andere versagt. Die Bremsen müssen leicht nachstellbar sein oder eine selbsttätige Nachstelleinrichtung haben.

Bei Kraftfahrzeugen -ausgenommen Krafträder- muß mit einer Bremse (Betriebsbremse) eine mittlere Verzögerung von mindestens $2,5 \text{ m/s}^2$ erreicht werden; bei Kraftfahrzeugen mit einer durch die Bauart bestimmten Höchstgeschwindigkeit von nicht mehr als 25 km/h genügt jedoch eine mittlere Verzögerung von $1,5 \text{ m/s}^2$.

Bei Kraftfahrzeugen -ausgenommen Krafträder- muß die Bedienungseinrichtung der anderen Bremse feststellbar sein. Mit der Feststellbremse muß eine mittlere Verzögerung von mindestens $1,5 \text{ m/s}^2$ erreicht werden.

Auszüge aus dem § 41b

Automatischer Blockierverhinderer

(1) Ein automatischer Blockierverhinderer ist der Teil einer Betriebsbremse, der selbsttätig den Schlupf in der Drehrichtung des Rades an einem oder mehreren Rädern des Fahrzeugs während der Bremsung regelt.

(2) Folgende Fahrzeuge mit einer durch die Bauart bestimmten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 60 km/h müssen mit einem automatischen Blockierverhinderer ausgerüstet sein:

1. Lastkraftwagen und Sattelzugmaschinen mit einem Gesamtgewicht von mehr als $3,5 \text{ t}$,
2. Anhänger mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als $3,5 \text{ t}$; dies gilt für Sattelanhänger nur dann, wenn das um die Aufliegebelastung verringerte zulässige Gesamtgewicht $3,5 \text{ t}$ übersteigt,
3. Kraftomnibusse,
4. Zugmaschinen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als $3,5 \text{ t}$,

Andere Fahrzeuge, die hinsichtlich ihrer Baumerkmale des Fahrgestells den in Nummern 1 bis 4 genannten Fahrzeugen gleichzusetzen sind, müssen ebenfalls mit einem automatischen Blockierverhinderer ausgerüstet sein.

9.5 Einteilung der Fahrzeuge in Klassen nach EG-Richtlinie 98/12/EG

Klasse M: Zur Personenbeförderung bestimmte Kraftfahrzeuge mit mindestens 4 Rädern oder mit 3 Rädern und einer Gesamtmasse, die 1 t überschreitet:

- Klasse M_1 Zur Personenbeförderung bestimmte Fahrzeuge, die außer dem Fahrersitz über höchstens 8 Sitzplätze verfügen;

- Klasse M_2 Zur Personenbeförderung bestimmte Fahrzeuge, die außer dem Fahrersitz über mehr als 8 Sitzplätze verfügen und deren Gesamtmasse 5 t nicht übersteigt;

- Klasse M_3 Zur Personenbeförderung bestimmte Fahrzeuge, die außer dem Fahrersitz über mehr als 8 Sitzplätze verfügen und deren Gesamtmasse 5 t übersteigt;

Klasse N: Zur Güterbeförderung bestimmte Kraftfahrzeuge mit mindestens 4 Rädern oder 3 Rädern und einer Gesamtmasse, die 1 t übersteigt:

- Klasse N_1 Zur Güterbeförderung bestimmte Fahrzeuge, deren Gesamtmasse $3,5 \text{ t}$ nicht übersteigt;

- Klasse N_2 Zur Güterbeförderung bestimmte Fahrzeuge, deren Gesamtmasse $3,5 \text{ t}$ übersteigt, aber nicht mehr als 12 t beträgt;

- Klasse N_3 Zur Güterbeförderung bestimmte Fahrzeuge, deren Gesamtmasse 12 t übersteigt;

Klasse O: Anhänger (einschließlich Sattelanhänger);

- Klasse O_1 Anhänger, deren Gesamtmasse $0,75 \text{ t}$ nicht übersteigt;

- Klasse O_2 Anhänger, deren Gesamtmasse $0,75 \text{ t}$ übersteigt, aber nicht mehr als $3,5 \text{ t}$ beträgt;

- Klasse O₃ Anhänger, deren Gesamtmasse 3,5 t übersteigt, die aber nicht mehr als 10 t beträgt;

- Klasse O₄ Anhänger, deren Gesamtmasse 10 t übersteigt.

