

	Seite
<b>1. Scheibenbremsen im Personenkraftwagen (PKW)</b>	<b>3</b>
1.1. Anforderungen an die Bremsanlage	3
1.1.1. Betriebsbremsanlage	3
1.1.2. Feststellbremsanlage	4
1.1.3. Hilfsbremsanlage	4
1.1.4. Gesetzliche Bestimmungen	..4
1.2. Funktion der Scheibenbremsanlage	5
1.3. Bremssatteltypen	8
1.3.1. Festsattel-Bremse	8
1.3.2. Schwimmrahmensattel-Bremse	10
1.3.3. Faustsattel-Bremse	12
1.4. Kontrolleinrichtungen für Bremsbelagverschleiß	13
1.5. Bremsbelagwechsel	14
1.6. Bremsscheiben	16
1.6.1 Maßnahmen gegen Rubbeln der Bremsscheiben	16
1.7. Bremsflüssigkeits-Wechsel	19
1.8. Bremsflüssigkeits-Tests	20
1.9. Fehlersuchplan - Hydraulische Bremsanlage	21
<b>2. Gefahrstoffverordnung</b>	<b>22</b>
<b>3. Anforderungen an den Reibbelag</b>	<b>23</b>
3.1. Sicherheit	24
3.2. Komfort	24
3.3. Wirtschaftlichkeit	24
<b>4. Entwicklungsstart bis zur Freigabe eines Bremsbelags</b>	<b>25</b>
<b>5. Einflußfaktoren auf die Lebensdauer von Bremsbelägen</b>	<b>26</b>
5.1. Reibmaterialabhängige Eigenschaften	26
5.2. Betriebsbedingungen	27
5.3. Zustand der Bremsanlage	27
<b>6. Bremsweg bei unterschiedlichen Abmessungen</b>	<b>28</b>
<b>7. Trommelbremsbauarten</b>	<b>29</b>
7.1. Die Simplexbremse	29
7.2. Die Duplexbremse	29
7.3. Die Servobremse	30
<b>8. Montageanleitung für Trommelbremsbeläge</b>	<b>31</b>

	Seite
<b>9. Montageanleitung für das Aufnieten von Trommelbremsbelägen</b>	32
<b>10. Übersicht Niete und Nietkräfte</b>	35
<b>11. Fehlersuchplan bei Trommelbremsbelägen</b> 36	
<b>12. Rohstoffzusammensetzung von Bremsbelägen</b>	39

## **1. Scheibenbremsen in Personenkraftwagen (PKW)**

Im heutigen Automobilbau werden für PKW hydraulische Bremsanlagen verwendet, kombiniert mit mechanischen Betätigungen für Feststellbremsen oder Hilfsbremsanlagen.

Die Betriebsbremsanlage besteht aus einem Bremspedal, dem Bremskraftverstärker, dem Hauptbremszylinder (für den Aufbau des hydraulischen Druckes), Scheibenbremsen an der Vorderachse (VA) und Trommelbremsen an der Hinterachse (HA).

Weitere Kombinationen wie 4-Radscheibenbremsen für schnellere Fahrzeuge, Bremskraftregler bzw. Bremskraftbegrenzer für die HA (je nach Achslastverteilung) sind ebenso selbstverständlich geworden wie Anti-Blockier-Systeme.

### **1.1. Anforderungen an eine Bremsanlage**

Aufgrund der unterschiedlich auftretenden Belastungsfälle in der Praxis sind die Bremsausrüstungen der einzelnen Fahrzeugklassen unterschiedlich ausgelegt. Von der Wirkungsweise gleich, können die Teile jedoch eine andere Dimensionierung und verändertes Aussehen aufweisen.

Bremsenbauteile fallen ebenso unter die Sicherheitsteile am Fahrzeug wie Lenkung und Reifen. An alle Teile stellt der Gesetzgeber besonders hohe Anforderungen.

Alle Fahrzeuge müssen mit einer 2-Kreisbremsanlage ausgerüstet sein. D.h. die Bremsanlage muß aus 2 voneinander unabhängigen hydraulischen Bremskreisen bestehen, von denen jeder auch dann wirken kann, wenn der andere versagt (z.B. 1. Kreis = Vorderachse, 2. Kreis = Hinterachse). Aus Stabilitätsgründen ist die Kreisverteilung oft diagonal, d.h. 1. Kreis = rechtes Rad Vorderachse und linkes Rad Hinterachse, 2. Kreis = linkes Rad Vorderachse und rechtes Rad Hinterachse.

Die Bremsanlage wird in 3 Gruppen unterteilt, die folgende Bedingungen erfüllen müssen:

#### **1.1.1. Betriebsbremsanlage**

Die Betriebsbremsanlage ist die Hauptbremsanlage und wirkt beim Betätigen des Bremspedals auf alle 4 Räder gleichzeitig. Sie muß unter allen Betriebsbedingungen das Fahrzeug verzögern können.

### **1.1.2. Feststellbremsanlage**

Diese hat die Aufgabe, das Fahrzeug im Gefälle bzw. in der Steigung dauerhaft zu halten.

### **1.1.3. Hilfsbremsanlage**

Bei komplettem bzw. teilweisem Ausfall der Betriebsbremsanlage muß mittels der Hilfsbremsanlage das Fahrzeug mit einer bestimmten Verzögerung zum Stillstand gebracht werden können.

### **1.1.4 Gesetzliche Vorschriften**

Diese gesetzlichen Vorschriften gelten jeweils für die Gesamtbremsanlage. Somit müssen alle Bremseneinzelteile im Zusammenspiel den Anforderungen genügen.

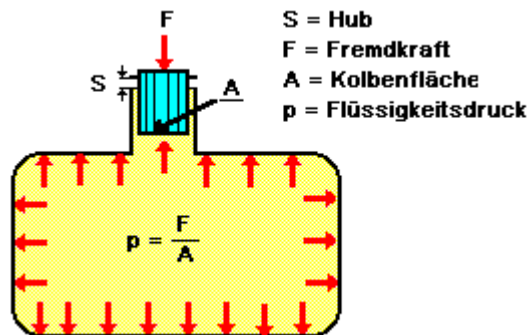
Voraussetzungen sind, daß auch unter hohen thermischen Belastungen keine Festigkeitsprobleme an den Radbremsen bzw. kein Ausfall der Bremsanlage durch zu hohe Bremsflüssigkeitstemperaturen eintritt.

Die Beanspruchung der Radbremse bei Folgestops aus hohen Geschwindigkeiten und bei langen Paßfahrten ist enorm hoch. Dabei können Bremsscheibentemperaturen von über 750° C auftreten. Die Bremswirkung bzw. der Bremskomfort darf dabei jedoch nicht unzulässig hoch beeinträchtigt werden.

Die vorgenannten Vorschriften, die extremen Betriebsbedingungen und nicht zuletzt Witterungseinflüsse (Nässe, Schmutz und Streusalz) bzw. Alterungserscheinungen erfordern eine sorgfältige Wartung und Instandsetzung der Bremsanlage.

## 1.2. Funktion der Scheibenbremse

Es ist im allgemeinen bekannt, daß die "hydraulische Übertragung" sowohl hinsichtlich der Ansprechzeit, der Schwellzeit und der gleichmäßigen Kraftübertragung die besten Resultate für eine feinfühligke Betätigungsmöglichkeit ergibt.

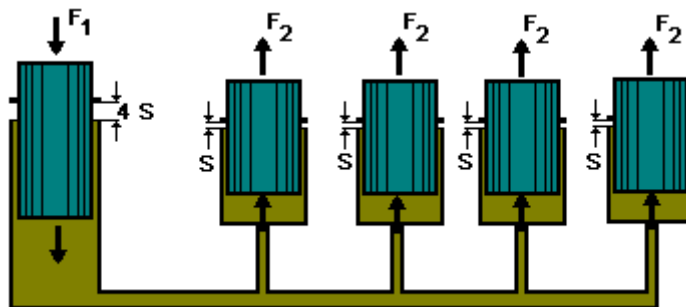


### Pascal'sches Gesetz

Der auf eine eingeschlossene Flüssigkeit ausgeübte Druck, verteilt sich nach allen Seiten gleichmäßig.

