

Bildquelle: Bosch

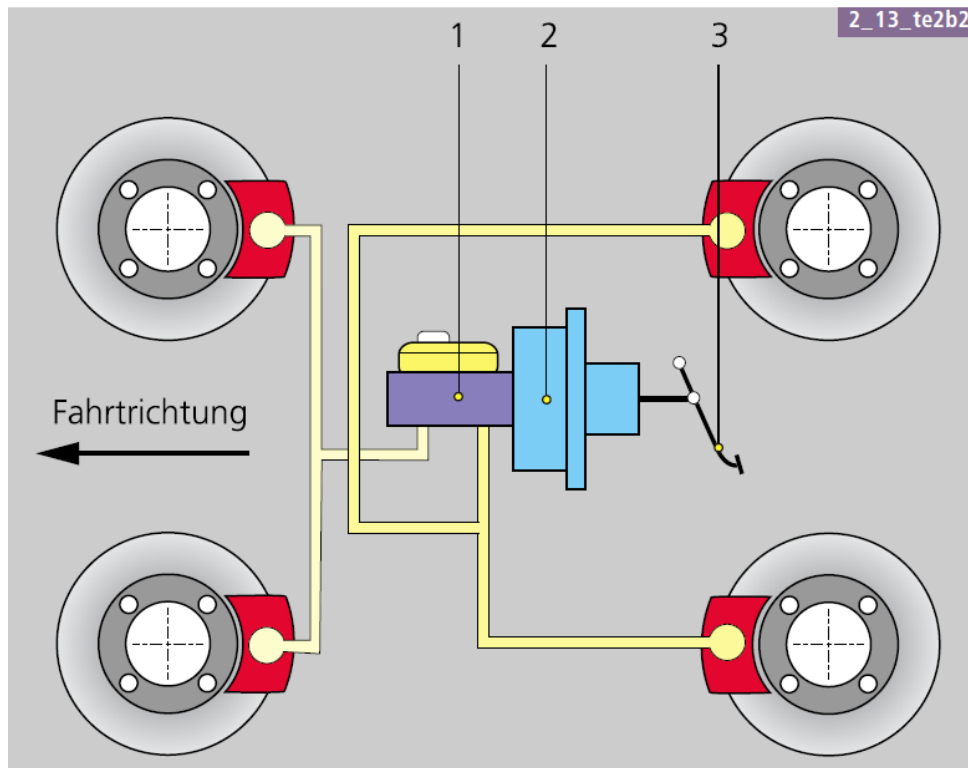
Bremsen

Hydraulik

INHALTSVERZEICHNIS

DAS HYDRAULISCHE BREMSSYSTEM.....	3
Aufgabe des Bremssystems	3
Funktion vom Zweikreis-Bremssystem	3
HAUPTBREMSZYLINDER (HBZ)	4
Hauptbremszylinder mit Ausgleichsbohrung	4
Hauptbremszylinder mit Zentralventil	4
Ausgleichsbehälter	5
Funktion Tandem Hauptbremszylinder.....	5
BREMSKREISAUFTEILUNG	6
Verbreitete Bremskreisaufteilungen	6
weitere mögliche Bremskreisaufteilungen	6
UNTERDRUCK BREMSKRAFTVERSTÄRKER.....	7
Zweikammer-Bauart	7
Vierkammer- oder Tandem-Bauart.....	8
Rückschlagventil	8
Bremsassistent (BAS).....	8
Hydraulischer Bremskraftverstärker	9
BREMSKRAFTREGELUNG/BREMSKRAFTVERTEILUNG	9
Elektronische Bremssysteme EBV (Elektronische Bremskraftverteilung).....	10
Bremskraftminderer/Bremskraftregler	10
BREMSLEITUNGEN	11
BREMSFLÜSSIGKEIT	11
Umgang mit Bremsflüssigkeit	11
Mischen von Bremsflüssigkeit	11
Silikon-Bremsflüssigkeit	11
Dampfblasenbildung	12
GESETZLICHE VORSCHRIFTEN DER BREMSEN.....	13
VTS Anhang 7	13
WERKSTATTARBEITEN	14
Bremsleitungen herstellen	14
Bremskraftverstärker prüfen	14
Bremsflüssigkeit prüfen	14
Bremsflüssigkeit ersetzen/entlüften	15
NOTIZEN:.....	16

Das hydraulische Bremssystem



1 = Tandem-Hauptzylinder, 2 = Bremskraftverstärker, 3 = Bremspedal.

Quelle: Auto und Wissen

Aufgabe des Bremssystems

Die Bremsen setzen die auf das Bremspedal wirkende Kraft in eine je nach Fahrsituation dosierte oder maximale Verzögerung um. Dabei soll das Fahrzeug möglichst spurstabil sein und immer lenkbar bleiben. Auch bei großer Hitzebildung zwischen Belag und Scheibe/Trommel von 700 - 800°C (bei nichtkeramischem Material) muss die Funktion gewährleistet sein. Grundsätzlich wird beim Bremsen Bewegungs- in Wärmeenergie umgewandelt. Diese Umwandlung ist immer deutlich effektiver und schneller als deren Umkehrung (Wärme -> Bewegung) im Verbrennungsmotor. Ein Fahrzeug kann also immer besser bremsen als beschleunigen.