9.6 Physikalische Grundlagen beim Bremsen

Ein Fahrzeug hat bei einer bestimmten Geschwindigkeit die Bewegungsenergie *E*. Diese hängt von der Fahrzeugmasse *m_F* und der Fahrgeschwindigkeit *v* ab:

$$E = \frac{1}{2} \times m_F \times v^2$$

E = Bewegungsenergie in Nm

m_F = Fahrzeugmasse in kg

v = Fahrgeschwindigkeit in m/s

Eine doppelte Masse bei gleichbleibender Fahrgeschwindigkeit ergibt die doppelte Bewegungsenergie. Doppelte Fahrgeschwindigkeit bei gleicher Masse ergibt die vierfache Bewegungsenergie.

Durch den **Bremsvorgang** wird die Bewegungsenergie in Wärmeenergie (Reibungswärme) umgewandelt.

Die Reibungswärme entsteht durch Anpressen der Bremsbeläge gegen die rotierende Bremstrommel oder Brems Scheibe.

Die Bremsverzögerung *a* ergibt sich aus der Differenz der ursprünglichen Fahrgeschwindigkeit *v₁* und der Fahrgeschwindigkeit *v₂* nach dem Bremsen geteilt durch die Bremszeit *t*.

$$a = \frac{v_1 - v_2}{t}$$

a = Bremsverzögerung in m/s²

v₁ und *v₂* = Fahrgeschwindigkeit in m/s

t = Bremszeit in s

Die beste Verzögerungswerte erreicht das Fahrzeug, wenn die Reifen mit der Fahrbahn noch durch Haftreibung Kontakt haben.

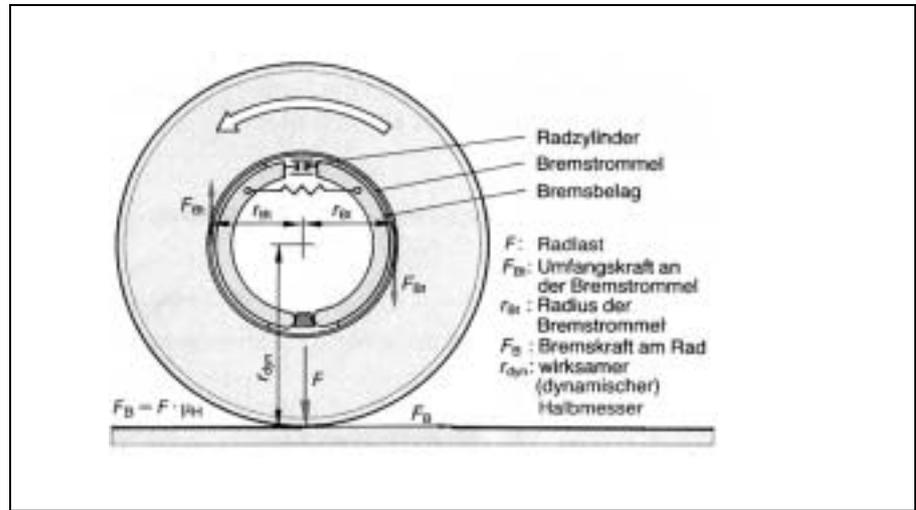


Abb.25 Kräfte am Rad und an der Bremse

Wird die Anpreßkraft zwischen Bremsbelag und Bremstrommel bzw. Brems Scheibe so groß, dass zwischen Rad und Fahrbahn die Haftreibung für die Aufrechterhaltung des Bremsvorgangs nicht mehr ausreicht, dann blockieren die Räder. Zwischen Fahrbahn und Reifen entsteht dann Gleitreibung. Durch blockierende Räder ergeben sich folgende Nachteile:

- die Lenkbarkeit des Fahrzeugs ist nicht mehr gewährleistet, das Fahrzeug neigt zum Ausbrechen (Schleudern),
- geringere Bremsverzögerung und
- größerer Reifenverschleiß.

Der Bremskraftbeiwert μ_B :

Der Bremskraftbeiwert (Kraftschluss) zwischen Rad und Fahrbahn bestimmt die übertragbaren Bremskräfte. Er ist abhängig vom Bremschlupf zwischen Reifen und Straße und wird unter anderem beeinflusst von:

- dem Straßen- und Reifenzustand
- der Rad- bzw. Achslast
- der Fahrzeuggeschwindigkeit
- der Temperatur

- dem Reifen-Schrägwinkel bzw. der in Anspruch genommenen Seitenführungskraft.