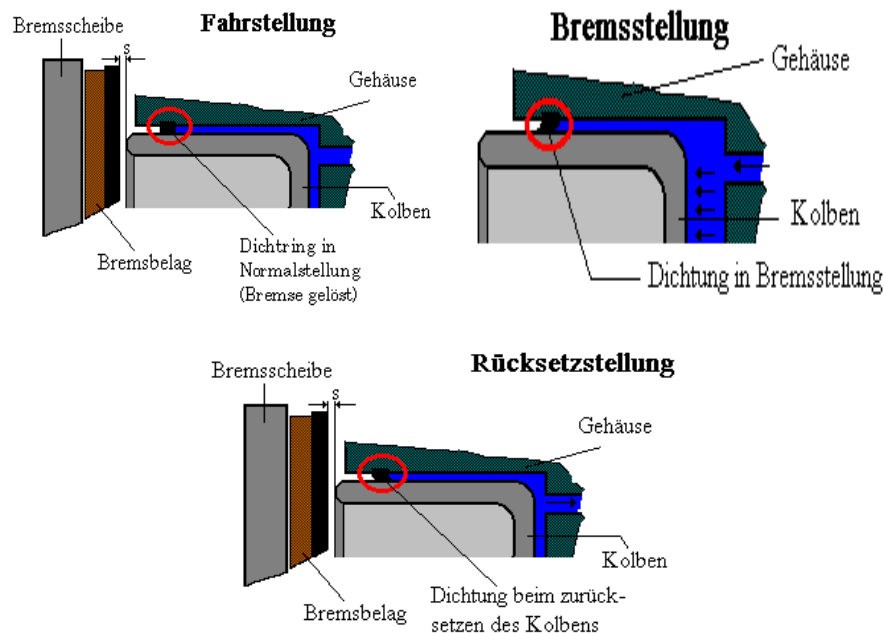
Aufgrund des "Pascal'schen Gesetzes" ist ein gleichzeitiges Bremsen an allen (gebremsten) Rädern gegeben.

Der hydraulische Druck wird im Hauptbremszylinder durch Betätigen des Bremspedals aufgebaut und wirkt (im geschlossenen System) auf die Radbremszylinder bzw. Bremssattelkolben. Der auf die Kolben des Bremszylinders bzw. des Bremssattels wirkende Druck erzeugt somit die Zuspannkraft, mit der die Bremsbacken bzw. die Bremsbeläge gleichzeitig an die umlaufende Bremsstrommel bzw. Bremsscheibe gepreßt werden.



Das Maß der Bremswirkung wird also durch die Belaganpressung bestimmt. Die Belaganpressung wiederum steigt mit der auf das Bremspedal wirkende Fußkraft und dem somit erzeugten hydraulischen Druck.

Bei der Scheibenbremse wird der verschiebbare Kolben gegenüber dem Bremssattelgehäuse (Flüssigkeitsteil) durch den sogenannten Dichtring abgedichtet. Dieser Gummidichtring, der den Bremssattelkolben mit Vorspannung umfaßt, dient gleichzeitig dazu, den Kolben nach Druckabbau wieder zurückzuziehen ("Rollback") und bei Belag- bzw. Scheibenverschleiß die selbsttätige Nachstellung des zu groß gewordenen Lüftspieles zu gewährleisten.



Um während ungebremster Fahrt eine Lüftspielvergrößerung durch Scheibenverwindung, bei unzulässig hohem Seitenschlag oder starker Vibration zu verhindern, ist eine geringe Verschiebung des Kolbens in Richtung Sattelgehäuse möglich. Aufgrund des "Rollback-Verhaltens" wird der Kolben jedoch immer wieder in seine Ausgangsstellung zurückgezogen. Bei größer werdendem Lüftspiel durch Verschleiß der Bremsbeläge bzw. der Bremsscheibe, muß der Kolben einen größeren Weg als im Neuzustand der Bremsbeläge bzw. der Bremsscheibe zurücklegen. Der Kolben rutscht durch den Dichtring, da dessen Rückspannkraft jetzt kleiner als die Reibkraft geworden ist. Die Nachstellung erfolgt somit stufenlos, dem jeweiligen Verschleiß angepaßt.

Um eine Verschmutzung der Kolben- und der Zylinderoberfläche durch äußere Einflüsse (Straßenstaub, Belag- und Scheibenabrieb, Spritzwasser usw.) zu verhindern, wird zusätzlich eine Schutzkappe (auch Staubschutzmanschette genannt) montiert. Es ist grundsätzlich darauf zu achten, daß diese Staubschutzmanschette in einem einwandfreiem Zustand ist und korrekt eingebaut wird.

### 1.3. Bremssatteltypen und ihre Wirkungsweise

Im PKW-Bau werden vorzugsweise 3 Bremssatteltypen für Scheibenbremsanlagen verwendet:

#### **Festsattel-Bremse**

#### **Schwimmrahmensattel-Bremse**

#### **Faustsattel-Bremse**

Diese 3 Sattelvarianten werden auch vereinzelt als sogenannte "Kombinierte" Bremssättel eingesetzt. "Kombiniert" heißt, daß die Bremssättel sowohl für die Betriebsbremse (hydraulisch betätigt) als auch für die Feststell- bzw. Hilfsbremse (mechanische Betätigung) verwendet werden. Dadurch werden zusätzliche große gewichtige Teile ( kleine Trommelbremsen, Topfhandbremsen) für die Feststellbremsanlage bei 4-Radscheibenbremsfahrzeugen eingespart.

Die mechanische Handbremsbetätigung wirkt auf die Bremssattelkolben, der die Bremsbeläge gegen die Brems Scheiben drückt.

**“Bei Bremsbelag- und Brems Scheibenwechsel an kombinierten Bremssätteln ist unbedingt die Montageanleitung in den Werkstatthandbüchern zu befolgen”. Anweisung für Kolbenrückstellung und Lüftspieleinstellung beachten!**

#### 1.3.1. Festsattelbremse

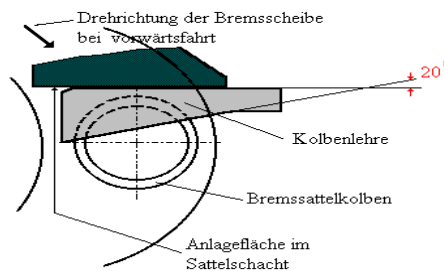
Der Festsattel besteht aus zwei Sattelhälften — Flansch- und Deckelteil —, die jeweils 1 bzw. 2 Bremskolben (bei der 4-Kolben-Scheibenbremse) beinhalten. Beide Teile sind fest verschraubt (Dehnschrauben) und durch die sogenannte Kanalbohrung hydraulisch miteinander verbunden, sie bilden zusammen den "Festsattel". Dieser ist im Fahrzeug an der Radaufhängung (Achsschenkel, Achsflansch) oder bei der Inbord-Bremse am Getriebe verschraubt.

Die zwei bzw. vier Bremskolben erzeugen beim Betätigen der Bremse (Aufbau des hydraulischen Druckes) gleichzeitig auf jede Seite das Anliegen der Bremsbeläge an der umlaufenden Brems Scheibe — Bremsstellung. Die Bremsbeläge werden im Sattelschacht geführt und abgestützt.

Der Sattelschacht muß sauber und unbeschädigt sein, um ein Klemmen bzw. Festrostern der Bremsbeläge zu vermeiden. Ein Verschieben des Bremsbelages gegen die Bremsscheibe wäre in diesen Fällen nicht möglich (keine Bremswirkung!).

Nach dem Druckabbau (Beendigung der Bremsung) werden die Bremskolben aufgrund des "Rollbacks" zurückgezogen und die Bremsbeläge durch die Spreizfeder zur Anlage an den Kolben gezwungen. Die Bremsscheibe kann nun aufgrund des Lüftspieles frei durchlaufen.

Um den Belagschrägverschleiß im scheideneinlaufseitigen Teil zu kompensieren, haben einige Festsattelkolben einen "Kolbenabsatz" auch "Kolbenversatz" genannt. Dieser Kolbenversatz muß stets seine vorgeschriebene Position zur Scheibeneinlaufseite haben (Werkstatthandbuch-Anweisung beachten).



Sollte dies nicht der Fall sein, so wäre dessen Aufgabe aufgehoben und es kann zusätzlich zu unangenehmen Bremsgeräuschen führen. Bei verdrehtem Kolben ist dieser mit Hilfe einer Kolbenverdrehzange und mit vorgeschriebener Kolbenlehre in die angegebene Position zu drehen (s. Abbildung).

Bei einigen Satteltypen wird dieser Kolbenversatz mit einem zusätzlichen Blech, welches zwischen Bremskolben und Bremsbelag eingesetzt wird, hergestellt. Dabei ist beim Einbau unbedingt die Pfeilrichtung auf dem Blech zu beachten. Die Pfeilrichtung zeigt immer in Drehrichtung der Bremsscheibe bei Vorwärtsfahrt (Einbauhinweise und Werkstatt-Handbuch beachten).

Beim Bremsbelagwechsel müssen nach Abbau der Räder die Belaghaltestifte und die Spreizfeder entfernt werden. Die Bremsbeläge können dann herausgezogen werden. Die durch den entstandenen Belagverschleiß vorgeschobenen Bremskolben müssen mit Hilfe einer Kolbenrücksetzvorrichtung zurückgedrückt werden.

**Achtung!** Mit dem zurückdrücken der Bremskolben steigt automatisch der Bremsflüssigkeitsspiegel im Vorratsbehälter des Hauptbremszylinders. Es ist Vorsorge zu treffen, daß keine Bremsflüssigkeit austreten kann um evtl. Beschädigungen von lackierten Teilen zu verhindern.