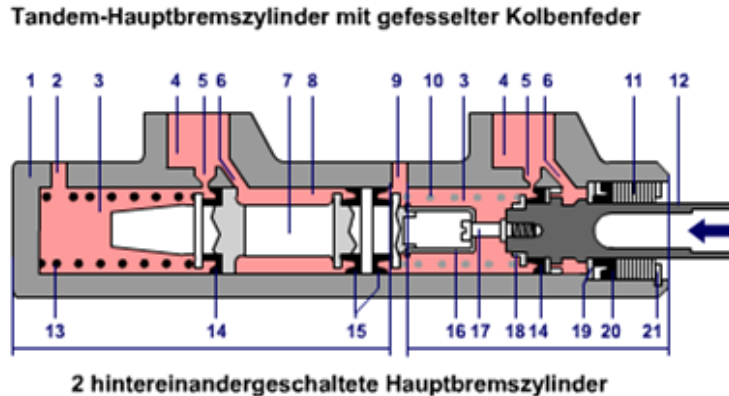
Funktion vom Zweikreis-Bremssystem

Beim Bremsen betätigt der Fahrer mit seiner Fusskraft das Bremspedal und baut so über Bremskraftverstärker und Hauptbremszylinder den nötigen Bremsdruck auf.

Dieser wird über die Bremsflüssigkeit in den Bremsleitungen und den Bremschläuchen auf die Radbremsen übertragen. Bei den meisten Fahrzeugen liefert der Motor durch seinen Saugrohrdruck oder eine vom Motor angetriebene Pumpe pneumatisch oder hydraulisch die Hilfskraft zur Verstärkung. Angefangen vom Anti-Blockier-System gibt es heute eine Vielzahl von elektronischen Regelsystemen für die hydraulische Bremse.

Hauptbremszylinder (HBZ)

Hauptbremszylinder mit Ausgleichsbohrung



- | | |
|----------------------------|------------------------|
| 1. Zylindergehäuse | 13. Druckfeder |
| 2. Druckanschluss | 14. Primärmanschette |
| 3. Druckraum | 15. Trennmanschette |
| 4. zum Ausgleichsbehälter | 16. Fesselhülse |
| 5. Ausgleichsbohrung | 17. Fesselschraube |
| 6. Nachlaufbohrung | 18. Stützring |
| 7. Zwischenkolben | 19. Anschlagscheibe |
| 8. Nachlaufraum | 20. Sekundärmanschette |
| 9. Zum Bremskreis 1 | 21. Sicherungsring |
| 10. gefesselte Kolbenfeder | 22. Füllscheibe |
| 11. Kunststoffbuchse | 23. Füllbohrung |
| 12. Druckstangenkolben | |

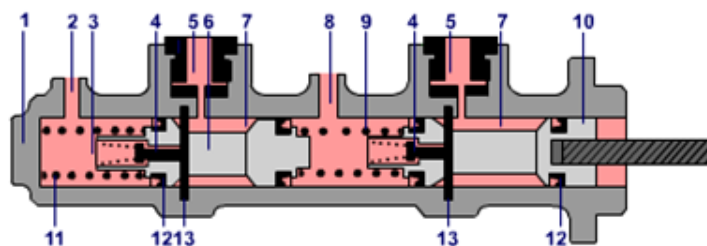
Funktion

Der Druck wird ganz oder zum grössten Teil von der Fusskraft erzeugt. Dieser wirkt mechanisch auf den ersten Kolben im Hauptbremszylinder und hydraulisch auf den zweiten. Er verteilt sich gleichmässig durch Metallleitungen und Schläuche auf die einzelnen Kolben in den Radbremszylindern.

Gesetzgebung

Ein Fahrzeug muss mit einem System aus zwei getrennten Kreisen bestehen. Tandem HBZ sind mit 2 hintereinander geschalteten Zylindern ausgestattet. Fällt ein Bremskreis aus, dann lässt im anderen Bremskreis trotzdem der volle Bremsdruck aufbauen.

Hauptbremszylinder mit Zentralventil

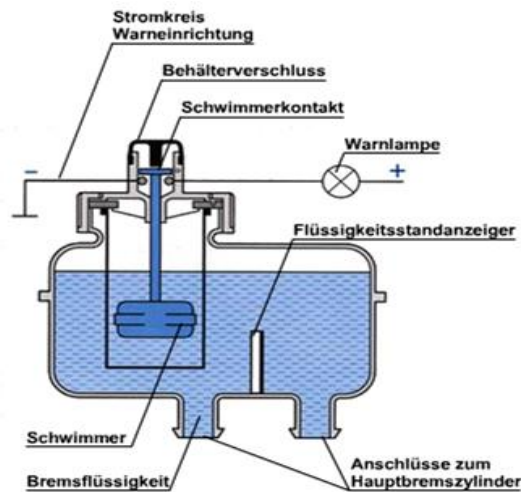


- | | |
|----------------|----------------|
| 4. Ventilstift | 13. Spannhülse |
|----------------|----------------|

Vom Aufbau her ähnlich ist auch der Hauptbremszylinder mit Zentralventil, der in Fahrzeugen mit Antiblockiersystem eingebaut wird.