Der Seitenführungskraftbeiwert μ_S :

Die Erhaltung der Seitenführung ist eine wesentliche Voraussetzung für die Lenkfähigkeit des Fahrzeugs. Im Vergleich zum Bremskraftbeiwert nimmt der Seitenführungskraftbeiwert bei gleichem Bremschlupf wesentlich schneller ab, als der Bremskraftbeiwert.

Der Bremschlupf λ :

Der Bremschlupf ist das prozentuale Verhältnis der Fahrzeuggeschwindigkeit zur Radgeschwindigkeit. Der Schlupf wird definiert durch die Gleichung:

$$\lambda = \frac{V_F - V_R}{V_F} \times 100\%$$

Dabei bedeutet.

V_F = Fahrzeuggeschwindigkeit

V_R = Radumfangsgeschwindigkeit

Erläuterung der Schlupfkurven (μ_B und μ_S):

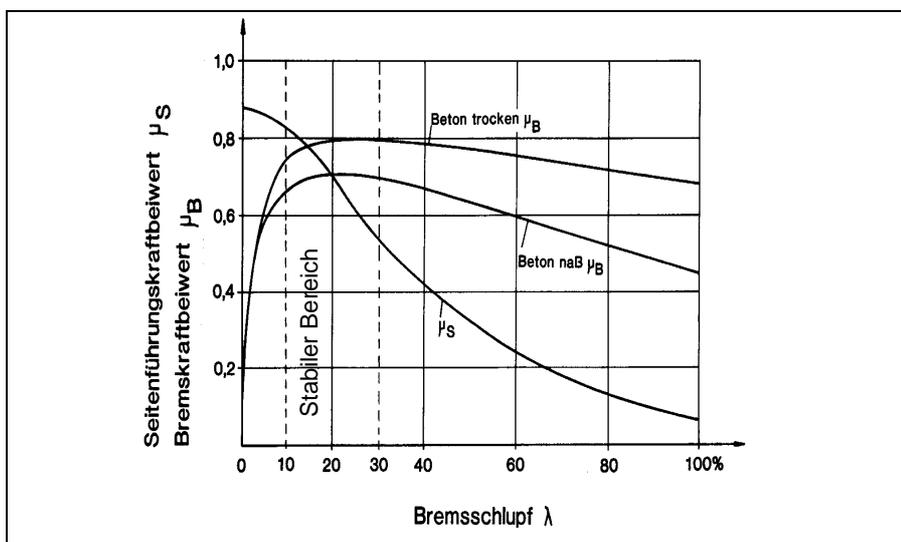


Abb. 26 Schlupfkurven

Die Abbildung 26 zeigt den Zusammenhang zwischen Bremskraftbeiwert μ_B , Seitenführungskraftbeiwert μ_S und Bremsschlupf bei unterschiedlicher Fahrbahnbeschaffenheit.

Solange der maximale Kraftschluss nicht erreicht wird, kann im „stabilen“ Bereich mit Schlupfzunahme noch eine Bremskraftherhöhung erreicht werden. Hier sind auch genügend große Seitenführungskräfte vorhanden, um das Fahrzeug lenkfähig und damit stabil zu halten. Wird aufgrund zu hoher Bremskräfte der instabile Bereich der μ - λ Kurve (ca. 30% bis 100%) erreicht, wird das Rad überbremst und blockiert (100% Schlupf). Die Lenkfähigkeit geht nahezu vollständig verloren. Damit dies nicht eintritt, wird der Kraftschluss durch das ABS-System zwischen 10% und 30% Schlupf geregelt.

9.7 Zeitlicher Ablauf des Bremsvorgangs

Die Gesamtbremzeit t_{ges} ergibt sich aus den Zeitabschnitten nach Abb. 27

Die Reaktionszeit t_R ist die Zeit zwischen dem Erkennen der Gefahr und der Betätigung des Bremspedals.

Sie ist je nach Reaktionsfähigkeit des Fahrers verschieden. Durch besondere Einflüsse wie Übermüdung,

Alkoholeinfluss usw. kann sie beträchtlich verlängert werden. Während der Ansprechzeit t_A wird das Spiel in der Bremsanlage überwunden (z.B. Luftspiel zwischen Bremsbelag und Bremstrommel bzw. Bremsscheibe).