Nach Einbau der neuen Bremsbeläge, Spreizfeder, Belaghaltestifte und der Räder ist das Bremspedal mehrmals zu betätigen, um das Lüftspiel an den Bremssätteln zu optimieren. Danach bei Probefahrt die Bremsbeläge einbremsen.

Der Bremsscheibenwechsel wird weiter unten in dieser Informationsschrift beschrieben.

### **1.3.2. Schwimmrahmensattel-Bremse**

Folgende Vorteile gegenüber der Festsattelbremse:

1. Verkleinerung des radseitigen Einbauraumbedarf
2. dadurch wird ein negativer Lenkrollradius ermöglicht
3. es sind keine hochbelastende Schraubenverbindungen (Dehnschrauben) erforderlich
4. Gewichts- und Preisvorteil (nur 1 Bremskolben)
5. Geringere Erwärmung der Bremsflüssigkeit durch nur eine Kontaktfläche von Kolben und Bremsbelag

Die Schwimmrahmenbremse besteht aus folgenden Bauteilen:

1. Zylindergehäuse — inklusive Kolben und Dichtring —
2. Führungsfeder
3. Rahmen
4. Halter
5. Bremsbeläge
6. Haltestift
7. Spreizfeder

Der Halter ist ebenso wie der Festsattel mit der Radaufhängung fest verschraubt. Er nimmt die Bremsbeläge auf und führt in 2 Nuten den Rahmen (Linienauflage, um Verschiebekräfte gering zu halten). Die aus dem Bremsmoment resultierenden Umfangskräfte werden vom feststehenden Halter aufgenommen. Der Schwimmrahmen überträgt somit nur die Zuspännkräfte.

Im Gegensatz zum Festsattel hat der Schwimmrahmensattel nur einen hydraulischen Zylinder. Der Kolben wirkt unmittelbar auf die — der Fahrzeugmitte zugewand-ten — inneren Bremsbeläge. Sobald der Kolben durch den im Hauptbremszylinder aufgebauten hydraulischen Druck den Bremsbelag gegen die Bremsscheibe drückt und das Lüftspiel überwunden hat, beginnt sich das Zylindergehäuse entgegengesetzt zum Kolben gegen den Rahmen zu verschieben. Der Rahmen zieht nun den im Halter gelagerten äußeren Belag bei gleichzeitiger Überwindung des Lüftspiels gegen die umlaufende Bremsscheibe, in diesem Zustand sind alle Bremsbeläge in Bremsstellung.

Die Lüftspieleinstellung nach Beendigung des Bremsvorganges und die Nachstellung bei Belag- und Scheibenverschleiß erfolgt in gleicher Weise wie beim Festsattel. Die Führungsfeder sorgt für ein federndes Aneinanderliegen von Rahmen und Halter und verhindert damit Geräusche.

Der Bremsbelagwechsel kann wie beim Festsattel in eingebautem Zustand der Schwimmrahmenbremse vorgenommen werden. Nach vorsichtigem Herausschlagen des unteren Belagstiftes kann die Spreizfeder entnommen werden. Jetzt muß zuerst der kolbenseitige Belag herausgezogen werden. Um den rahmenseitigen Kolben entnehmen zu können, muß der Rahmen mit Zylindergehäuse nach außen verschoben werden. Dadurch wird der Zapfen des Rahmens aus der Belagträgerplatte geschoben und der Bremsbelag kann aus dem Halterschacht herausgezogen werden. Schutzkappe (Staubschutzmanschette) und Kolbenstellung sind, wie schon beim Festsattel beschrieben, zu kontrollieren.

**Im Reparaturfall sind unbedingt die Anweisungen im Werkstatthandbuch zu befolgen!**

Vor Einbau der neuen Beläge muß der Sattelkolben vorsichtig zurückgedrückt werden (Bremsflüssigkeitsstand im Ausgleichsbehälter kontrollieren, ggf. Flüssigkeit entnehmen, um ein Überlaufen zu verhindern).

Nach Einbau der neuen Bremsbeläge ist das Bremspedal mehrmals zu betätigen, um das Lüftspiel an den Bremssätteln zu optimieren. Danach bei Probefahrt die Bremsbeläge einbremsen.

### 1.3.3. Faustsattel-Bremse

Die Faustsattelbremse besteht im Gegensatz zur Schwimmrahmenbremse aus nur zwei Hauptteilen.

1. Halter
2. Zylindergehäuse und Rahmen aus einem Gußteil, die sogenannte "Faust"

Sie hat eine geringe Anzahl von Bauteilen und somit ein niedrigeres Gewicht. Durch den Faustsattel sind bei kleinstem Einbauraum Achskonstruktionen mit negativem Lenkrollradius möglich, ohne stark ausgebauchte Felgen verwenden zu müssen. Das Führungssystem ist unempfindlicher gegen Schmutz und Korrosion als das bei der Schwimmrahmenbremse der Fall ist.

Die Funktion und somit der Druckaufbau, Überwindung des Lüftspieles sowie das Anpressen der Beläge an die umlaufende Bremsscheibe, sind ähnlich wie bei der Schwimmrahmenbremse. Beim Bremsen wird die Abstützung des Belages vom Halter bzw. vom Gehäuse (Faust) übernommen. Die Lüftspieleinstellung und das Nachstellen bei Verschleiß der Bremsbeläge oder der Bremsscheibe erfolgt wie bei der Faustsattel- und Schwimmrahmenbremse.

Es gibt heute mehrere Faustsattelvarianten von verschiedenen Herstellern mit unterschiedlichen Führungssystemen, Belagabstützungen und Belagentnahmemöglichkeiten. Aus den Werkstatthandbüchern sind die Anweisungen über Belagwechsel und Wartungsarbeiten zu entnehmen. Aufgrund der Vielzahl von Faustsattelvarianten soll hier nicht näher darauf eingegangen werden.

#### 1.4.           **Kontrolleinrichtungen für Bremsbelagverschleiß**

Die modernen Fahrzeugmodelle werden immer häufiger mit Verschleißanzeigen für Bremsbeläge ausgerüstet. Auf unterschiedliche Wirkungsweise (optisch oder akustisch) wird dem Fahrer angezeigt, wenn die Verschleißgrenze des Belages erreicht ist.

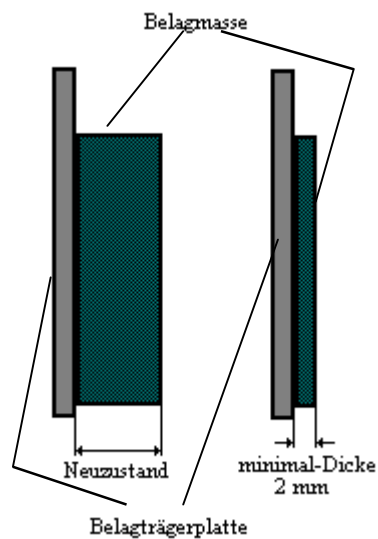
**Bei Auslösen des Warnsignals sind sofort der Bremsflüssigkeitsstand im Ausgleichsbehälter des Hauptbremszylinders und die Bremsbelagreststärke zu überprüfen. Die Bremsbelagrestdicke darf 2 mm Belagdicke nicht unterschreiten!**

Einige Warnanzeigen basieren auf dem Prinzip des absinkenden Bremsflüssigkeitsspiegel im Ausgleichsbehälter des Hauptbremszylinders. Aufgrund der nachlaufenden Flüssigkeit — vorgeschobener Bremssattelkolben um die Belag- bzw. Scheibenverschleißdicke — sinkt der Bremsflüssigkeitsspiegel im Ausgleichsbehälter ab, der Schwimmer, der im Gehäusedeckel intrigiert ist, löst bei Überschreiten der mindest Füllmenge einen Kontakt aus. Gleichzeitig zeigt dieses System evtl. Leckagen in der hydraulischen Bremsanlage an.

Immer häufiger werden heute aber Verschleißanzeigen verwendet, welche direkt am Bremsbelag montiert werden. Bei Erreichen der maximal zulässigen Belagrestdicke (Belagmasse) von 2 mm, werden durch verschiedene Möglichkeiten die Warnsignale ausgelöst. Z.B. mittels Durchschleifen des Warndrahtes (der Warndraht ist in diesem Fall in die Belagmasse eingeklebt), oder durch Anlegen des Warnkontaktes an der Bremsscheibe (dabei ist der Warnkontakt in der Belagträgerplatte geführt).

## 1.5. Bremsbelagwechsel

Die Bremsbeläge müssen spätestens dann erneuert werden, wenn die Mindestdicke von 2 mm erreicht ist.



**Die Bremsbeläge dürfen nur achsweise erneuert werden!**

d.h. die Bremsbeläge des linken und des rechten Bremssattels müssen gleichzeitig erneuert werden. Es besteht sonst die Gefahr des ungleichen Bremsverhaltens (z.B. Schiefziehen) des Fahrzeuges.