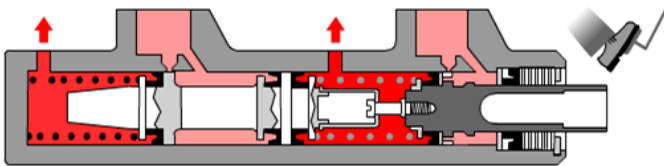
Ausgleichsbehälter

Der Ausgleichsbehälter dient als Vorratsbehälter für die Bremsflüssigkeit sowie als Ausgleichsbehälter mit der Aufgabe Volumenschwankungen in den Bremskreisen auszugleichen. Er ist über zwei Anschlüsse mit dem HBZ verbunden.



Funktion Tandem Hauptbremszylinder

Hauptbremszylinder mit Ausgleichsbohrung



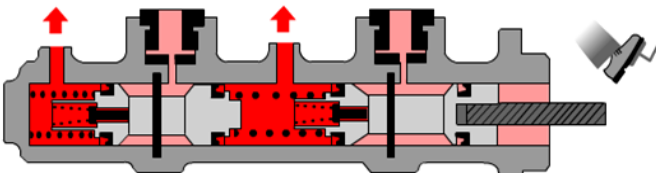
Bremse wird betätigt

beim Bremsen wirkt die verstärkte Bremskraft auf den Druckstangenkolben und den Zwischenkolben und schiebt beide nach links. Die Bremsflüssigkeit wird dadurch in den ersten und in den zweiten Bremskreis gepresst.

Bremse wird gelöst

Beim Lösen der Bremse kehren beide Kolben wieder in ihre Ausgangsstellung zurück. Die Bremsflüssigkeit fließt in den Behälter zurück, der Bremsdruck ist abgebaut. Tandem

Hauptbremszylinder mit Zentralventil



Bremse wird betätigt

beim Bremsen schliesst sich das Zentralventil. Durch den Druck des 1. Kolbens wird auch der 2. Kolben nach links verschoben.

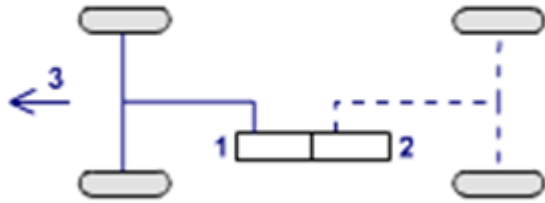
Bremse wird gelöst

Beim Lösen der Bremse öffnet sich das Zentralventil und die Bremsflüssigkeit fließt wieder in den Ausgleichsbehälter zurück, der Bremsdruck ist abgebaut.