Als Schwellzeit t_{sw} wird die Zeit bezeichnet, die vergeht, bis die Bremskraft ihr Maximum erreicht. Die Bremszeit t ergibt sich aus der Ansprechzeit t_a , der Schwellzeit t_{sw} und der Verzögerungszeit t_v (Bremswirkungszeit).

Die Länge des Bremswegs hängt neben der Betätigungskraft im wesentlichen von folgenden Einflußgrößen ab:

- Fahrzeuggeschwindigkeit
- Beschaffenheit der Fahrbahn und der Reifen
- Reibungszahl zwischen Bremsbelag und Bremstrommel bzw. Bremsscheibe

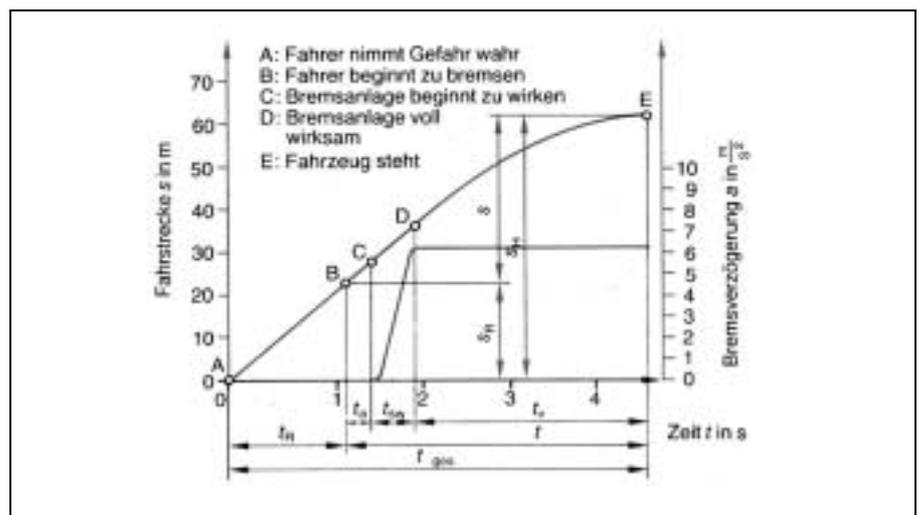


Abb. 27 Zeitlicher Ablauf des Bremsvorgangs

9.8 Fahren mit ADD-ON ABS-System

Nach Einschalten der Zündung überprüft das ADD-ON-System erstmals automatisch seine Funktion. Dies ist als kleine Bewegung des Bremspedals fühlbar, welche darauf hindeutet, dass die Ventile und die Modulatorpumpe überprüft wurden. In jeder Bremssituation, bei der im Verhältnis zur Fahrzeuggeschwindigkeit eine zügige Verlangsamung an einem Rad oder mehreren Rädern auftritt, überprüft ABS die Blockierneigung des Rades und regelt den Bremsdruck so, dass die Drehbewegung des Rades während des Bremsvorganges erhalten bleibt.

Wenn ABS arbeitet, wird der Bremsvorgang von elektronisch angesteuerten Ventilen geregelt. Die Funktion der Ventile und der Modulatorpumpe können als Bewegung oder Pulsieren des Bremspedals wahrgenommen werden. Gleichzeitig hört der Fahrer das Geräusch des arbeitenden Modulators. Wenn das Pedal häufig während der Bremsbetätigung vibriert, deutet dies auf eine gefährliche Fahrbahnoberfläche hin oder es bedeutet, dass am Bremspedal eine unangemessen große Kraft aufgebracht wird. Auch an dem Punkt, an dem ABS die Regelung übernimmt, wird die Abwärtsbewegung des Pedals als hart empfunden. Die Kraft am Bremspedal kann jedoch zur Beeinflussung der Bremsung verändert werden, während ABS die Regelung durchführt.

Die vom Fuß auf das Bremspedal ausgeübte Kraft sollte wie bei einer normalen Nicht-ABS-Bremsung beibehalten werden, weil die Reibung der Fahrbahnoberfläche sich ändern kann und das ABS entsprechend darauf reagiert. Die EBV-Funktion arbeitet bei Teilbremsung, wenn die Hinterachse vor der Vorderachse blockieren will. Man kann die EBV-Funktion nicht hören, aber man spürt eine leichte Pulsation im Bremspedal.