Es dürfen nur vom Fahrzeughersteller freigegebene, oder durch das KBA gemäß § 22 StVZO, oder gemäß ECE - R90 genehmigte Bremsbeläge verwendet werden. Damit ist sichergestellt, daß die zum Einsatz kommenden Beläge die gesetzlichen Mindestanforderungen erfüllen.

Die erforderlichen Belagwechsel werden wie bei den verschiedenen Bremssatteltypen z.T. beschrieben, unterschiedlich durchgeführt. Bei Faustsattelbremsen sind aufgrund der Vielzahl von Sattelvarianten die Anweisungen aus den Werkstatthandbüchern zu befolgen. Darin sind die Reihenfolge der auszubauenden Teile, Anzugsmomente von Schrauben und der zusätzlich zu den Belägen auszuwechselnden Zubehörteile angegeben.

## 1.6. Bremsscheiben

Beim Bremsbelagwechsel sind neben dem Bremsattelzustand auch die Bremsscheiben **beidseitig** auf ihren Zustand hin zu überprüfen und gegebenenfalls auszutauschen. Es ist grundsätzlich darauf zu achten, daß die Bremsscheiben beim Wechsel **achsweise** ausgetauscht werden!

Unter gewissen Umständen kann die Bremsscheibenoberfläche nachgeschliffen werden (einwandfreie Schleifvorrichtung erforderlich). Es ist jedoch darauf zu achten, daß die Scheiben-Mindeststärke nach dem Überschleifen nicht unterschritten wird.

### Scheibenoriginaldicke

mm

5,0  
9,0  
9,5  
10,0  
10,5  
11,0  
12,0  
12,7  
13,0  
16,0  
19,0  
20,0  
22,0  
24,0  
26,0  
28,0  
32,0

### Scheibenmindestdicke

(Nachgearbeitet)

mm

4,5  
8,0  
8,5  
9,0  
9,5  
10,0  
11,0  
11,7  
12,0  
15,0  
18,0  
19,0  
21,0  
23,0  
25,0  
27,0  
31,0

Bei der Erneuerung der Bremsscheiben wird ebenfalls empfohlen nur typgeprüfte Bremsscheiben zu verwenden. Diese unterliegen einer zusätzlichen Qualitätskontrolle, die Maßhaltigkeit und korrekte Reibring-Oberflächenbeschaffenheit gewährleisten. Andernfalls sind Probleme hinsichtlich des Bremsgeräuschverhaltens bzw. Fahrzeugunruhe beim Bremsen zu erwarten.

Beim Einbau der neuen Bremsscheiben ist mit Hilfe einer Meßuhr und eines Meßuhrhalters der max. Scheibenschlag am größten Durchmesser der Reibringfläche zu messen. Der Scheibenschlag wird in eingebautem Zustand der Bremsscheibe vermessen (Rad nicht montiert) und darf nicht mehr als 0,15 mm

betragen. Die Bremsscheiben müssen zur Messung festgeschraubt werden (evtl. mit Radmuttern).

Das Ergebnis der Scheibenschlagmessung kann durch zu großes Radlagerspiel bzw. durch Nabenschlag beeinflusst werden. Das Radlagerspiel muß nach Angaben des Fahrzeugherstellers eingestellt werden. Bei zu großem Nabenschlag ist diese auszutauschen.

### **1.6.1 Besondere Maßnahmen gegen Rubbeln der Bremsscheiben**

Trotz Einhaltung der aufgeführten Vorschriften für den korrekten Einbau der Bremsscheiben, die in der Regel eine einwandfreie Funktion gewährleisten, gibt es bei bestimmten Autotypen Besonderheiten, die zusätzlich zu beachten sind, um den gewünschten Effekt zu erzielen.

#### **Allgemein:**

- Bei Bremsscheiben mit integrierter Nabe sind die Radialdichtringe und Radlager auf einen einwandfreien Zustand zu prüfen und gegebenenfalls auszutauschen.

#### **Ford Sierra und Scorpio:**

- Sierra vor Modelljahr 1987 Radbolzen 36,5mm gegen neue in 40 mm Länge austauschen
- Falls die Radnabe Axialspiel hat, ist die Achsmutter zu erneuern
- Vorspur prüfen
- Alle 4 Querlenkerbuchsen austauschen (Teile - Nr. 88 GB 5493 AA / "gezackte Ausführung" verwenden)
- Bei Fahrzeugen die vor 3/89 zugelassen wurden, unabhängig vom Zustand, grundsätzlich auf neue Querlenkerbuchsen umstellen.
- Ab März 1990 wurde der Schiebeseitz der Lagerinnenringe auf der Nabe durch einen Preßsitz ersetzt. Das hat zur Folge, daß die Schwenklager nur noch als komplette Einheit, inklusiv Radlager und Nabe, geliefert werden. Nur noch diese Ausführung verwenden.

**BMW E 28 und E 30:**

- Stoßdämpfer prüfen
- Prüfen ob der Radlagerflansch abgeschliffen ist.
- Das Gummilager im Querlenker austauschen (Teile - Nr. 31 12 90 58 319, mit grünem Punkt verwenden).
- In Extremfällen muß der ganze Querlenker erneuert werden.

**Opel:**

- Überprüfung der Schiebehülsen des Bremssattels
- Beim Omega bis Modelljahr 1992 ist der Austausch der Lenkerbuchsen Teile - Nr. 35 23 55 gegen 90 37 38 54 durchzuführen. Alte Buchsen sind zu weich.
- Bei Kadett und Astra Modellen, den Rostkreis auf der Nabe unbedingt entfernen.

**1.7. Bremsflüssigkeitswechsel**

Bremsflüssigkeiten müssen bestimmte Anforderungen erfüllen, z.B. SAE-Spezifikation J 1703d – bzw. das amerikanische Sicherheitsgesetz FMVSS DOT 3 und DOT 4. Bremsflüssigkeiten haben einen Siedepunkt von ca. 270 - 290° C. Aufgrund dieser Eigenschaft, neutralem Verhalten gegenüber metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen, welche in Bremsanlagen verwendet werden, sowie geringe Änderung ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften bei Temperaturschwankungen werden für das hydraulische Bremssystem spezielle Flüssigkeiten verwendet.

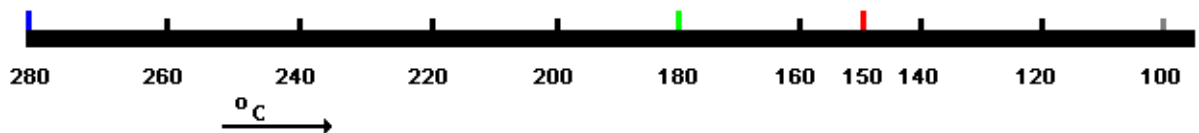
Da Bremsflüssigkeiten hygroskopisch sind, d.h. sie nehmen Feuchtigkeit aus der Luft auf, sinkt über der Verwendungsdauer der Flüssigkeits-Siedepunkt. Das kann zu frühzeitiger Dampfblasenbildung führen. Die Aufheizung der Bremsflüssigkeit entsteht während der Bremsung durch die Erwärmung der Bremsscheibe, der Bremsbeläge und somit des Bremssattelkolbens, der unmittelbar mit der Bremsflüssigkeit in Berührung steht. Länger anhaltende Bremsungen, z. B. bei Paßfahrten oder bei einer Vielzahl von Folgebremssungen, erzeugen Bremsscheibentemperaturen von 750° C und höher. Es ist dann eine Frage der Zeit, bis die Bremsflüssigkeit ihre Siedepunkt-Temperatur erreicht hat und es zu Dampfblasenbildung im Bremssattel bzw. an den Radzylindern kommt.

Was ist nun Dampfblasenbildung und was passiert dabei. Flüssigkeiten sind inkompressibel, d.h. sie lassen sich nicht auf ein kleineres Volumen zusammendrücken. Gase dagegen lassen sich komprimieren (s. Otto- oder Dieselmotor, hier wird das angesaugte Gas-Luft-Gemisch bzw. die angesaugte Luft komprimiert). Sobald sich Dampfblasen infolge hoher Temperaturen in der Bremsflüssigkeit bilden, werden diese zusammengedrückt (komprimiert). Dies führt zu einer erheblichen Pedalwegverlängerung, ohne daß die Bremswirkung zunimmt – das Pedal fällt durch! Je niedriger der Siedepunkt der Bremsflüssigkeit liegt, um so größer ist also die Gefahr eines Bremsenausfalls.

**Der Siedepunkt fällt bei nur 5 Gewichtsprozent Anteile Wasser in der Bremsflüssigkeit von ca. 270° C auf ca. 150° C.**

Es ist daher zu empfehlen, die Bremsflüssigkeit jährlich, wenn die jährliche Laufleistung des Kfz unter 20 000 km beträgt, spätestens nach 2 Jahren zu erneuern.

## 1.8. Bremsflüssigkeits-Test



Die Gefahr der Dampfblasenbildung ist relativ gering. Ein Bremsflüssigkeitswechsel ist z.Zt. nicht erforderlich.