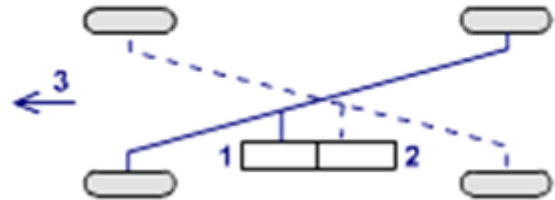
Bremskreisaufteilung

Verbreitete Bremskreisaufteilungen

TT-Aufteilung
Vorderachs-/ Hinterachsaufteilung

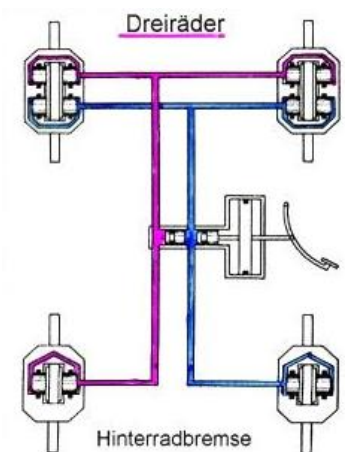


K-Aufteilung (X-Aufteilung)
Diagonale Aufteilung

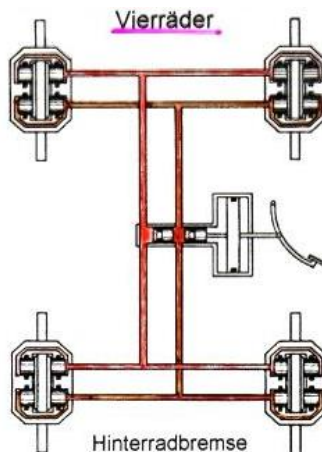


weitere mögliche Bremskreisaufteilungen

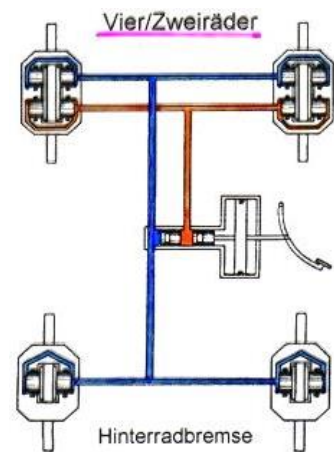
LL-Aufteilung



HH-Aufteilung

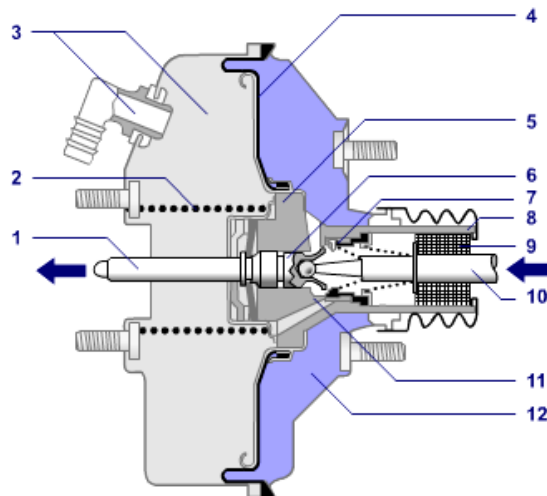


HT-Aufteilung



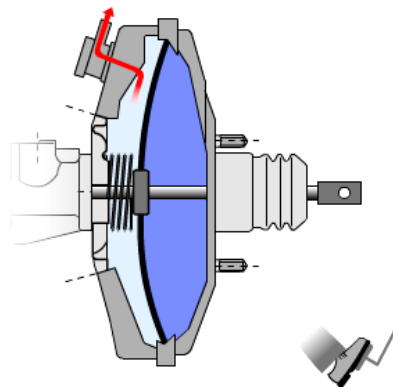
Unterdruck Bremskraftverstärker

Zweikammer-Bauart



- | | |
|--|------------------------------|
| 1. Druckstange (Ausgangskraft zum HBZ) | 7. Doppelventil |
| 2. Druckfeder | 8. Ventilgehäuse |
| 3. Unterdruckraum | 9. Luftfilter (Schaumstoff) |
| 4. Membrane mit Membranteller | 10. Kolbenstange (Fusskraft) |
| 5. Arbeitskolben | 11. Ventilsitz |
| 6. Fühlkolben | 12. Arbeitskammer |

Der Bremskraftverstärker verstärkt die Fusskraft des Fahrers und verringert damit den erforderlichen Kraft-aufwand. Dabei dürfen das feinfühliges Abstimmen der Bremskraft und das Gefühl ab Pedal nicht beeinträchtigt werden.



Funktion:

Bremse wird betätigt

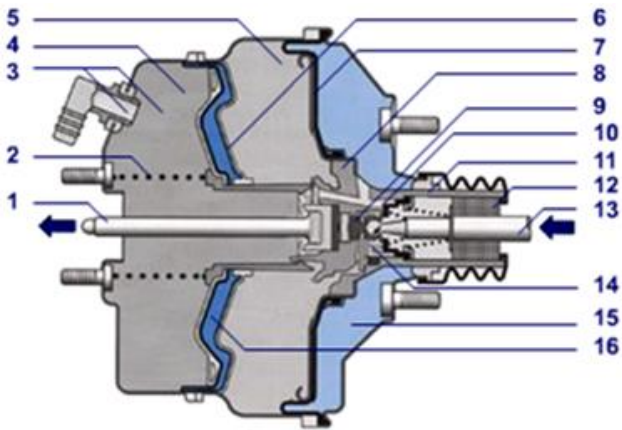
Über ein Ventil gelangt atmosphärische Luft in die Arbeitskammer. Die entstehende Druckdifferenz schiebt den Membranteller nach vorne und verstärkt so die Fusskraft.

Mit dem Membranteller wird die Druckstange nach vorne geschoben, diese überträgt die Kraft auf den Hauptbremszylinder.

Bremse wird gelöst

Beim Lösen der Bremsen baut sich in der Arbeitskammer sofort wieder Unterdruck auf und der Membranteller wird von einer Druckfeder zurückgeschoben.

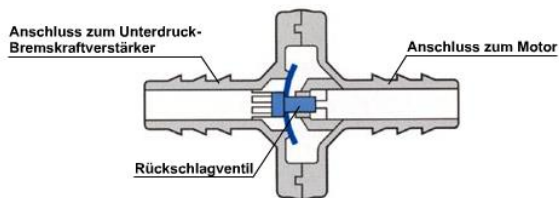
Vierkammer- oder Tandem-Bauart



=> für höhere Unterstützkräfte

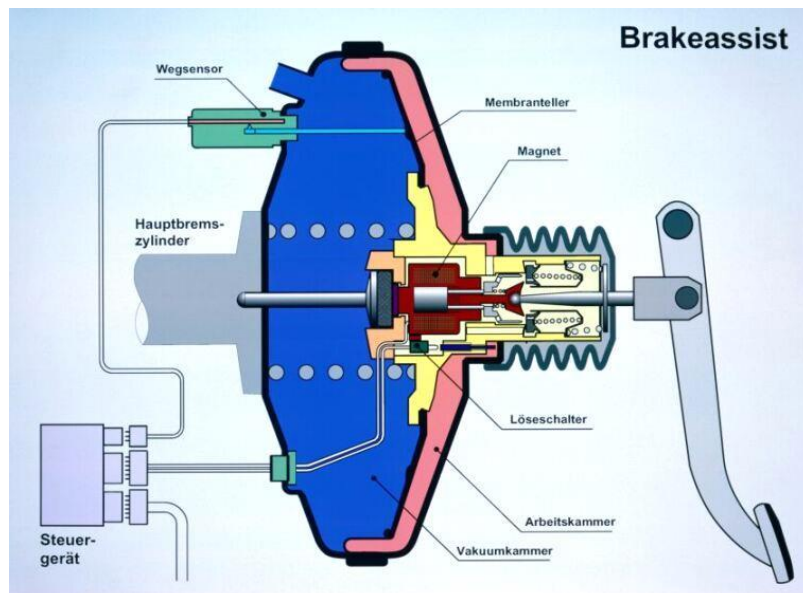
- 3. Unterdruckraum II
- 4. Membran II mit Membranteller II
- 5. Unterdruckkammer I
- 6. Trennwand
- 7. Membran I mit Membranteller I