9.9 Punkte, die zu beachten sind:

- Ein Vierkanal-ADD-ON ABS-System regelt die einzelnen Räder entsprechend dem Haftvermögen unter jedem Reifen und ermöglicht daher die Beherrschung des Fahrzeugs bei schnell wechselnden und stark voneinander abweichenden Reibwerten.
- Das ADD-ON ABS-System arbeitet auch bei sehr geringen Geschwindigkeiten (die kleinste messbare Geschwindigkeit ist 1.8 km/h). Fahrzeugstillstand wird also normalerweise im letzten Regelzyklus erreicht.
- Das ADD-ON ABS-System verhindert einen übermäßigen Reifenverschleiss. Das gilt vor allem für Abplattungen, die andernfalls das Ergebnis von Notbremsungen auf Oberflächen mit hohem Reibwert wären.
- Lenkbarkeit und Stabilität des Fahrzeugs bleiben gewährleistet beim Bremsen auf allen Fahrbahnoberflächen, wo Bremsung ohne ABS zu Blockieren der Räder und Verlust der Fahrzeugbeherrschung führen würde. ABS funktioniert auf allen Oberflächen, sofern die Reibung ausreicht, um die Räder im Schubbetrieb oder Freilauf weiterdrehen zu lassen.
- Der Sicherheits Schaltkreis der ECU überwacht ständig die Vollständigkeit der elektronischen und elektrischen Funktionen.

Je nach Art des Fehlers wird dann das System ganz oder teilweise abgeschaltet.

9.10 Polradspezifikation



Da Wabco selber keine Polräder in seinem Liefersortiment anbietet, werden auf dieser Seite einige Informationen zur Verfügung gestellt.

Funktion

Das am rotierenden Rad befestigte Polrad erzeugt im feststehenden Drehzahlsensor eine Wechselfrequenz, aus deren Frequenz die Elektronik die Radgeschwindigkeit errechnet. Für Abmaße und Toleranzen ist die WABCO Produkt Spezifikation 895 905 000 4 heranzuziehen.

Werkstoff

WABCO empfiehlt die Polräder aus ferromagnetischen Werkstoffen herzustellen.

Werkstoffbeispiele:

Automatenstähle: 9S20K 9SMn28

Vergütungsstähle: C35K C45K

Sinterwerkstoff: Sint DO2

Nichtrostende St.: X6Cr17

X6CrMo17

Diese Bezeichnungen beziehen sich auf die alte DIN.

Oberflächenschutz

Der Oberflächenschutz ist hinsichtlich der Korrosions- und Temperaturbeständigkeit den Bedingungen am Einbauort (z.B. Vorder- oder Hinterachse, Scheiben- oder Trommelbremse, offene oder geschlossene Bremse) anzupassen. Weiterhin sollte eine ausreichende Abriebfestigkeit bestehen um eine Beschädigung der Oberfläche, durch ein Anlaufen des Polrades an den Sensor zu verhindern.

Zähnezahl allgemein

Die Zähnezahl bezieht sich auf Polräder, die sich mit Raddrehzahl drehen. Bei Reifenumfängen, die außerhalb der genannten Bereiche liegen, ist die Zähnezahl in Rücksprache mit WABCO festzulegen.

Zähnezahl 60

für PKW, leichte LKW und Anhänger

Zähnezahl 80

für Tieflader-Achsen, leichte LKW und Anhänger

Zähnezahl 100

für Busse, mittlere und schwere LKW und Anhänger

Zähnezahl 120

für Spezial-LKW wie Autokrane, Muldenkipper im Tagebau etc. mit sehr großen Reifenumfängen.

Montage

Die Adaption des Polrades sollte so ausgeführt werden, dass Arbeiten an Nabenlager und -dichtungen sowie andere Fahrzeugwartungen im Bereich der Radbremse ohne Demontage des Polrades erfolgen können. Die Anordnung des Polrades im abgedichteten Radnabenbereich ist nicht notwendig aber zulässig. Polrad und Nabe sind üblicherweise durch einen Presssitz H8/s7 zu verbinden. Zum Aufpressen sollte das Polrad bzw. die Nabe mit einer ausreichenden Ansatzschräge versehen sein. Für eine leichtgängige Montage kann das Polrad zusätzlich erwärmt

werden. Durch entsprechende Vorrichtungen oder Hilfsmittel ist sicherzustellen, dass eine Beschädigung der Zahnkanten ausgeschlossen wird, dies gilt ebenso für Wartungsarbeiten, z.B. bei der Demontage der Nabe.