Die Entnahme der Prüfflüssigkeit erfolgt aus dem Vorratsbehälter des Hauptbremszyl.

Wie vor jedoch Entnahme aus Radzylinder

### **Achtung!**

Es besteht erhöhte Gefahr der Dampfblasenbildung!  
Ein Bremsflüssigkeitswechsel ist dringend erforderlich!

Lackflächen die mit Bremsflüssigkeit in Berührung gekommen sind, müssen schnellstens mit Wasser gereinigt werden, da sonst Lackschäden entstehen.

Die Hinweise der Berufsgenossenschaften auf gesundheitliche Gefahren beim Umgang mit Bremsflüssigkeiten sind unbedingt zu beachten!

## 1.9. Fehlersuchplan – Hydraulische Bremsanlage.

Fehlergruppe	Fehlermerkmale	Kennzahlen der Fehlerursachen bzw. Abhilfemaßnahmen
I	Geringe Bremswirkung	1, 2, 3, 4, 6, 7, 19, 21
II	Bremsen ziehen einseitig	1, 3, 5, 6, 7, 19, 21
III	Quitschen und rattern der Bremse	1, 2, 3, 5, 13, 15, 21
IV	Rascher übermäßiger Belagverschleiß	1, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 19, 21, 22
V	Ungleicher Belagverschleiß	4, 5, 10, 11, 21
VI	Schleifgeräusche der Bremse	7, 9, 10, 11, 12, 13, 19, 21, 22
VII	Bremsung setzt verzögert ein	7, 19, 20, 23
VIII	Nachlassen der Bremswirkung	4, 6, 8, 11
IX	Großer Bremspedalweg	8, 13, 15, 16, 18, 23
X	Große Pedalkraft erforderlich, "hartes Bremspedal"	1, 2, 3, 7, 19, 20, 21
XI	Bremspedal wirkt weich und schwammig	8, 13, 16
XII	Bremspedal fällt nach längerer Bremsung durch	8
XIII	Bremsen gehen selbsttätig fest beim Fahren	17, 22
XIV	Bremspedal pulsiert beim Bremsen	13, 14, 15
XV	Bei stillstehendem Motor betätigtes Bremspedal bleibt nach dem Starten stehen und gibt nicht geringfügig nach	20

Kennzahl	Fehlerursache	Prüfhinweise u. Abhilfemaßnahmen
1 immer	Abgenutzte bzw. falsche Bremsbeläge	Bremsbeläge erneuern bzw. durch vorgeschriebene Bremsbeläge ersetzen. Erneuern der Bremsbeläge achsweise durchführen
2	Neue nicht eingebremste Bremsbeläge	Beläge auf Probefahrt einbremsen; mit leicht angelegter Bremse fahren
3	Verölter Bremsbelag	Ölaustritt abdichten, Bremsen mit Spiritus ölfrei machen, neue Bremsbeläge einbauen
4	Nicht genau passende, falsche bzw. verglaste Bremsbeläge	Vorgeschriebene, genau passende Bremsbeläge einbauen
5 Zwischenblech	Falsche Stellung des Scheibenbremszylinderkolbens bzw. Zwischenblech fehlt oder ist falsch eingebaut	20°-Stellung des Scheibenbremszylinderkolbens überprüfen, ggf. richtig einstellen bzw. richtig einsetzen (Pfeilrichtung)
6	Bremstrommel läuft auf den Nietten des Bremsbelags, Bremsscheibe auf Trägerplatte des Bremsbelags	Bremstrommel bzw. Bremsscheibe, wenn riefig überdrehen oder erneuern, Bremsbeläge erneuern
7	Scheibenbremszylinderkolben bzw. Radzylinderkolben schwergängig	Bremszylinderkolben auf Korrosion oder Klemmen prüfen, evtl Bremssattel oder Radzylinder erneuern
8	Dampfblasenbildung durch falsche oder sehr alte wasserangereicherte Bremsflüssigkeit	Bremsflüssigkeit durch neue vorgeschriebene erneuern
9	Gebrochene oder lahme Rückholfeder	Rückholfeder erneuern
10	Automatische Nachstelleinrichtung schadhaft	Automatische Nachstelleinrichtung instandsetzen bzw. erneuern
11	Dichtring am Scheibenbremszylinderkolben defekt	Dichtring erneuern
12	Spreizfeder gebrochen	Spreizfeder erneuern
13	Zu großes Radlagerspiel, Lager ausgeschlagen	Radlagerspiel einstellen bzw. Radlager erneuern
14 erneuern	Unrunde Bremstrommeln	Bremstrommeln nach Vorschrift ausdrehen bzw. erneuern
15	Bremsscheibe schlägt bzw. ungleich dick geschliffen	Bremsscheiben erneuern
16	Luft im Bremssystem	Bremssystem entlüften
17	Ausgleichbohrung im Hauptbremszylinder verstopft oder kein Spiel an der Kolbenstange des Hauptbremsz	Ausgleichbohrung freimachen, Bremssystem spülen (4fache Füllmenge), neue Bremsflüssigkeit einfüllen
18	Vordruck- oder Bodenventil schadhaft	Vordruck prüfen; schadhafte Teile erneuern
19	Verstopfte Bremsleitung bzw. gequollene Bremsschläuche	Schadhafte Bremsleitungen bzw. Bremsschläuche erneuern
20	Bremskraftverstärker bringt keine oder nur geringe Verstärkung	zum Bremskraftverstärker prüfen. Fehler beheben bzw. Teile erneuern
21	Nasse, verschmutzte Bremsen, Gleitbahn bei Schwimmerahmenbremse krodriert	Durch leichtes Anlegen der Bremse beim Fahren trockenbremsen; Bremsen bzw. Gleitbahnen reinigen und mit geeignetem Schmiermittel schmieren
22	Handbremse stramm eingestellt	Handbremse laut Werksvorschrift einstellen
23	Bremsbacken der Trommelbremse nicht nachgestellt	Bremsbacken einstellen bzw. vorhandene automatische Nachstellvorrichtung prüfen und instandsetzen bzw. erneuern

## 2. Gefahrstoff-Verordnung

Bereits seit dem 01.01.1988 ist es in Deutschland gesetzlich vorgeschrieben, asbestfreie Bremsbeläge zu verwenden, wenn dies technisch möglich und verkehrsrechtlich zulässig ist und wenn diese Beläge angeboten werden.

Die Herstellung asbesthaltiger Bremsbeläge ist seit dem **01.01.1991** verboten.

Mit der letzten Änderung der Gefahrstoff-Verordnung (GefStoffV) ist nunmehr auch die ausnahmsweise Verwendung asbesthaltiger Bremsbeläge verboten.

Verstöße gegen diese Bestimmungen können rechtlich verfolgt werden !

Bei Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten an Bremsbelägen von Kraftfahrzeugen sowie bei der mechanischen Bearbeitung von Bremsbelägen kann Feinstaub mit gesundheitsschädlichen Bestandteilen entstehen, daher Bremsen nicht mit Druckluft reinigen.

Wenn bei Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten nicht sicher ausgeschlossen werden kann, daß asbesthaltige Bremsbeläge vorhanden sind, so ist gemäß den technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 519 zu verfahren.

Gebrauchte Bremsbeläge müssen in jedem Fall gemäß der gesetzlichen und örtlich behördlichen Vorschriften entsorgt werden. **Keine Hausmüllentsorgung.**

### **3. Anforderungen an den Reibbelag**

Hinsichtlich der Aufgabenstellung beim Reibvorgang in der Fahrzeugbremse werden an den Bremsbelag grundsätzlich 3 Aufgaben gestellt:

- **1. Sicherheit**
- **2. Komfort**
- **3. Wirtschaftlichkeit**

Obengenannte Unterteilung kann man auch unter den 3 Hauptforderungen der Fahrzeughersteller sehen,

- **1. Reibung möglichst konstant erzeugen**
- **2. Schmierung, um möglichst Schwingungen zu vermeiden**
- **3. Verschleißverhalten, d.h. Lebensdauer beider Reibpartner in wirtschaftlich vertretbaren Grenzen zu halten**

die wiederum in zahlreiche Einzelforderungen unterteilt sind.