Rückschlagventil



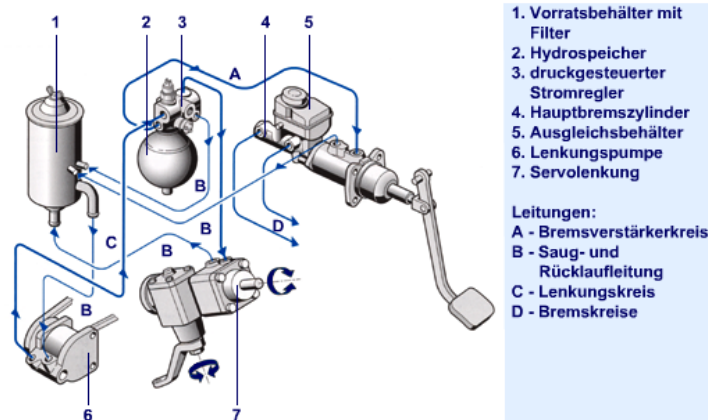
Das Unterdruck-Rückschlagventil wird zwischen Unterdruckerzeuger und Bremskraftverstärker eingebaut. Es schliesst bei abgestelltem Motor, damit der Unterdruck im Bremskraftverstärker erhalten bleibt. Einbauhinweis: Pfeil in Richtung Unterdruckerzeugung

Bremsassistent (BAS)



Unfallauswertungen haben ergeben, dass viele Fahrer in Notsituationen, bei denen es auf Vollbremsungen ankommt, zu schwach oder zu zögerlich auf das Bremspedal treten. Es wird die mögliche Bremskraftverstärkung nicht voll ausgenutzt. Hier soll der Bremsassistent helfend eingreifen und eine maximale Bremskraftverstärkung mit minimalem Bremsweg herbeiführen. Das ABS arbeitet im Regelbereich und bewirkt eine optimale Verzögerung ohne Blockieren der Räder.

Hydraulischer Bremskraftverstärker



Hydraulische Bremskraftverstärker-Systeme werden in Fahrzeugen eingesetzt, die mit hydraulischer Energie-versorgung (z.B. Servolenkung oder Hydropneumatische Federung) ausgestattet sind. Hydraulische Bremskraftverstärker verstärken die beim Bremsen eingesteuerte Fusskraft des Fahrers durch hydraulische Kraft, die von einer Hydraulikpumpe erzeugt und in einem Hydrospeicher gespeichert wird.

Bremskraftregelung/Bremskraftverteilung

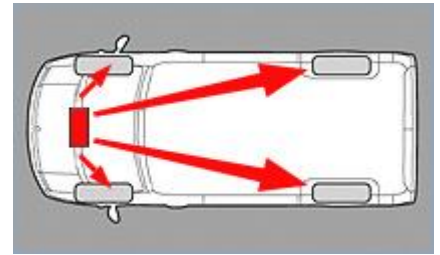


Infolge der dynamischen Achslastverlagerung beim Bremsen können die Vorderräder eines Fahrzeuges stärker gebremst werden als die Hinterräder. Deshalb sind die Vorderradbremmen grösser dimensioniert als die Hinterradbremmen. Damit es nicht zu einer Überbremsung der Hinterachse kommt (blockierende Räder, ausbrechendes Fahrzeug) sorgen Bremskraftminderer, auch Bremskraftregler genannt, für eine positive Fahrstabilität und die tatsächliche Bremskraft wird der idealen Bremskraft angenähert.

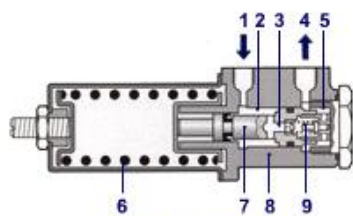
Elektronische Bremssysteme EBV (Elektronische Bremskraftverteilung)

Die elektronische Bremskraftverteilung ist eine aus der ABS/ESP Funktion abgeleitete Teilfunktion und verhindert bei Normalbremsungen durch angepassten Bremsdruckaufbau ein Überbremsen der Hinterräder. Ein hydraulisch/mechanischer Bremskraftregler wird dadurch überflüssig.

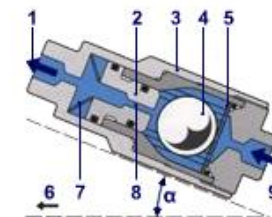
Die Elektronische Bremskraftverteilung EBV sorgt an Vorder- und Hinterachse für die situationsgerechte Verteilung der Bremskraft und maximale Bremsleistung. Das System wirkt so dem Ausbrechen des Fahrzeugs aufgrund »überbremsster« Hinterräder entgegen. Ausserdem reduziert es die Belastung der Vorderbremsen, was einem Nachlassen der Bremswirkung infolge zu hoher thermischer Belastung entgegenwirkt – dem als »Fading« bekannten Effekt.