### **3.1. Sicherheit**

- ⌚ Schnelle und gute Einlaufeigenschaften
- ⌚ Beibehaltung des Reibwertes
  - während des gesamten Bremsvorgangs
  - bei kalter Bremse
  - während der heißen Bremse
  - nach der heißen Bremse
  - bei Nässe, Kälte, Salz, Streugut, Schmutz
  - bei hohem Anpressdruck des Bremsbelages
  - beim Abbremsen aus hoher Geschwindigkeit
- ⌚ kein Wachsen oder Schrumpfen des Bremsbelages
- ⌚ Korrosionsbeständig
- ⌚ hohe Festigkeit, Biege- und Abscherfestigkeit
- ⌚ nicht entflamm- oder brennbar

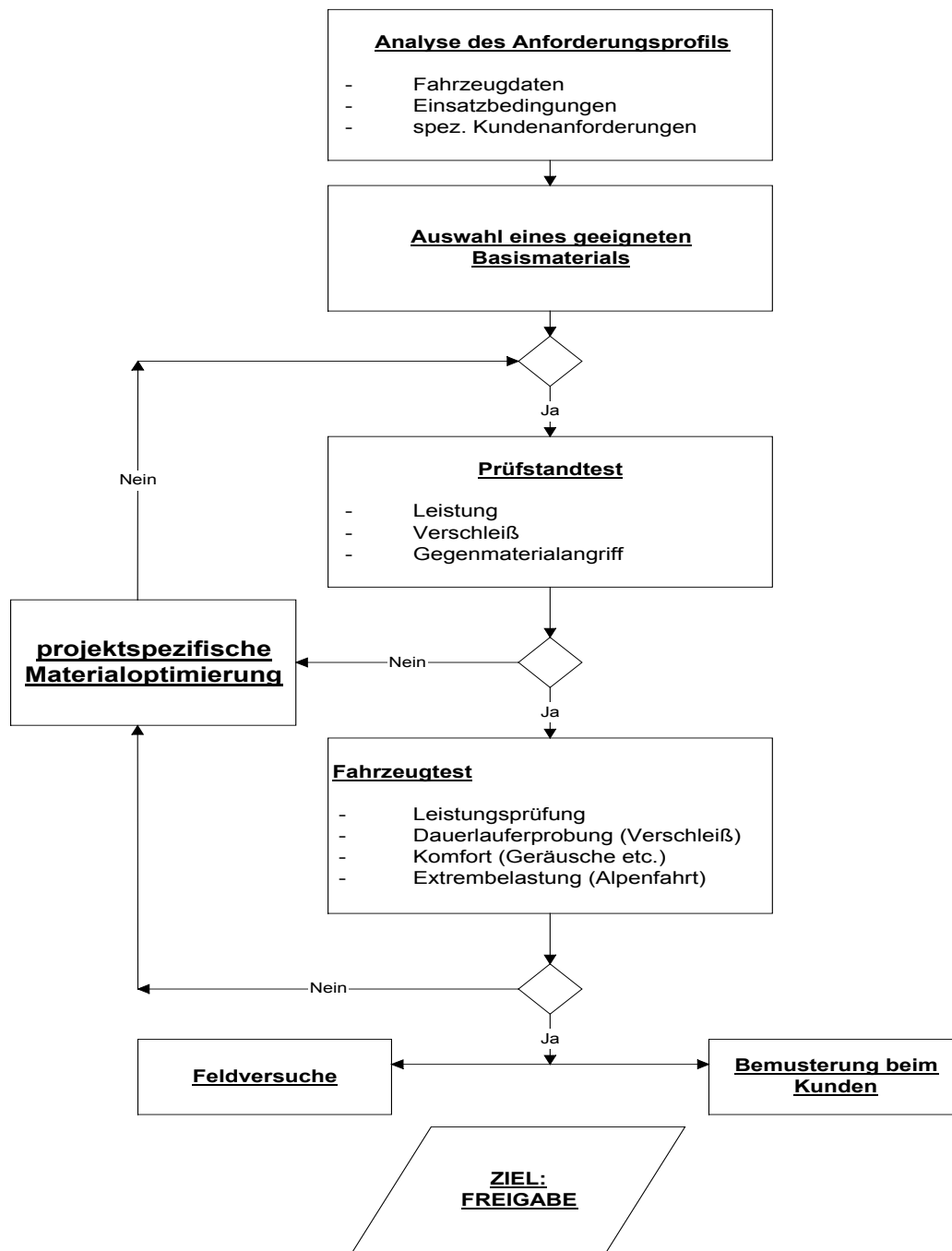
### **3.2. Komfort**

- ⌚ geringe Betätigungskraft der Bremse
- ⌚ Keine Geräusche
- ⌚ keine Umweltbelastung durch Abrieb
- ⌚ keine Geruchsbildung des Reibmaterials

### **3.3. Wirtschaftlichkeit**

- ⌚ geringer Verschleiß des Reibbelages
- ⌚ geringer Verschleiß der Bremsscheibe bzw. der Bremstrommel
- ⌚ geringes Gewicht

#### 4. Entwicklungsstart bis zur Freigabe eines Bremsbelages



## 5. Einflußfaktoren auf die Lebensdauer von Bremsbelägen

Die Lebensdauer von Bremsbelägen und somit das Verschleißverhalten ist **nur eine**, wenn auch wichtige **Komponente bei der Bewertung**. Jeder Bremsbelag beinhaltet von seinem Rezeptur- und Anforderungskonzept her einen Kompromiß zwischen folgenden **wesentlichen Bewertungskriterien**:

- **Reibwertstabilität** unter allen Betriebsbedingungen
- **Komfortverhalten** (Quietschen, Rubbeln, Ansprechverhalten etc.)
- **Verschleißverhalten**

Extreme einseitige Anforderungen haben somit in der Regel eine negative Beeinflussung der anderen Faktoren zur Folge.

Der Bremsvorgang selbst ist physikalisch ein **Prozeß der trockenen Reibung** und bedarf zur Aufrechterhaltung der Bremswirksamkeit den gezielten Belag- und Gegenmaterialverschleiß. Hierdurch wird eine laufende Regeneration der reibenden Kontaktflächen erreicht.

**Bremsbeläge sind somit typische Verschleißteile**, deren Verschleißrate jedoch von vielen Faktoren beeinflusst wird.

Diese sind wie folgt zu differenzieren und zu betrachten:

### 5.1. **Reibmaterialabhängige Eigenschaften**

Vorrangig ist der **Temperaturbereich** der Bremsscheibe bzw. der Bremstrommel sowie der Geschwindigkeitsbereich, und somit der Energieumsatz während der Bremsung maßgebend für die Verschleißrate. In höheren Temperaturbereichen kann der Verschleiß stark zunehmen.

**Fertigungsbedingte** bzw. chargenabhängige Unterschiede im Verschleißverhalten sind gegenüber den anderen Beeinflussungsfaktoren vernachlässigbar abgesichert.

## 5.2. Betriebsbedingungen

Unter der Voraussetzung, daß eine mechanisch einwandfreie Funktion der Bremse gewährleistet ist, sind das Fahrverhalten des Fahrers (Bremshäufigkeit, Geschwindigkeitsbereiche), die Verkehrsbedingungen, sowie die topographischen und klimatischen Einsatzbedingungen die größten Einflußfaktoren auf das Verschleißverhalten des Bremsbelages.

## 5.3. Zustand der Bremsanlage

Die Radbremsanlage unterliegt der Einwirkung von Schmutz, Nässe, chemischen Stoffen (z.B. Salz) sowie hohen Temperaturen und mechanischen Kräften. Da sie funktionell wichtige gleitende Teile beinhaltet, bedarf sie der temporären Wartung. Festsitzende oder schwergängige Teile können die Funktion der Bremse und den Belag- und Gegenmaterialverschleiß entscheidend negativ beeinflussen. Ebenso ist der Bremsscheiben- bzw. der Bremstrommelzustand (Oberfläche, Mindestdicke, geometrische Form) sowie die Verwendung von OE/OES- bzw. Nachbauteilen entscheidend mitverantwortlich für die Funktion und das Verschleißverhalten.

Aus diesem Grunde kann seitens der Belaghersteller **keine definitive Lebensdauergarantie** abgegeben werden.

## 6. Bremsweg bei unterschiedlichen Abbremsungen

Fahrzeugart		<i>PKW</i>	<i>LKW</i>
Motorleistung	PS	100	500
zul. Gesamt Gewicht	kg	1.500	38.000
Geschwindigkeit	km/h	80	80
kin. Energie E kin	J	370.370	9.382.700
Verzögerung	m/s <sup>2</sup>	5	5
Bremsweg	m	49	49
Bremsleistung	kW	83	2113
Bremsleistung	PS	113	2874

O. g. Vergleich läßt erkennen, daß bei gleicher Geschwindigkeit und Verzögerung bei einem PKW **die Bremsleistung in etwa so groß ist , wie die entsprechende Motorleistung**

Bei einem LKW dagegen wird **ca. 5 mal soviel Bremsleistung in Bezug auf die Motorleistung** zum Abbremsen des Fahrzeugs benötigt.

## 7. Trommelbremsbauarten

### 7.1. Die Simplexbremse

**Wirkungsweise:** Auflaufende und ablaufende Bremsbacke werden mit gleicher Zuspannkraft zugespannt. Die auflaufende Bremsbacke wird dabei im Trommeldrehsinn angepreßt, dabei wird ein automatisches "Hineinziehen" an die Trommelbremsfläche bewirkt. Die ablaufende Bremsbacke wird gegen den Trommeldrehsinn angepreßt, das ein "Abdrücken" von der Trommelbremsfläche bewirkt.

Das bedeutet, daß die auflaufende Bremsbacke den größeren Teil der Bremsarbeit übernimmt und damit auch der Bremsbelagverschleiß höher wird.

Eine mechanische Nachstellung ist an den Radzylindern, am Stützlager oder durch Extender möglich. Die Rückstellung nach Bremsbetätigung erfolgt im Gegensatz zur Scheibenbremse mit Rückzugsfedern. Deshalb wird konstruktiv bei hydraulischen Radbremsen ein Vordruck im Leitungssystem aufgebaut, um das Ansprechverhalten der Bremse zu optimieren, d.h. die Federkräfte sollen möglichst schnell überwunden werden.

Die Bremswirkung bei Vorwärts- und Rückwärtsfahrt ist theoretisch identisch, in der Praxis können Unterschiede aufgrund der mechanischen Oberflächenstruktur der beiden Reibpartner auftreten.

### 7.2. Die Duplexbremse

**Wirkungsweise:** Aufgrund von zwei Zuspannstellen werden beide Bremsbacken im Trommeldrehsinn bei Vorwärtsfahrt an die Bremstrommelfläche auflaufend angepreßt. Bei Rückwärtsfahrt sind aber beide Bremsbacken ablaufend --> geringere Bremswirkung. Daher ist die Bremswirkung entsprechend größer als bei der Simplexbremse.

Um bei Rückwärtsfahrt diesen Nachteil der verminderten Bremswirkung zu vermeiden, wird die Duo-Duplexbremse verwendet. Bei dieser Bremse können aufgrund der konstruktiven Maßnahmen beide Bremsbacken in beide Fahrtrichtungen auflaufend wirken.

### 7.3. Die Servobremse

**Wirkungsweise:** Die Primärbremsbacke wird zugespant und aufgrund der Abstützkraft dieses Bremsbackens, wird die Sekundärbremsbacke ebenfalls im Trommeldrehsinn über das Stützlager an die Bremstrommelfläche gedrückt. Da die Primärbremsbacke aber auflaufend wirkt, d.h. die Abstützkraft dieses Backens ist höher als die Zuspantkraft, wird die Sekundärbacke mit hoher Kraft am Stützlager zugespant und damit wirkt die Sekundärbacke "stark auflaufend".

Daher übernimmt die Sekundärbremsbacke den größeren Teil der gesamten Bremsenbelastung. Bei Rückwärtsfahrt wirkt diese Bremsenkonstruktion nur als Simplexbremse. Ist das Abstützlager schwimmend ausgeführt, sind die Bremswirkungen in beiden Fahrtrichtungen gleich. Man spricht von der Duo-Servobremse.

## **8. Montageanleitung\* für Trommelbremsbeläge**

### **Voraussetzung**

Wenn Bremsbeläge bis auf die vom Fahrzeug- bzw. Bremsenhersteller zulässigen Mindestmaße verschlissen sind, müssen diese erneuert werden.  
Aus Sicherheitsgründen sind alle Beläge einer Achse bzw. eines Fahrzeugs mit gleicher Bremsbelagsqualität auszurüsten.

### **Montagearbeiten**

- Trommeldemontage
- Trommelrißüberprüfung
- Trommel vermessen
- Trommel ausdrehen, egalisieren
- Trommel vermessen
- Belagdickenauswahl
- Spielfreiheit der Bremsenbauteile überprüfen
- Bremsbacken auf Risse und Verbiegung überprüfen
- Bremsbacken Sandstrahlen
- Geeignete Belagqualität (Vorderachse und Hinterachse)
- Geeignetes Nietmaterial (Werkstoff, durchschn. Länge)
- Geeignetes Nietwerkzeug
- Vorgeschriebener Nietdruck, von der Mitte nach außen nieten
- Bremsbeläge abdrehen
- Bremse reinigen (nicht ausblasen!)
- Bremsbackenmontage (leichtgängig), gleiche Federn
- Trommel und Rad über Kreuz mit vorgeschriebenem Drehmoment montieren
- Radlagerspiel kontrollieren
- Grundeinstellung (dabei Lüftspiel kontrollieren)

### **Funktionsprüfung**

Das Fahrzeug ist nach Beendigung der Arbeiten einer Bremsprobe zu unterziehen. Optimale Bremswirkung wird bei einem 100%igem Bremsbelagtragbild erreicht.

\* Diese Montageanleitung gilt in Verbindung mit den Vorschriften der Bremsen- und Fahrzeughersteller

## **9. Montageanleitung für das Aufnieten von Trommelbremsbelägen**

### ***Grundvoraussetzung:***

#### **NIETVORRICHTUNG**

Nietvorrichtung mit einstellbarer Kraftabgabe.

Das Nietwerkzeug muß die Bildung eines einwandfreien Schließkopfes ermöglichen.

Kraftabgabe muß auch bei mehrmaliger schneller Betätigung gleich bleiben.

Die vom Fahrzeughersteller festgelegte Nietkraft muß fest eingestellt werden.

#### **NIETE**

Nieten müssen in Ausführung, Länge und Material den Angaben des Fahrzeugherstellers entsprechen.

### ***Vorbereitung:***

#### **BREMSBACKEN**

Die Bremsbelagauflagefläche des Bremsbackens ist von Rostansätzen, loser Lackfarbe, Fetten und Verschmutzungen zu reinigen.

Der Grat an der Nietbohrung ist zu entfernen.

Nach dem Reinigen ist die Bremsbacke auf Beschädigung zu untersuchen, wie

- ° verzogene, bzw. nicht parallele Bremsbacken
- ° stark korrodierte Backenoberflächen oder zu dünnes Backenband
- ° ausgeschlagene oder verzogene Fixpunkte

***Nicht einwandfreie Bremsbacken sind zu ersetzen.***

***Soll ein Korrosionsschutz aufgebracht werden, so darf nur hitzebeständige Farbe verwendet werden.***

## BREMSBELAG

Es ist zu prüfen, ob der Bremsbelag ohne Zwischenraum auf dem Bremsbacken aufliegt oder durch Andrücken mit der Hand zum Aufliegen gebracht werden kann.

Die Nietlöcher des Bremsbelages müssen mit dem Backenbohrbild übereinstimmen.

***Ein sichtbarer Luftspalt bzw. größere Kraftanwendung ist nicht zulässig. Ebenso ist das Nacharbeiten der Nietbohrung nicht statthaft.***

In diesen Fällen ist zu prüfen, ob

- ° entweder der Bremsbacken verzogen ist oder
- ° der Bremsbelag nicht für die Bremse vorgesehen ist.

## NIETVORGANG

Nieten sind probeweise einzusetzen,

- ° die Länge des freien überstehenden Nietes soll als Richtwert etwa Nietdurchmesser x 0,7 mm betragen.
- ° Bei Halbhohlniete muß der angebohrte Bereich so tief ausgeführt sein, daß während des Nietvorgangs ein Aufsitzen des Nietwerkzeuges im massiven Teil des Nietes nicht vorkommen kann. Die Bohrung im Niet muß bis in den Bereich des Backenbandes gehen.

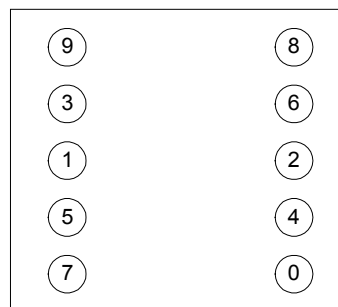
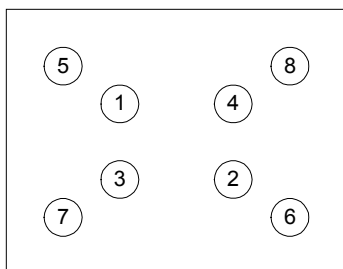
***Die Anlageflächen Bremsbelag/Backen müssen absolut fettfrei sein***

**Nietvorrichtung auf die vorgeschriebene Nietkraft einstellen.**

Bei zu großer Nietkraft kommt es zu Schädigungen bzw. Zerstörungen des Nietbodens; bei zu geringer Nietkraft zum Verschieben und Lösen der Bremsbeläge. Bremsgeräusche und Abreißen der Beläge kann die Folge sein.

***Falsche Nietkraft kann zum Ausfall der Bremse führen.***

Der Bremsbelag muß immer von der Belagmitte über Kreuz oder paarweise nach außen genietet werden.



### BEURTEILUNG

- ° abschließend die Nietverbindung überprüfen
- ° der Bremsbelag darf an keiner Stelle Risse zeigen
- ° die Auflage Bremsbacken/Bremsbelag muß spaltfrei sein (im Bördelbereich des Niets sind max. 2 Risse bis zur Bördelmitte pro Niet, bei höchstens 20% pro Niet zulässig)
- ° Stauchungen der Niete mit sich daraus ergebenden Belagabhebungen sind nicht zulässig
- ° Im Nietbodenbereich dürfen an den Bremsbelägen durch das Aufnieten keine Quetschungen, Deformierungen oder Risse entstehen

***Bei fehlerhafter Nietung dürfen die Bremsbacken wegen der Gefahr des Bremsausfalls nicht eingesetzt werden.***

***ACHTUNG: Aluminiumnieten nur bei Bremsbacken aus Aluminium einsetzen, da ansonsten verstärkte Korrosion auftritt.***

### KOMPLETTIEREN

Gleitflächen der Backenlagerung, falls vorhanden auch Rollen und Rollenbolzen, mit dem vom Fahrzeughersteller freigegebenen Fetten schmieren.