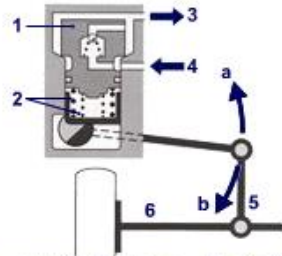
Bremskraftminderer/Bremskraftregler



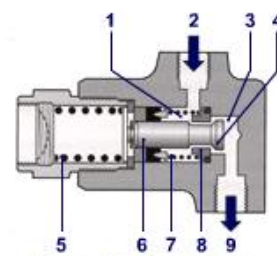
Fest eingestellter Bremskraftminderer



Verzögerungsabhängiger Bremskraftminderer



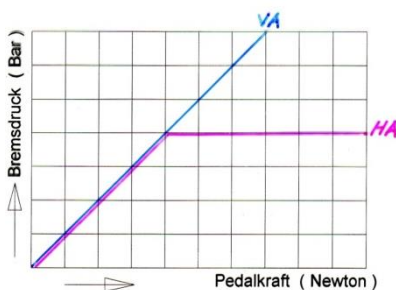
Lastabhängiger Bremskraftminderer



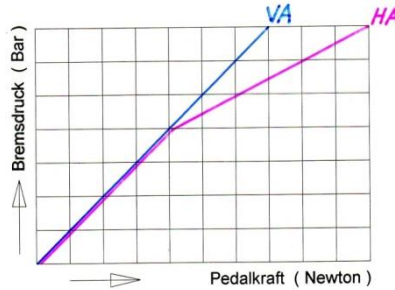
Bremsdruckbegrenzer

Druckdiagramme

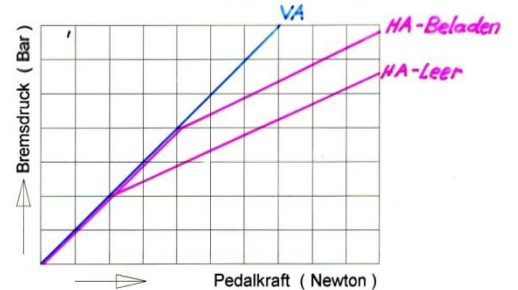
druckabhängiger Bremsdruckbegrenzer



druckabhängiger Bremsdruckminderer



lastabhängiger Bremsdruckminderer



Bremsleitungen

Kupferlegierung	Die Kupferlegierung hat eine sehr gute Korrosionsbeständigkeit. Die Rohre lassen sich gut biegen und bördeln.
Stahlleitungen	wenig Korrosionsbeständig (Überzug nötig), schwer bearbeitbar, sehr hohe Druckfestigkeit, kostengünstig

Bremsflüssigkeit

Die Bremsflüssigkeit ist ein synthetisches Fluid (herkömmliche Flüssigkeit), das für die Übertragung der Druckkräfte vom Hauptzylinder zu den Radbremsen bestimmt ist. Sie ist praktisch nicht zusammendrückbar (nicht verdichtbar). Bei Oldtimern, und Spezialfahrzeugen kommen auch Silikonflüssigkeiten und Mineralöle zum Einsatz.



Die üblichen Bremsflüssigkeiten haben Siedetemperaturen von mindestens 205°C (DOT3), 230°C (DOT4) oder 260°C (DOT5.1). Diese Bremsflüssigkeiten sind hygroskopisch, das heisst sie nimmt Wasser auf, z. B. aus der Luft (Luftfeuchtigkeit). Oft wird das Wasseraufnahmevermögen als Nachteil der Bremsflüssigkeiten angegeben, doch dieses Verhalten der Flüssigkeit ist notwendig, um sicherzustellen, dass niemals Wasser in Tropfenform im Bremssystem vorliegt. Der Siedepunkt der Bremsflüssigkeit muss stets ausreichend hoch sein. Aufgenommenes Wasser senkt den Siedepunkt der Bremsflüssigkeit und kann zu Dampfblasen=Bremsausfall führen! Die Siedetemperatur von Bremsflüssigkeiten kann in Werkstätten bestimmt werden.

- Trockensiedepunkt: Siedepunkt bei 0.0% Wassergehalt
- Nasssiedepunkt: Siedepunkt bei 3,5% Wassergehalt

Hinweis: Die Bremsflüssigkeitsspezifikationen können Sie aus dem SVBA-Tabellen entnehmen.

Umgang mit Bremsflüssigkeit

Da der Wasseranteil in der Bremsflüssigkeit mit der Zeit steigt, empfiehlt es sich, spätestens nach 2 Jahren die Bremsflüssigkeit auszutauschen. Bremsflüssigkeit ist gesundheitsschädlich beim Verschlucken und reizt Haut und Augen. Beim Umgang damit sind Schutzhandschuhe und Schutzbrille zu tragen. Bremsflüssigkeit kann den Lack von Fahrzeugkarosserien schädigen. Sie muss getrennt entsorgt werden.

Mischen von Bremsflüssigkeit

Die Bremsflüssigkeitstypen DOT3, DOT4 und DOT5.1 (beide auf Glykolbasis) können miteinander gemischt werden ist aber nicht zu empfehlen. Generell sollte die Bremsflüssigkeit in das Bremssystem eingefüllt werden, welche der Fahrzeughersteller vorgibt.

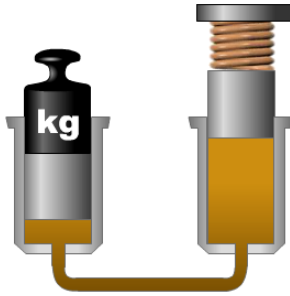
Silikon-Bremsflüssigkeit

„DOT5“-Bremsflüssigkeit (Silikonbasis) darf mit keiner Bremsflüssigkeit eines anderen Typen gemischt werden.