## 10. Übersicht Niete und Nietkräfte

Von PAGID empfohlene Niete und Nietkräfte

Hersteller	Bremse	Nietabmessung	Werkstoff	Nietkraft (daN)
<b>BPW</b>  <b>Warstein-Achsen</b>	Stahlbacke	Flachkopf Halbhohlniet	Eisen	
	Ø 420 mm	8 * 15		2.000 +- 200
	Ø 360 mm	8 * 15		2.000 +- 200
	Ø 300 mm	8 * 15		2.000 +- 200
<b>Mercedes-Benz</b> <b>MAN</b>	Ø 410 mm	Flachkopf mit Stufenbohrung	Eisen gelb chromatiert	
	Stahlbacke 5 mm	8 * 15		2.000 +- 200
	Stahlbacke 9 mm	8 * 18		2.000 +- 200
	Gußbacke freigeifr. Gußbacke roh	8 * 18 8 * 20		2.000 +- 200 2.000 +- 200
<b>IVECO</b>	Ø 381 mm Stopmaster I+II	Senkkopf Halbhohlniet L 9 6,35 * 14,30	Messing	1.700 +- 100
<b>Kässbohrer- Achsen</b> <b>Busse</b>	Stahlbacke 7 mm	Flachkopf Halbhohlniet	Eisen	
	Ø 400 mm	8 * 18		1.600 +- 100
	Ø 300 mm	8 * 18		1.600 +- 100
	Ø 410 mm	10 * 16		2.800 +- 200
<b>Sauer</b>	Stahlbacke Ø 420 mm Ø 300 mm	Flachkopf Halbhohlniet 8 * 15 8 * 15	Eisen	2.500 2.500
<b>Volvo</b>	Stahlbacke		Messing	
	Ø 394 mm Ø 413 mm	L 11 6,35 * 17,00 L 11 6,35 * 17,00		1.700 +- 100 1.700 +- 100
<b>Scania</b>	Ø 412 mm	6,3 * 18,0	Messing	1.700 +- 100
<b>ROR</b>		L 10 6,35 * 15,90	Messing	1.700 +- 100

## **11. Fehlersuchplan bei Trommelbremsbelägen (TBB)**

### **Bremskraftverteilung Vorderachse (VA) und Hinterachse (HA)**

- unzulässige Reibpaarung auf VA und HA
- falsche Beladung, z.B. HA überladen, Schwerpunkt der Ladung zu hoch
- falsche Handregler- bzw. ALB-Einstellung
- ggf. neubelegte Achse noch nicht genügend eingelaufen;  
Beläge und Trommel nicht gedreht
- falsche Zylinderbestückung, falsche Hebellängen

### **Kompatibilität Zugfahrzeug u. Anhänger**

- Reibwerte auf Anhänger bzw. Zugfahrzeug zu hoch bzw. zu tief
- Drücke in der Steuerleitung bzw. in der Bremsleitung falsch  
(ggf. vorgesehene druckmäßige Voreilung nicht gegeben)

### **Schiefziehen einer Achse**

- einseitige Belegung einer Achse
- unterschiedliche Trommelhersteller auf einer Achse
- defekte Lenkgeometrie
- einseitige falsche Rückholfedern
- verschlissene Bremse  
(z.B. ausgeschlagene Bremswelle, Backendrehpunkte, Nocken)
- automatische Nachstellung defekt, z.B. bei Keilbremse
- Bremsbacken stark korrodiert
- verölte Bremse bei hydraulischer Zuspansung
- Fremdkörper einseitig eingedrungen, z.B. bei Baustellenfahrzeugen

### **Starke Geräusche und Schwingungen**

- ungenügender Einlaufzustand (z.B. Dreharbeiten nicht sauber ausgeführt)
- Trommel stark riefig
- Beläge stark abgefahren
- ausgeschlagene Bremse und ggf. Lenkung
- unrunde Trommeln
- falsches Nietmaterial bzw. nicht fachgerechte Nietung
- Belagauflage auf Bremsbacke unsauber bzw. ungenügend

**Hoher Belagverschleiß**

- Anhänger läuft stark auf
- schlechte Bremstrommeln (riefig, nicht ausgedreht)
- Fremdkörper in der Trommel bei Geländebetrieb
- Ventileinstellung nicht i.O. (ALB, ggf. Lastleerventil)
- Risse in der Trommel
- unausgeglichener Fahrstil (zu oft in hohen Temperaturbereichen gebremst)
- Überladung des Fahrzeugs (falsche Schwerpunktlage)
- unzureichendes Trommelmaterial
- keine optimale Zugabstimmung

**Hoher Trommelverschleiß, Beschädigungen**

- Rißbildungen durch häufige Bremsungen im niedrigen Druckbereich bei kalter Bremse (ca. 1,0 bar)
- Verschleiß durch Fischbildung ebenfalls aus o.g. Gründen
- Brandflecken durch nicht rundlaufende Trommeln und thermischer Überlastung
- bei heißer Bremse Feststellbremse betätigt (Ovalität)
- Bremse stark ausgeschlagen (keine saubere Backenführung mehr gegeben)
- Trommeln nicht einwandfrei bearbeitet
- Beläge sind nicht überdreht worden
- eingedrungene Fremdkörper (begünstigt durch nicht regelmäßige Nachstellung der Bremse)
- Trommelmaterial zu weich
- balliger und ungleichmäßiger Verschleiß
  - durch zu hohes Radlagerspiel
  - durch ausgeschlagene Bolzenführung
  - durch zu enges Lüftspiel (insbesondere bei Ovalität)
- blanke Stellen mit Rißbildung durch extrem hohe Temperaturen
- Bremsflächen-Querbruch ohne Rißbildung
  - durch Lunker im Trommelguß
  - durch Einleitung von Kräften aufgrund von gelockerten und nicht formstabiler Sternräder
- Überlastungsschutz für Betriebsbremse und Feststellbremse defekt

**Mangelnde Bremswirkung**

- falsch eingestellte Reglerventile, defekte Steuer oder Bremsventile
- zulässiges Ausdrehmaß der Trommeln überschritten
- falsche Bremszylinder- oder Hebelbestückung
- Kraftwirkungseinrichtung Bremszylinder/Hebel nicht optimal (Lüftspiel zu groß)
- verölte Bremsbeläge durch undichte Manschetten bei Hydraulikanlagen
- nicht überdrehte Bremsbeläge und schlechtes Einfahren der Beläge
- aufgehende Trommeln durch zu viele Risse
- falsche Reibpaarung (unzureichendes Trommelmaterial)
- verglaste Bremsbeläge aufgrund ständiger Bremsungen im untersten Druckbereich
- Unterhohlung der Bremsbacken aufgrund von starker Korrosion
- Überladung des Fahrzeugs
- thermische Überlastung insbesondere bei langer Gefällefahrt
- um 180° verdreht eingebaute Anhängerachse
- bremsenseitiger Montagefehler
- Luft in der Bremshydraulik

## 12. Rohstoffzusammensetzung von Bremsbelägen

In einem Bremsbelag sind viele verschiedene Rohstoffe verarbeitet. Man unterscheidet nach folgenden Gruppen:

- Reibwertstützer
- Schmierstoffe
- Füllstoffe und Fasern
- Bindemittel

	<u>Scheibenbremsbelag</u>	<u>Trommelbremsbelag</u>
<b><i>Asbesthaltig</i></b>		
- Faser	10 - 30 %	10 - 65 %
- Metalle	10 - 40 %	0 - 25 %
- Oxide, Sulfate	0 - 15 %	0 - 8 %
- Schmierstoffe	0 - 10 %	0 - 8 %
- Füllstoffe	0 - 30 %	0 - 20 %
- Bindemittel (Phenolharze)	8 - 15 %	15 - 35 %
<b><i>Asbestfrei (Semimetallisch)</i></b>		
- Metalle	40 - 60 %	45 - 60 %
- Oxide, Sulfate	0 - 15 %	0 - 20 %
- Schmierstoffe	5 - 25 %	5 - 15 %
- Füllstoffe	0 - 15 %	0 - 20 %
- Bindemittel (Duroplaste, Elastomere)	5 - 14 %	7 - 15 %
<b><i>Asbestfrei (Faserersatz)</i></b>		
- Metalle	20 - 35 %	15 - 30 %
- Oxide, Sulfate	0 - 15 %	5 - 15 %
- Schmierstoffe	5 - 20 %	0 - 10 %
- Füllstoffe	0 - 15 %	0 - 25 %
- Bindemittel (modifizierte Duroplaste, Elastomere)	5 - 15 %	10 - 25 %