Dampfblasenbildung

Flüssigkeit ohne Luft/Dampfblasen

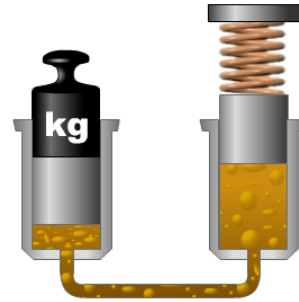
wird von aussen auf eine Flüssigkeit ein Druck ausgeübt, so pflanzt sich dieser auf alle Seiten gleichmässig fort. Vorausgesetzt die Flüssigkeit enthält keine Luft oder Dampfblasen.



Waageexperiment ohne Dampfblasen

Flüssigkeit mit Luft/Dampfblasen

Luft/Dampfblasen in Flüssigkeiten sind komprimierbar. Der Druck kann nicht mit gleicher Stärke weitergegeben werden.



Waageexperiment mit Dampfblasen

Achtung:

Da erst die Dampfblasen in den Bremsleitungen komprimiert werden müssen, benötigt man einen wesentlich längeren Pedalweg, um die Bremsbeläge gegen die Bremsscheiben/-trommeln zu pressen. Dies kann zum völligen Versagen der Bremsanlage führen.

Gesetzliche Vorschriften der Bremsen

VTS Anhang 7

2 Wirkvorschriften für Fahrzeuge, die unter internationale Vorschriften fallen

Die Wirksamkeit der Bremsen kann insbesondere auch anlässlich der Nachprüfung über die Abbremsung nach dem folgenden Verfahren ermittelt werden:

$$\text{Abbremsung in \%} = \frac{\text{Summe der Bremskräfte an den Radumfängen}}{\text{Fahrzeugprüfgericht}} \times 100$$

21 Fahrzeuge der Klassen M und N

Die Bremsprüfungen nach den Ziffern 211, 212, und 214 sind mit ausgekuppeltem Motor durchzuführen.

211 Betriebsbremse

Die Verzögerung muss mindestens betragen für Fahrzeuge der Klasse:

Klasse	m/s ²	max. Betätigungskraft	Ausgangsgeschwindigkeit
M1	5,8	500 N	80 km/h
N1	5,0	700 N	80 km/h
M2, M3, N2, N3	5,0	700 N	60 km/h

212 Hilfsbremse

Die Verzögerung muss bei einer Ausgangsgeschwindigkeit nach Ziffer 214 mindestens betragen für Fahrzeuge der Klasse:

	m/s ²	max. Betätigungskraft	
		Hand	Fuss
M1	2,9	400 N	500 N
M2, M3	2,5	600 N	700 N
N1, N2, N3	2,2	600 N	700 N

213 Feststellbremse

Die Feststellbremsanlage muss, auch wenn sie mit einer anderen Bremsanlage kombiniert ist, das beladene Fahrzeug auf einer Steigung und einem Gefälle von 18% im Stillstand halten können. Bei Fahrzeugen, hinter denen ein Anhänger mitgeführt werden darf, muss die Feststellbremsanlage des Zugfahrzeuges die miteinander verbundenen Fahrzeuge auf einer Neigung von 12% im Stillstand halten können.

Bei Handbetätigung darf die Betätigungskraft 400 N bei den Fahrzeugen der Klasse M1 und 600 N bei allen anderen Fahrzeugen, bei Fussbetätigung darf die Betätigungskraft 500 N bei den Fahrzeugen der Klasse M1 und 700 N bei allen übrigen Fahrzeugen nicht übersteigen.

Eine Feststellbremse, die mehrmals betätigt werden muss, bevor sie die vorgeschriebene Bremswirkung erreicht, kann zugelassen werden.

Werkstattarbeiten

Bremsleitungen herstellen

Bremsleitungen können vielfach nicht über den Ersatzteilweg bestellt werden. Aus diesem Grund werden sie auch heute noch mit einem Bördelgerät selber angefertigt.

Arbeitsablauf

- Leitung ablängen und entgraten
- Erste Bördelung vornehmen
- Überwurfmutter (Raccor) montieren
- 2. Bördelung vornehmen
- Radien biegen



Bremskraftverstärker prüfen

Prüfvoraussetzung: Fehlerfreies Unterdrucksystem

Prüfablauf

1. Motor abstellen und 1-2 Minuten warten. (Dichtheit)
2. Bremspedal betätigen die Bremsunterstützung muss immer noch vorhanden sein.
3. Bremspedal mehrmals betätigen bis der Unterdruck ganz abgebaut ist.
4. Bremspedal leicht belasten und halten
5. Motor starten.
6. Das Bremspedal muss sich durch die Unterstützung spürbar senken.

Bremsflüssigkeit prüfen

Siede-Methode

Messen des Siedepunktes von Bremsflüssigkeiten auf Glykol-Basis (DOT 3, DOT 4, DOT 5.1). Dies geschieht nach dem Prinzip der Siede-Methode, dem einzigen Weg, unabhängig vom Bremsflüssigkeitstyp den exakten Siedepunkt zu ermitteln. Die Bremsflüssigkeit wird erhitzt bis zum Siedepunkt. Dann wird die dabei ermittelte Temperatur angezeigt.



Schnelltest

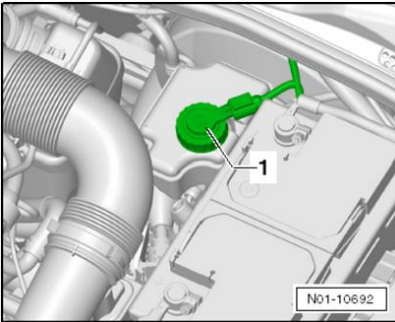
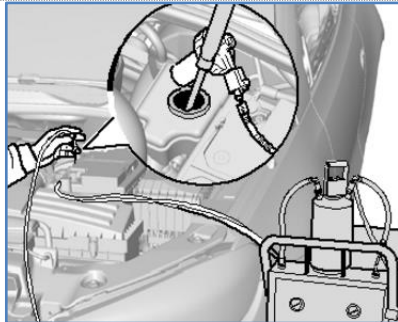
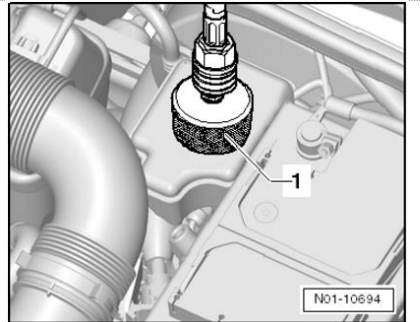

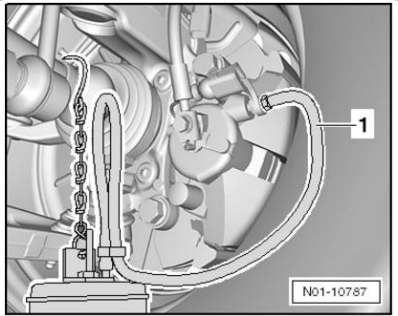
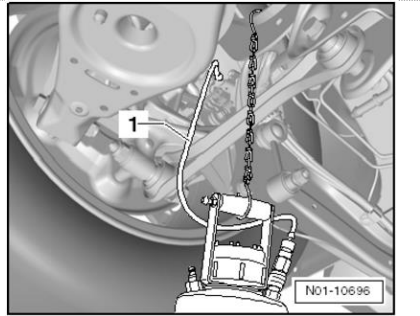
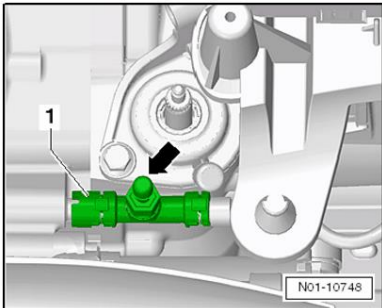
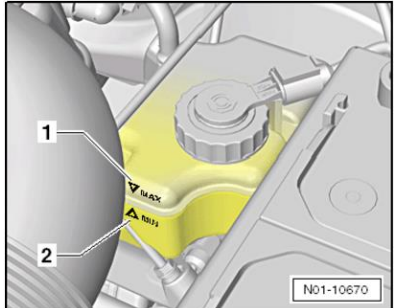
Das Gerät ermittelt den Wassergehalt der Bremsflüssigkeit und zeigt diesen über eine LED-Balkenanzeige an. Der Tester wird einfach in die Flüssigkeit gehalten und der Wassergehalt kann direkt abgelesen werden.



Bremsflüssigkeit ersetzen/entlüften

Befüllen und Entlüften mit einem Füll- und Entlüftungsgerät und den entsprechenden Adaptern. Herstellerangaben beachten!

Arbeitsablauf

<p>Den Deckel und den Ausgleichsbehälter gut reinigen</p>	<p>Die alte Bremsflüssigkeit aus dem Behälter absaugen. Behälter bis zum Maximum füllen</p>	<p>Passender Entlüfter-Anschlussdeckel aufschrauben. Füllschlauch aufstecken und auf Dichtheit prüfen.</p>
		
<p>Entlüfter Gerät einschalten und Druck gemäss den Vorgaben des Herstellers einstellen</p>	<p>Auffangflasche an das erste Entlüftungsventil stecken, Entlüftungsventil mit geeignetem Werkzeug öffnen und die entsprechende Bremsflüssigkeitsmenge (ca. 0.2l -0.3l) ausfliessen lassen. Entlüftungsventil schliessen</p>	<p>Wiederholen Sie den Arbeitsablauf an den anderen Bremsen. Reihenfolge gemäss Hersteller</p>
		
<p>Ggf. Kupplungszyylinder entlüften. Entlüftungsventil öffnen und die entsprechende Bremsflüssigkeitsmenge (ca. 0.1-0.2l) ausfliessen lassen. (siehe Theorie Kupplung)</p>	<p>Kontrollieren Sie den Bremsflüssigkeitsstand und korrigieren Sie diesen gegebenenfalls. Er muss zwischen Position -1- und -2- liegen.</p>	<p>Räder montieren und festziehen. Pedaldruck und Leerweg am Bremspedal prüfen. Probefahrt durchführen</p>
		<p>Wichtige Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bremsflüssigkeit ist stets in luftdicht verschlossenen Behältern aufzubewahren. • Eventuell ausgetretene Bremsflüssigkeit mit viel Wasser abspülen. • Entsorgungsvorschriften beachten!

Notizen:

