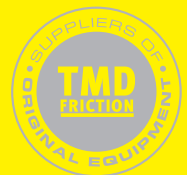


TEXTAR®

Schadensbeurteilung bei Scheibenbremsbelägen und Bremsscheiben

Technische Informationen





Schadensbeurteilung bei Scheibenbremsbelägen und Bremsscheiben

Voraussetzung für eine optimal funktionierende Bremse



Bremsbeläge

- Bremsbelag-Auswahl nach Empfehlung von Textar
- Austauschverfahren (achsweise) nach den branchenspezifischen Richtlinien der Montageanleitung
- Einfahrverhalten nach den Empfehlungen des Fahrzeugherstellers bzw. der Montageanleitung



Bremsscheibe

- Saubere Funktionsflächen
- Seitenschlag, Parallelität, Höhengschlag und Dickendifferenz entsprechend den Empfehlungen von Textar
- Austauschverfahren (achsweise) nach den Empfehlungen des Fahrzeugherstellers



Radbremse

- Bremsenzustand mit sauber gängigen Führungselementen
- Betätigungselemente (Kolben, Schutzkappen, Federn, etc.) in unbeschädigtem Funktionszustand



Räder

- Auswuchten nach Richtlinien des Fahrzeugherstellers
- Montage mit vom Fahrzeughersteller vorgegebenen Drehmomenten und unter Beachtung der Montageanleitung



Scheibenbremsbeläge

Einführung

Bei Personenkraftwagen werden als Radbremsen an der Vorderachse bis auf wenige Ausnahmen Scheibenbremsen verwendet. An der Hinterachse werden je nach Belastung Scheiben- oder Trommelbremsen eingesetzt. In den folgenden Ausführungen beschränken wir uns auf die Scheibenbremse.

Hohe mechanische und thermische Belastung der Bremsanlage

Die auf das Bremspedal ausgeübte Fußkraft wirkt systemunterstützt in den Radbremsen als Spannkraft, die die Bremsbeläge an die Bremsscheiben presst. Durch die hierbei entstehende Reibungskraft wird die Bewegungsenergie des Fahrzeugs zum größten Teil und innerhalb kurzer Zeit in Wärme umgewandelt. Die auf die Bremsscheibe und die Bremsbeläge einwirkenden mechanischen und thermischen Belastungen sind sehr hoch. Die während der Abbremsung auftretende Bremsleistung kann in Extremfällen das Mehrfache der maximalen Motorleistung betragen.

Wesentliche Anforderungen an die Bremsanlage

Die wesentlichen Anforderungen, die an eine Bremsanlage gestellt werden, können wie folgt zusammengefaßt werden:

- Erzielung möglichst kurzer Bremswege unter allen Betriebsbedingungen
- Guter Bremskomfort (kein Rubbeln, kein Quietschen, gutes Pedalgefühl)
- Angemessene Lebensdauer der Verschleißteile.

Für Bremsscheiben und Bremsbeläge als wesentliche Funktionspartner für den Bremsvorgang bedeutet dies:

- Reibwertstabilität über einen sehr großen Temperaturbereich
- Geringe Abhängigkeit des Reibwertes von Anpressdruck, Geschwindigkeit und Umwelteinflüssen
- Gute mechanische Festigkeit und Formbeständigkeit
- Verschleißzustand innerhalb der vorgeschriebenen Grenzwerte
- Bauteiltoleranzen innerhalb der vorgeschriebenen Grenzwerte
- Angemessenes Verschleißverhalten der Bremsbeläge und Bremsscheiben.

Bremsscheibe und Bremsbeläge sind Funktionspartner von hoher sicherheitsrelevanter Bedeutung. Die gestellten Anforderungen sind nur mit Komponenten zu erreichen, die für das jeweilige Fahrzeug entwickelt bzw. angepasst wurden. Durch einen einwandfreien Wartungszustand können Sicherheitsrisiken, sowie Komfort- und Lebensdauereinbußen vermieden werden.

Hohe mechanische und thermische Belastung der Bremsanlage

Wesentliche Anforderungen an die Bremsanlage



Scheibenbremsbeläge

Bremsgeräusche in Kraftfahrzeugen

Aufgrund eines gesteigerten Qualitätsbewusstseins der Autofahrer werden Bremsgeräusche immer weniger akzeptiert. Woher stammen diese teilweise unangenehmen Geräusche und wie kann man ihnen entgegen wirken? Beim Bremsen entstehen aufgrund der trockenen Reibung zwangsläufig Vibrationen (Schwingungen), die je nach Frequenz mit den unterschiedlichsten Ausdrücken beschrieben werden.

In dem niederfrequenten Bereich spricht man gerne von z. B. Knarzen, Brummen oder Rubbeln und in dem mittel- u. hochfrequenten Bereich z. B. von Quietschen oder Wirebrush.

Um diesen Erscheinungen entgegenzutreten, wird bei TMD, dem führenden Bremsbelaghersteller Europas, seit vielen Jahren eine intensive Grundlagenforschung betrieben. Die Ergebnisse tragen bereits in einer sehr frühen Phase der Neufahrzeugentwicklung auch zur Komfortoptimierung bei.

So werden bereits bei der Entwicklung neuer Bremsbelagmaterialien deren Eigenschwingungsverhalten und Dämpfungseigenschaften eingehend geprüft. Mit den erlangten Ergebnissen werden nun auf speziellen Geräuschprüfständen, teilweise mit kompletten Prototyp Achsteilen und Bremsen, das Geräuschverhalten neuer Fahrzeuge und deren Bauteile analysiert und beeinflusst. Während dieser frühen Entwicklungsphase können noch Veränderungen an Radbremse und Belagkontur vorgenommen werden.

Zu einem späteren Zeitpunkt kommen nun praxisnahe Fahrzeugtests hinzu, wobei die Intensität, Frequenz und Häufigkeit von eventuellen Geräuschen ermittelt werden. Dauerläufe in Spanien gehören genauso zum Testumfang wie die Beurteilung während diverser Stadtkurse und Hochgeschwindigkeits-Rubbel-Tests. Von besonderer Bedeutung ist hierbei festzustellen, welches Bauteil in welcher Frequenz schwingt, um dann gezielte Dämpfungsmaßnahmen einleiten zu können. Jetzt kann eine Feinabstimmung durch kleinere Konturveränderungen wie Nuten und/oder Abschrägungen durchgeführt werden. Auch die Kompressibilität der Bremsbeläge kann im Rahmen der Toleranzbänder noch verändern werden.



Scheibenbremsbeläge

Die von TMD patentierte keilförmige Zwischenschicht trägt je nach Anwendungsfall ebenfalls zur Optimierung bei. Im günstigsten Fall kann auf sogenannte Sekundärmaßnahmen wie z. B. Gummilack, Klebefolien, Dämpfungsbleche, Ausgleichgewichte etc. verzichtet werden. Diese Hilfsmittel können zwar ggf. zur Verbesserung beitragen, haben allerdings auch Einfluss auf das Pedalgefühl, das Verschleißvolumen und natürlich die Kosten.

So muss bei einem Bremsbelag immer der Kompromiss zwischen Sicherheit, Komfort und der Wirtschaftlichkeit gefunden werden.

Die richtige Zuordnung der unterschiedlichen Bremsbelagmaterialien ist hierbei genauso wichtig wie die Einschätzung des Gesamtzustandes der gesamten Radbremse und der übrigen Achs- und Radaufhängungsteile.

Auch muss man sich darüber im Klaren sein, dass jede Veränderung des Fahrzeuges wie z. B. Breitreifen, Spurveränderungen, Tieferlegungen etc. einen erheblichen Einfluss auch auf das Geräusch- und Komfortverhalten von Fahrzeugen hat.

Schadensbeurteilung bei Scheibenbremsbelägen

Ablösen der Belagmasse

- durch Korrosion _____ 8–9
- durch thermische Zerstörung _____ 10
- durch mechanische Einflüsse _____ 10
- durch fehlerhafte Produktion _____ 11

Ablösen der Belagmasse von der Belagträgerplatte _____ 12–13

Einsatzbedingte Schäden

- Oberflächenrisse _____ 14
- Kantenausbrüche _____ 15
- Schichtentrennung / Kantenlösen _____ 16
- Mangelhaftes Tragbild _____ 17–18

Produktionsfehler _____ 19–20

Montagefehler _____ 21–24

Schäden durch Umwelteinflüsse _____ 25

Spezielle Montagehinweise _____ 26–27



Inhaltsverzeichnis

Schadensbeurteilung bei Brems scheiben für Pkw-Bremsen

Bremsenrubbeln	28
Thermisches Rubbeln	28–29
Kaltrubbeln	30–32
Durch Standflecken verursachtes Rubbeln	33
Quietschgeräusche während des Bremsvorganges	33
Weitere mögliche Mängel	34
Brems scheiben zeigen Risse	34
Brems scheiben sind riefig	35
Nutzungsdauer der Brems scheibe ist zu gering	35
Zusammenfassung und Bildteil	36
Thermisches Rubbeln	37
Kaltrubbeln	37
Standflecken	38
Rissige Brems scheibe	38
Riefige Brems scheibe	39
Total verschlissene Bremsbeläge	39
Korrodierte Brems scheiben	40
Unterschiedlich dicker innerer und äußerer Reibring	40
Dickendifferenz des Reibrings	41
Starke Unterrostung an der Anlagefläche	41
Lunkerschaden	42
Risse im Bereich des Brems scheibentopfs	42
Kontakt und Service	43
Notizen	44–47

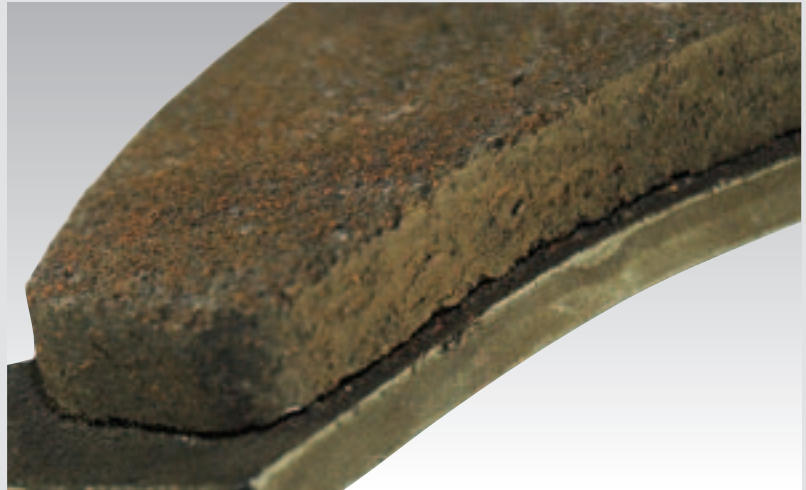
Scheibenbremsbeläge



Ablösen der Belagmasse durch Korrosion

Ursache:

- Kantenlösen durch Verwendung neuer Bremsbeläge auf stark eingelaufenen Bremsscheiben
 - Unzureichende Federkraft der Niederhaltefeder (Kantenläufer)
 - Andere mechanische Überbelastung
 - Ständig hohe thermische Belastung der Scheibenbremsbeläge
-
- Belagmasse wird porös (komplett oder punktuell)
 - Belagmasse wird durch Rost abgesprengt
 - Belagträgerplatte hat deutliche Rostspuren
 - Reste von Kleber
 - Zwischenschicht und Belagmasse auf Belagträgerplatte sichtbar



► Kantenlösen



► Starke Unterrostung

Scheibenbremsbeläge

Ablösen der Belagmasse durch Korrosion



► Keine Hinweise auf übermäßige Temperaturbelastung



► Ansicht: Querschnitt

Erläuterung:

Die optisch erkennbaren Rezepturbestandteile sind vorhanden.

Der elastomerhaltige Graphitbatch sowie Reibkohle und Aramidfaser sind noch bis unmittelbar unter der Reibschicht erhalten.



► Deutliche Spuren thermischer Belastung



► Ansicht: Querschnitt

Erläuterung:

Der elastomerhaltige Graphitbatch ist nicht mehr und die Reibkohle ist nur noch bis unmittelbar über der Zwischenschicht erhalten. Die Aramidfaser ist ab ca. 4 mm unter der Reibschicht erhalten. Unter der Zwischenschicht ist Korrosion zu erkennen.

Scheibenbremsbeläge



Ablösen der Belagmasse durch Thermische Zerstörung

Erläuterung:

Scheibenbremsbeläge haben länger als 15 – 20 min die höchstzulässige Temperatur überschritten. Dabei werden Inhaltsstoffe, die wesentlich zur Festigkeit beitragen, zerstört.



- Belagmaterial zerfällt, bricht teilweise aus und/oder Zwischenschicht und Kleber werden geschädigt. Belag löst sich vollständig ab; Lackierung blättert ab. Teilweise Verfärbung der Belagträgerplatte. Belagmasse ist ausgehärtet, hat einen harten Klang, rot-braune Verfärbung der Belagmasse, teilweise weiße Asche.

durch mechanische Einflüsse

Erläuterung:

Scheibenbremsbeläge wurden fallen gelassen oder verkanntet montiert oder Deformierung durch extremes „schlagen“ im Bremssattel.



- Das Belagmaterial löst sich von der Belagträgerplatte. Es kommt zu Schichtentrennungen. Scheibenbremsbeläge sind neuwertig, Trennung oberhalb von Kleber bzw. Zwischenschicht. Beschädigungen an der Belagträgerplatte erkennbar.

Beschädigung an der Belagträgerplatte durch Biegebelastung erkennbar.

Übermäßiges Schlagen im Bremsträger.

Scheibenbremsbeläge



Ablösen der Belagmasse durch fehlerhafte Produktion



- Belagmasse hat sich bereits bei geringer Belastung gelöst. Kleber ist nicht ausreichend vorhanden.

Erläuterung:

- Belagträgerplatte glatt oder Zwischenschicht und Kleber nur teilweise sichtbar
- Kleber nicht in Ordnung. Zwischenschicht mangelhaft verteilt.

Scheibenbremsbeläge

Achtung:

Häufig treten die Mängel in Kombination auf.

Ablösen der Belagmasse von der Belagträgerplatte

Ablösen durch	Ursache
Korrosion	<ol style="list-style-type: none">1. Kantenlösen durch stark eingelaufene Bremsscheibe; unzureichende Niederhaltefeder (Kantenläufer)2. ständig hohe thermische Belastung der Scheibenbremsbeläge
Fehlerhafte Produktion	Kleber n.i.O. Zwischenschicht mangelhaft verteilt
Kleber, Zwischenschicht und Belagmaterial thermisch zerstört	Scheibenbremsbeläge haben länger als 15 – 20 min. die höchstzulässige Temperatur überschritten, dabei werden Inhaltsstoffe zerstört, die wesentlich zur Festigkeit beitragen
Mechanische Zerstörung	Scheibenbremsbeläge wurden z.B. fallen gelassen

Scheibenbremsbeläge



Auswirkung	Erkennungsmerkmal
Belagmasse wird porös, komplett oder punktuell, Belagmasse wird durch Rost abgesprengt	Belagträgerplatte hat deutliche Rostspuren, Reste von Kleber, Zwischenschicht und Belagmasse auf Belagträgerplatte sichtbar
Belag löst sich bereits bei geringer Belastung	Belagträgerplatte glatt oder Zwischenschicht und Kleber nur teilweise sichtbar
Belagmaterial zerfällt, bricht teilweise aus und/oder Zwischenschicht + Kleber werden zerstört, Belag löst sich vollständig ab	Lackierung blättert ab, teilweise Blauverfärbung der Belagträgerplatte, Belagmasse ist ausgehärtet, hat einen harten Klang, rot braune Verfärbung der Belagmasse teilweise weiße Asche
Belagmaterial löst sich von Belagträgerplatte, es kommt zu Schichtentrennungen	Scheibenbremsbeläge sind neuwertig, Trennung oberhalb von Kleber bzw. Zwischenschicht. Beschädigungen an der Belagträgerplatte erkennbar

Achtung:

- Das Ablösen kann unterschiedlichste Ursachen haben, wobei lediglich die fehlerhafte Produktion in unseren Einflussbereich fällt und somit als Reklamation anerkannt wird.
- Grundsätzlich wird eine Radbremse erst heiß, dann wird der Belag zerstört.
- Ein abgescherter Bremsbelag ist nie die Ursache für eine heißgelaufene Radbremse.

Scheibenbremsbeläge



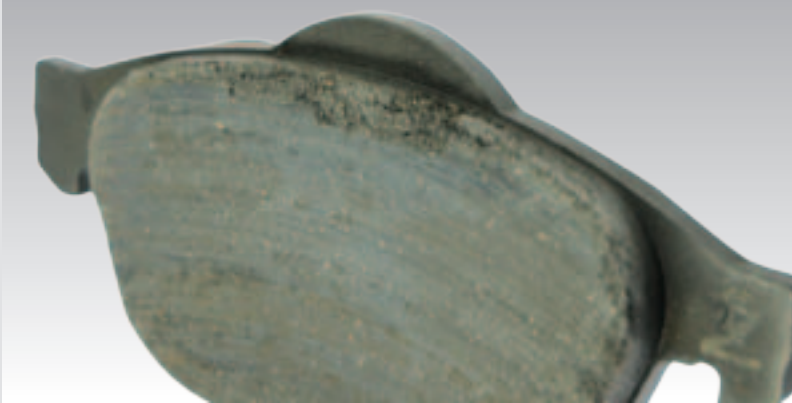
Einsatzbedingte Schäden Oberflächenrisse



- Oberflächenrisse sind vernachlässigbar, stellen kein Sicherheitsrisiko dar. Auch bei genutzten Bremsbelägen gibt es keine Nachteile hinsichtlich der Belagfestigkeit.

Scheibenbremsbeläge

Einsatzbedingte Schäden Kantenausbrüche



- ▶ Ausbrüche sind vernachlässigbar, stellen kein Sicherheitsrisiko dar.

Erläuterung:

- Bauartbedingte Auswirkungen, die abhängig von thermischer oder mechanischer Belastung unterschiedlich stark ausgeprägt sein können.
- Kantenausbrüche sind bis max. 10 % der Gesamtreibfläche zulässig.



- ▶ Ausbrüche im markierten Bereich zulässig, jedoch max. 10 % der Gesamtbelagfläche.

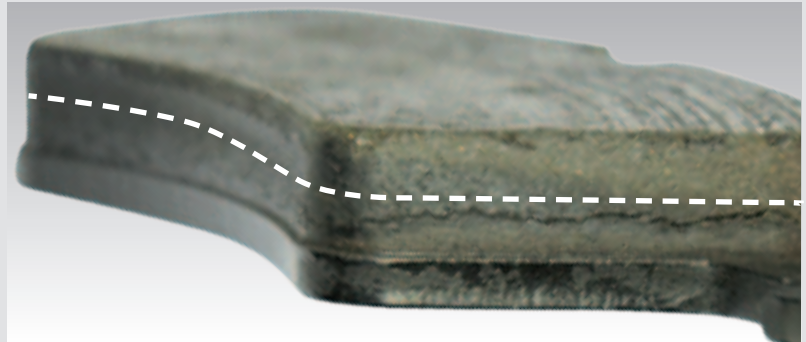
Scheibenbremsbeläge



Einsatzbedingte Schäden Schichtentrennung / Kantenlösen

Erläuterung:

- In diesem Bereich sind keine Ausbrüche oder Ablösungen zulässig.
- Risse oder Ablösungen im Bereich der Reibmaterialanbindung sind nicht zulässig.



- Geschützter Bereich der Belaganbindung unterhalb der Markierung.



- Belag mit unzulässigen Ablösungen.

Scheibenbremsbeläge

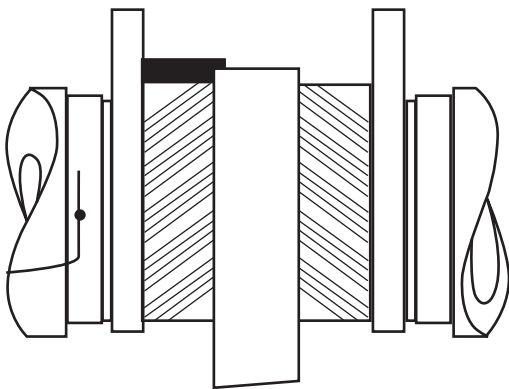
Einsatzbedingte Schäden **Mangelhaftes Tragbild**



► Belag mit unzureichendem Tragbild.

Ursache:

- Verschlossene oder falsche Bremsscheibe
- Bremsendefekt / -verunreinigung
- Zu geringe Bremsbeanspruchung
- Siehe auch Montagefehler / Produktionsfehler



► Beschädigung durch Kantenläufer.

Scheibenbremsbeläge



Einsatzbedingte Schäden

Erläuterung:

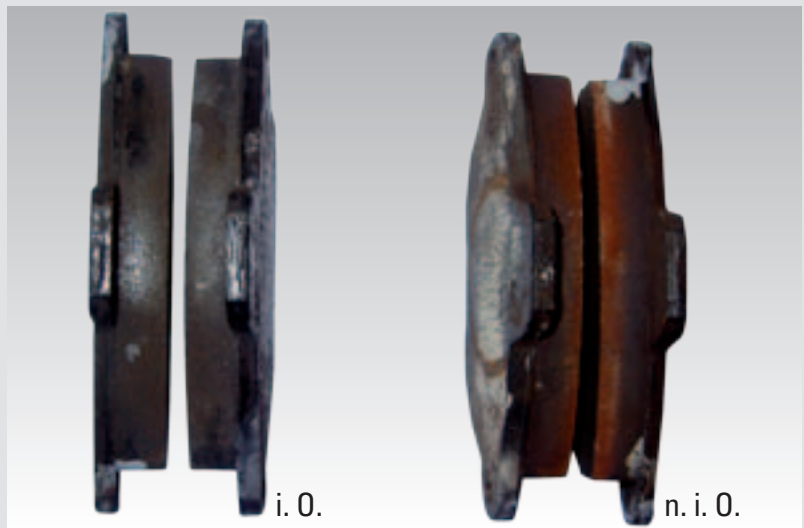
- Zerstörung des Belagmaterials durch punktuelle mechanische und thermische Überbelastung.



- Einsatz neuer Bremsbeläge auf stark riefiger/eingelaufene Bremsscheibe.

Erläuterung:

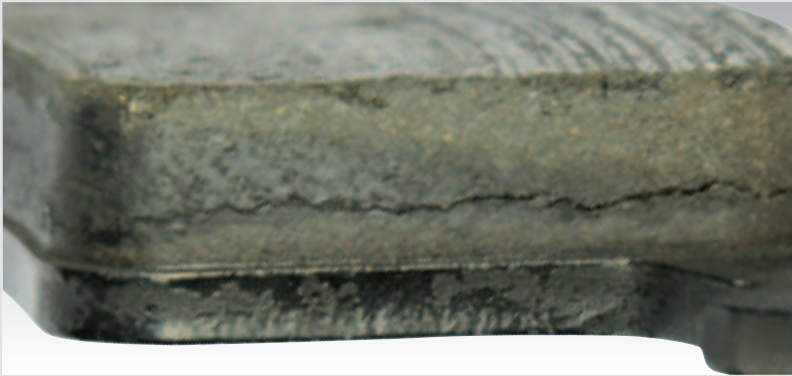
- Unzureichende Freigängigkeit der Bremsbeläge durch Mängel an der Bremse.
- Kann sowohl Rad- als auch Achsweise auftreten.



- Bild: Einseitig hohe thermische Belastung.

Scheibenbremsbeläge

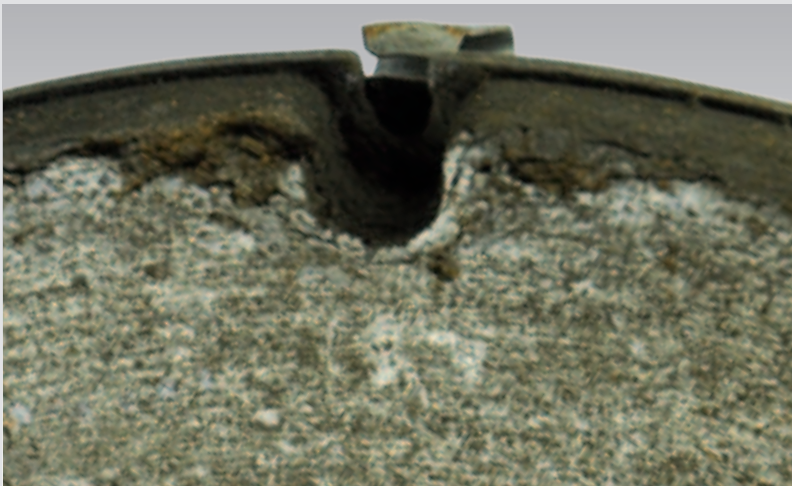
Produktionsfehler



► Schichtentrennung /-risse am neuen Bremsbelag.

Erläuterung:

- Unzulässiger Pressfehler
- Risse parallel zur Belagträgerplatte sind grundsätzlich unzulässig.



► Ausbrüche an der Oberfläche, keine Anzeichen hoher thermischer Belastung erkennbar.

Erläuterung:

- Unzureichende Festigkeit des Reibmaterials durch Pressfehler, führt zu Porosität und Ausbrüchen an der Oberfläche.

Scheibenbremsbeläge



Produktionsfehler

Ursache:

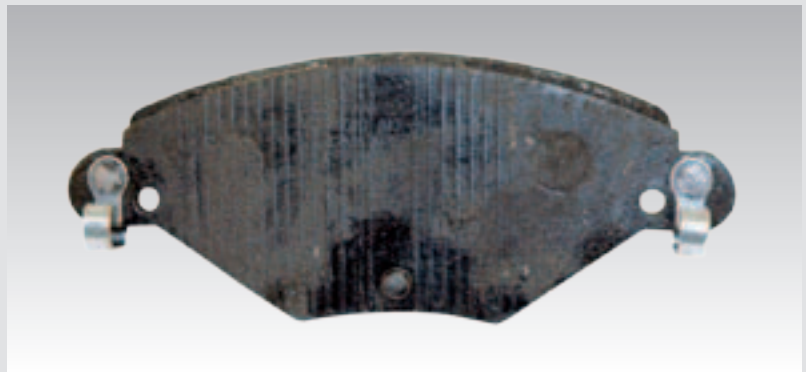
Unzulässiger Pressefehler.



► Ausbrüche an den Kanten

Ursache:

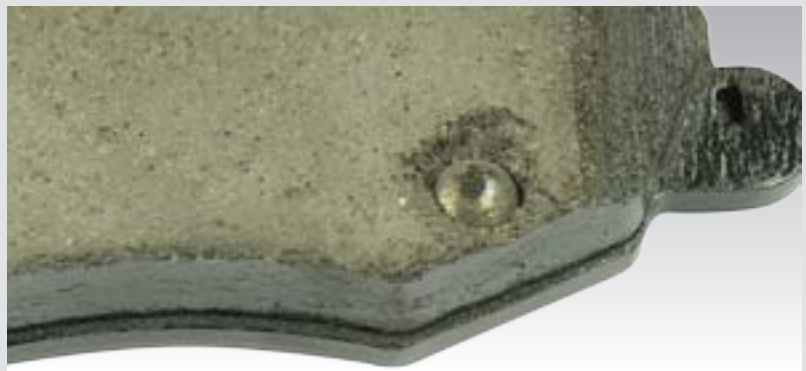
Konstruktionsbedingter
Pressüberstand zwecks vollständiger
Ausnutzung des Reibringes der
Bremsscheibe.



► Zulässiger Pressüberstand

Erläuterung:

Fremdkörper sind grundsätzlich
unzulässig, inhomogene
Mischungsanteile sind zulässig
bis max. 5 % der Oberfläche.



► Fremdkörper in der Belagmasse

Scheibenbremsbeläge

Montagefehler



- Sichtbare Abdrücke / Spuren auf der Belagträgerplatte.

Ursache:

Einbaulage nicht beachtet.



- Kolbenfeder verbogen, dies ist nicht zulässig.

Ursache:

Unsachgemäße Behandlung vor dem bzw. beim Einbau.

Scheibenbremsbeläge



Montagefehler

Ursache:

Bremsbelag unsachgemäß eingebaut.



► Niederhaltefeder zerstört

Ursache:

Zubehör unterliegt gebrauchsbedingtem Verschleiss und ist je nach Ausführungsart im Lieferumfang enthalten.



► Clip-on Bleche verschlissen

Ursache:

Verdrehsicherung nicht beachtet.

Achtung:

Auf korrekten Sitz im Bremssattel achten um eine einwandfreie Funktion zu gewährleisten.



► Kolbenabdruck an der Verdrehsicherung

Scheibenbremsbeläge



Montagefehler



- Deutliche Beschädigung durch äußere Einwirkung

Ursache:

Bremsschacht nicht von Schmutz und Korrosion befreit. Maßabweichung der Belagträgerplatte.



- Aussparung im Dämmblech durch Verunreinigung außer Funktion.

Ursache:

Bremsskolben nicht von Schmutz und Korrosion befreit; übermäßiges Fetten.



- Unsachgemäß veränderte Belaggeometrie

Ursache:

Unzulässige Veränderung bei der Montage.

Scheibenbremsbeläge



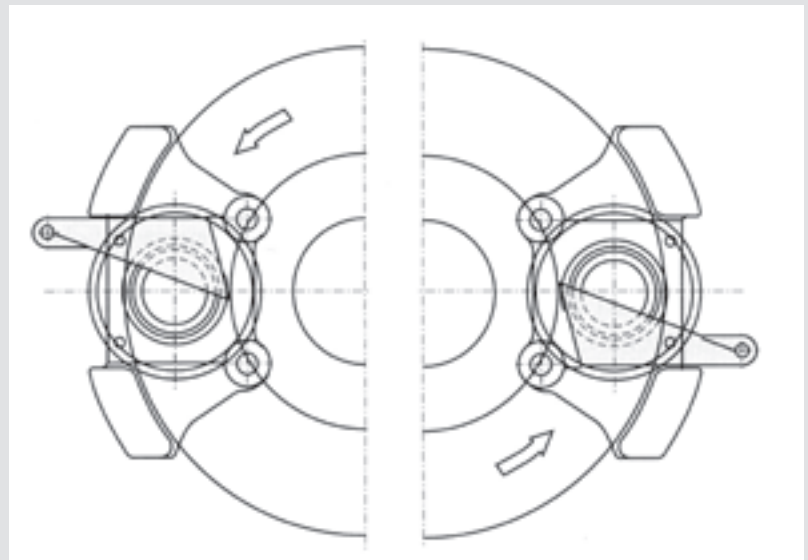
Montagefehler

Ursache:
Unkorrekter Sitz des
Bremsbelags im Sattel.



► Kolbenabdruck nicht vollflächig.

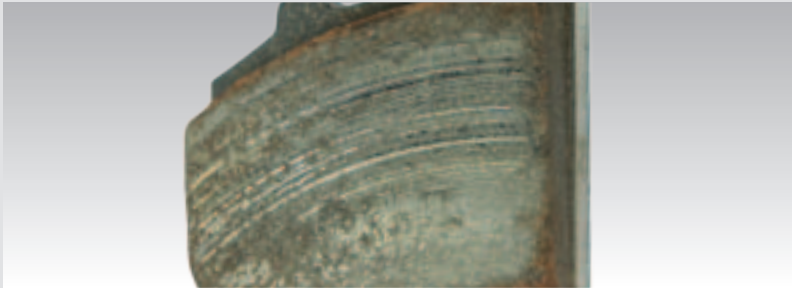
Ursache:
Stufenkolben im
Bremsattel verstellt.



► Stufenkolben mit Messlehren kontrollieren.

Scheibenbremsbeläge

Schäden durch Umwelteinflüsse



► Verglasung der Reibfläche

Ursache:

Unzureichendes Tragbild, nach Temperaturbelastung fehlende Putzbremsungen.



► Verunreinigung der Reibfläche

Ursache:

Häufig wird die Betriebstemperatur nicht erreicht, Selbstreinigung findet nicht statt. Verunreinigung der Reibfläche durch z. B. Rost, Schmutz, Farbe oder Salz.



► Starke Riefen in der Belagoberfläche

Ursache:

Einsatz von riefiger Bremsscheibe. Eindringen von Fremdkörpern wie z. B. Schmutz, Salz oder Korrosion. Unzureichende Verteilung von Reibkorn in der Belagmasse.



► Fischbildung – Metalleinschlüsse in der Belagoberfläche

Ursache:

Materialübergang von der Bremsscheibe auf den Bremsbelag aufgrund von z. B. unterschiedlicher Beanspruchung, Witterung und/oder Materialunverträglichkeit.

Scheibenbremsbeläge



Spezielle Montagehinweise

Achtung:

Spezielle Montageanleitungen unterschiedlicher Sekundärmaßnahmen müssen zur Vermeidung von Geräuschen, Rubbelerscheinungen, Scheibenrissen sowie Schrägverschleiß beachtet werden.



- Spezielle Montageanleitungen unterschiedlicher Sekundärmaßnahmen.



Scheibenbremsbeläge



Alle aufgeführten Schadensbilder sind beispielhaft und können je nach Bremsen-/Fahrzeugausführung unterschiedliche Auswirkungen haben.

Sie dienen als Leitfaden, können jedoch nicht die Schadensbeurteilung des Fachmanns vor Ort ersetzen. Häufig treten sie in Kombination auf.



Bremsenrubbeln

Thermisches Rubbeln

- **Drehmomentschwankungen** und/oder Vibrationen im Lenkrad sowie pulsierendes Bremspedal und vibrierende Chassisteile.

- Die Bremsscheiben entsprechen bezüglich Gusswerkstoff und Toleranzen nicht der Hersteller-Spezifikation.



Bremsscheiben für Pkw-Bremsen

- Die montierten Scheibenbremsbeläge sind für den Anwendungsfall nicht geeignet und/oder **entsprechen nicht der Original-Ausrüstung** oder einem vergleichbaren Qualitätsstandard.
- Die einwandfreie Funktion der Bremsanlage ist nicht gegeben oder Teile derselben sind **unterdimensioniert**.

Neben den beschriebenen Ursachen für den Vorgang „Thermisches Rubbeln“ infolge punktueller Überhitzung sind darüber hinaus noch andere Einflussfaktoren zu betrachten, wie nicht ausreichend ausgewuchtete Räder oder verschlissene Lagerteile der Radaufhängung und Lenkung sowie eine mangelhaft eingestellte Vorderachse, die Rubbelerscheinungen mit auslösen oder verstärken können.

Im Falle von Rubbelerscheinungen liegen oft mehrere Ursachen gleichzeitig vor und eine eindeutige Zuordnung kann nicht leicht getroffen werden.

Daher ist eine umsichtige Vorgehensweise zwecks Ursachenforschung mit folgerichtiger Schadensbehebung erforderlich. Zweckmäßigerweise wird dies dem Erfahrungspotenzial von Fachwerkstätten überlassen.

Grundsätzlich ergeben sich jedoch folgende Prüfvorgänge:

- Zunächst ist eindeutig festzustellen, ob die Störeffekte von der **Vorder- oder Hinterachse** ausgehen.
- Die Schadenszustände der Funktionskomponenten sind in Form einer **visuellen Überprüfung** festzustellen. Stark geschädigte Bremsscheiben bzw. Scheibenbremsbeläge müssen in jedem Fall achsweise ausgetauscht werden.
- Die montierten Scheibenbremsbeläge sind auf ihre anwendungstechnische Zulassung gemäß der **herstellerorientierten Empfehlung** zu überprüfen.
- Der **Funktionszustand** der Scheibenbremse, insbesondere die der Gleitteile, ist zu kontrollieren und gegebenenfalls fachgerecht instand zu setzen.
- Der **Radlauf** ist bezüglich Unwucht zu überprüfen und gegebenenfalls nachzuwuchten.
- Der Funktionszustand der **Radaufhängung** und der **Lenkungsteile** ist zu überprüfen und schadhafte Teile sind auszutauschen.
- Die einzelnen Lagerkomponenten der **Radlagerung** sind auf Defekte hin zu kontrollieren und gegebenenfalls auszutauschen (Lagerspiel).
- Die **Achsgeometrie** ist nach den Richtwerten des Fahrzeugherstellers zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren.

Grundsätzlich kann durch die Wahl eines geeigneten Reibmaterials das thermische Rubbeln günstig beeinflusst werden, sofern der Zustand der anderen erwähnten Fahrzeugkomponenten einwandfrei ist. Es ist in diesem Zusammenhang jedoch darauf hinzuweisen, dass derartige Optimierungen auch in Übereinstimmung mit den Gesamtanforderungen an eine Bremsanlage zu betrachten sind.

Prüfvorgänge



Bremsscheiben für Pkw-Bremsen

Kaltrubbeln

Der Erscheinungseffekt „Kaltrubbeln“ lässt sich während normaler Abbremsungen durch Pulsieren des Bremspedals, durch Drehmomentschwankungen des Lenkrades und/oder durch Vibrationen und Schwingungen von Achs- und Chassisteilen feststellen.

Als **Unterscheidungsmerkmal** zum „Thermischen Rubbeln“ ist zu definieren, dass Kaltrubbeffekte fast bei jedem Bremsvorgang auftreten können und dass dabei der Frequenzbereich deutlich niedriger liegt (etwa bei 5 bis 50 Hz). Wechselnde Intensitäten können entsprechend der jeweiligen Geschwindigkeitsbereiche des Fahrzeuges auftreten.

Hauptursache des Kaltrubbels ist die **Ungleichdicke des Reibringes** der Bremsscheibe. Darüber hinaus verstärken natürlich, wie auch beim Vorgang „Thermisches Rubbeln“, defekte Lagerteile und Radunwuchten den Effekt.

Ursachen der Ungleichdicke

Wie entsteht nun diese Ungleichdicke: Jede Bremsscheibe beinhaltet **Rundlauffehler** (Schlag), die durch fertigungs- und montagebedingte Toleranzen entstehen. Da während der ungebremsten Fahrt die Scheibenbremsbeläge nicht sicher und dauerhaft von der Bremsscheibe entfernt werden können, treten während jeder Radumdrehung punktuelle Berührungen zwischen Bremsbelag und Bremsscheibe auf. Obwohl hierbei die Berührungskräfte relativ niedrig sind, tritt an der jeweils gleichen Stelle der Bremsscheibe Verschleiß (Dickendifferenz) auf, der ab einer gewissen Größenordnung zum Rubbeln führt. Diese Dickendifferenz kann durch normale Bremsungen wieder reduziert oder beseitigt werden und das Bremssystem kann im Wechselspiel zwischen Erzeugung und Reduzierung der Dickendifferenzen in akzeptablem Gleichgewicht gehalten werden, sofern bestimmte Voraussetzungen gegeben sind. Diese Voraussetzungen werden in den späteren Ausführungen behandelt.

Als **Einflussfaktoren der Dickendifferenzbildung** gelten:

- **Rundlauffehler** (Seitenschlag) der Bremsscheiben in eingebautem Zustand;
- die **Aggressivität des Reibwerkstoffes** gegenüber dem Bremsscheibenmaterial unter den Bedingungen des ungebremsten Zustandes;
- das **materialspezifische Vermögen** der Scheibenbremsbeläge, die bestehenden Dickendifferenzen der Bremsscheiben während normaler Bremsungen zu reduzieren bzw. zu beseitigen;
- das **Lösungsverhalten der Bremsanlage** und die daraus resultierende Fähigkeit zur Freistellung der Scheibenbremsbeläge gegenüber der Bremsscheibe;
- die **Einsatzbedingungen** des Fahrzeuges und das Fahrverhalten des Fahrers.

Die Auswirkungen bestehender und gleich großer **Dickendifferenzen** an Bremsscheiben kann von Fahrzeugtyp zu Fahrzeugtyp sehr unterschiedlich sein und ist abhängig von den beschriebenen Kraftübertragungsfaktoren und dem Dämpfungsvermögen der Achs-, Lenkungs- und Chassisteile.



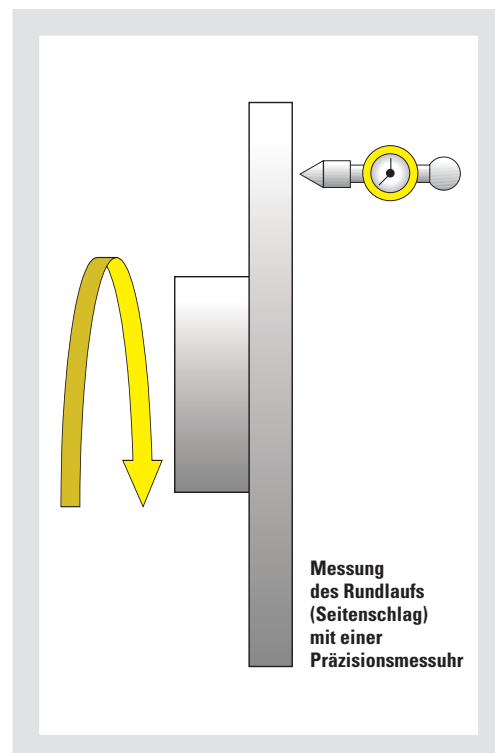
Bremsscheiben für Pkw-Bremsen

Rubbelursachen können unter **Beachtung folgender Hinweise** untersucht werden:

- Die **Prüfung des Rundlaufs** (Seitenschlag) von Bremsscheiben erfolgt im eingebauten Zustand im Idealfall mit vorschriftsmäßig montiertem Rad. Dabei wird dies mit einer Messuhr, die eine Messgenauigkeit von mindestens 0,01 mm hat, ca. 10–15 mm unterhalb des äußeren Scheibenradius durchgeführt. Eine Messung am mittleren Reibradius ist jedoch auch ausreichend. Der Messwert bei neueren Fahrzeugen sollte, gemessen über mehrere Radumdrehungen, 0,070 mm nicht überschreiten (Problemfahrzeuge: < 0,040 mm). Es ist zu beachten, dass diese Prüfung nur bei neuen Bremsscheiben aussagefähig ist.

Bei älteren Fahrzeugen sind aufgrund der Bauteiltoleranzen derartig niedrige Messwerte oft nicht erreichbar. Eine Optimierung kann jedoch grundsätzlich erreicht werden, wenn die Bremsscheibe auf der Nabe in Zuordnung zu den Befestigungsbohrungen so positioniert wird, dass der geringste Messwert entsteht. Rundlaufabweichungen von Bremsscheiben in der Größe von 0,10 mm dürfen auch bei älteren Fahrzeugen nicht überschritten werden. Gegebenenfalls ist dies durch Austausch/Kombination der beeinflussenden Bauteile (Nabe, Bremsscheibe, Lagerung) zu optimieren. Weiterhin ist äußerste Sorgfalt in Bezug auf den sauberen und fehlerfreien Zustand der Anlageflächen und Passungen geboten.

- Wie bereits oben erwähnt, kann auch die **Nabe** für einen zu großen Scheibenschlag verantwortlich sein und muss bezüglich des Rundlauffehlers gemessen werden. Als Anhaltspunkt kann hierbei ein maximaler Wert von 0,030 mm angenommen werden. Dieser bezieht sich auf den äußeren erfassbaren Radius. Bei größeren Abweichungen sollte die Nabe ausgetauscht werden.
- Die **Welligkeit** einer Bremsscheibe ist ebenfalls ein Kriterium in Bezug auf die Beeinflussung der Rundlaufgenauigkeit. Daher ist auch eine Überprüfung der Parallelität zweckmäßig. Diese sollte nicht größer als 0,050 mm sein. Die Prüfung ist jedoch nur mit Spezialgeräten durchführbar.
- Die **Messung der Dickendifferenzen** des Reibringes einer Bremsscheibe kann exakt nur mit Spezialgeräten gemessen werden. Mit hinreichender Genauigkeit kann dies jedoch auch mit einer Präzisions-Mikrometer-Schraube erfolgen, die eine Messgenauigkeit von + 0,001 mm aufweist. Hierbei sollte an 12–15 Stellen des Umfanges sowie ca. 10–15 mm unterhalb des äußeren Reibradius gemessen werden. Je nach Fahrzeugtyp können Ungleichdicken von 0,012–0,015 mm (Problemfahrzeuge: < 0,008 mm) bereits zu Rubbelerscheinungen führen. Diese Werte dürfen daher bei neuen Scheiben nicht überschritten werden und gelten somit für Textar Brems-scheiben als absolute Toleranzgrenze.





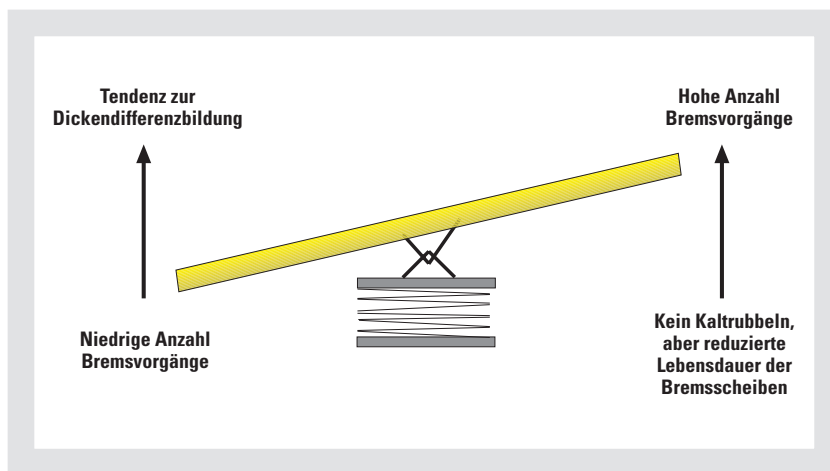
Bremsscheiben für Pkw-Bremsen

Weitere Prüfmaßnahmen

Des Weiteren ist zu empfehlen, dass einige Prüfvorgänge, wie unter dem Abschnitt „Thermisches Rubbeln“ beschrieben, ebenfalls durchgeführt werden. Hierzu gehören der Funktionszustand der Scheibenbremse, die Radlagerung, die Radaufhängung und die Lenkungsteile, die Vorderachseinstellung sowie grundsätzlich die anwendungstechnische Zulassung der Scheibenbremsbeläge.

Obige Ausführungen machen deutlich, dass die Ursachen für einen zu großen Rundlauffehler und somit für die Erzeugung von Dickendifferenzen nicht ganz einfach zu ermitteln sind. Durch das Messen der Bauteile im Rahmen der Möglichkeiten und ggf. dem Austausch derselben kann der Fehler jedoch weitgehend eingegrenzt werden.

Wie bereits erwähnt, sind auch Fahrverhalten und Verkehrsbedingungen mitentscheidend für die Dickendifferenzbildung der Bremsscheiben. Bei Autofahrten über einige tausend Kilometer mit nur sehr wenigen Bremsungen und geringem Energieumsatz können Dickendifferenzen erzeugt werden, die schon zu Rubbelerscheinungen führen. Eine nachfolgende Phase mit relativ vielen Bremsvorgängen kann die Scheibe wieder regenerieren.





Bremsscheiben für Pkw-Bremsen

Durch Standflecken verursachtes Rubbeln

Nach längerer Standzeit eines Fahrzeuges und insbesondere unter Feuchtigkeits- und/oder Salzeinwirkung können die Scheibenbremsbeläge auf der Scheibe festkorrodieren oder es kann auf der dem Belag gegenüberliegenden Scheibenfläche zu derart **ausgeprägter Korrosionsbildung** kommen, dass dies zu deutlichem Rubbeln führt. Im Falle des Festkorrodierens kann eventuell durch eine leichte, ruckartige Anfahrbelastung die Verbindung gelöst werden. Bei stärkerer Haftung muss die Bremsanlage demontiert werden und die Bremsscheibe ist zu überschleifen oder auszuwechseln. Die Scheibenbremsbeläge müssen bei Schädigung ebenfalls ausgewechselt werden. Tritt nach der Standzeit lediglich ein leichtes Rubbeln auf, so kann sich diese Erscheinung nach einer gewissen Fahrstrecke normalisieren. Ist das Rubbeln jedoch zu intensiv und störend bzw. der Effekt reduziert sich aufgrund der betriebsbedingten Bremsungen nicht, so müssen die Bremsscheiben nachgearbeitet oder ausgetauscht werden.

Quietschgeräusche während des Bremsvorganges

Sofern konstruktiv keine grundsätzlichen Mängel an der Bremsanlage vorliegen, ist die Bremsscheibe nur dann ursächlich für das Auftreten von Quietschgeräuschen mitverantwortlich, wenn die Tragverhältnisse zwischen Bremsscheibe und Bremsbelag mangelhaft sind oder die Scheibenoberflächen durch Korrosion etc. geschädigt sind. Aufgrund der geometrischen Verhältnisse der Bremsscheibe ist diese jedoch ein guter Abstrahler für Geräusche.

Folgende Vorgehensweise zur Mängelbehebung empfiehlt sich:

- **Verschleißzustand und Oberflächenzustand** von Scheibenbremsbelägen und Bremsscheiben überprüfen und ggf. Teile auswechseln;
- Prüfung, ob **zugelassene** und **geeignete** Scheibenbremsbeläge montiert sind;
- das Vorhandensein und der Zustand der **Geräuschdämpfungselemente** ist zu überprüfen (Dämpfungsbleche, Dämpfungslacke, Pasten);
- die **Leichtgängigkeit** der Führungselemente und des Betätigungskolbens der Scheibenbremsen sind zu überprüfen.

Der Bremsvorgang ist physikalisch der trockenen Reibung zuzuordnen, die naturgemäß leicht zu Schwingungen und somit zu Geräuschen anregt. In Anbetracht der eingangs erwähnten Einflussgrößen und Betriebsbedingungen ist es sehr schwierig, jegliche Geräuschbildung zu unterdrücken. Der heutige Stand der Technik hat jedoch ein hohes Maß an Zuverlässigkeit erreicht.



Bremsscheiben für Pkw-Bremsen

Bremswirkung ungenügend

Weitere mögliche Mängel

In den meisten Fällen und insbesondere, wenn es sich um Bremsen der Vorderachse handelt, wird die Ursache nicht auf die Bremsscheibe zurückzuführen sein.

In solchen Fällen muss festgestellt werden, ob die geeigneten Scheibenbremsbeläge montiert sind, dieselben noch nicht verschlissen sind, die Oberflächen von Bremsscheiben und Belägen mängelfrei sind und ob die Bremsanlage einwandfrei arbeitet (Kolben, Führungen, Verstärker).

Bei **Hinterachsen-Scheibenbremsen** kann es wegen zu geringer spezifischer Belastung zu Korrosionserscheinungen auf der Bremsscheibe oder zu Oberflächen-Konditionierungen der Reibpartner kommen, die die Wirksamkeit beeinflussen. Dies ist jedoch wegen des geringen Bremskraftanteils der Hinterachse für den Fahrer kaum spürbar. In derartigen Fällen müssen die Bremsscheiben nachgearbeitet oder erneuert werden. Die Scheibenbremsbeläge sollten dann ebenfalls ausgetauscht werden.

Bremsscheiben zeigen Risse

Thermoschock-Belastungen können auf der Reibringfläche der Bremsscheibe zu Rissbildungen im Gussgefüge führen. Risse beeinflussen die Festigkeit des Bauteiles und können je nach Größe und Belastung Ausgangspunkt für einen Materialbruch sein. Eine verbindliche Aussage über eine noch erlaubte Größenordnung von Rissen ist schwer zu machen. Um jedoch **Risiken zu vermeiden**, sollten Bremsscheiben ausgetauscht werden, sofern Risse mit dem bloßem Auge gut erkennbar sind. Weiterhin ist zu beachten, dass die Bruchgefährdung mit der Länge der Risse steigt.

Neben der Bruchgefährdung erzeugen Risse aufgrund der schaberähnlichen Wirkung einen höheren Materialverschleiß an Scheibenbremsbelägen. Dieser Effekt verstärkt sich unter Temperatureinfluss, da hierbei eine Spaltdehnung erfolgt.



Bremsscheiben für Pkw-Bremsen

Bremsscheiben sind riefig

Riefen auf der Reibringfläche können folgende Entstehungsursachen haben:

- **ungeeigneter Reibwerkstoff** der Scheibenbremsbeläge;
- **starke Schmutzeinwirkung** auf Bremsscheiben/Scheibenbremsbelägen;
- **Korrosionseinwirkung**;
- **Überlastung** der Bremsanlage;
- Bremsscheibenwerkstoff **zu weich**.

Riefen treten in sehr unterschiedlichen Strukturen zwischen fein und sehr grob auf. Allgemeingültige Aussagen, ob der Zustand noch toleriert werden kann, sind daher schwer zu machen. Die Erfahrung des Fachmannes gewährleistet jedoch in der Regel die richtige Entscheidung. Die Bremswirkung wird innerhalb gewisser Grenzen durch eine Riefenbildung nicht beeinträchtigt, bei einem Belagwechsel müssen die Scheiben jedoch nachgearbeitet bzw. ausgewechselt werden.

Nutzungsdauer der Bremsscheibe ist zu gering

Die Nutzungsdauer von Bremsscheiben wie auch von Scheibenbremsbelägen ist nur eine, wenn auch wichtige Komponente bei der Entwicklung einer Bremsanlage. Für normale Einsatzverhältnisse wird für viele Vorderachs-Anwendungsfälle angestrebt, dass zwei Satz Scheibenbremsbeläge auf einer Bremsscheibe gefahren werden können. Um spezifische und höher gewichtete Zielsetzungen zu erreichen, wie z. B. Vermeidung von **Kaltrubbelerscheinungen**, kann die Nutzungsdauer auch unterhalb dieses Wertes liegen.

Die in der Praxis erreichten Nutzungsdauerwerte sind von folgenden Einflussgrößen abhängig:

- Fahrverhalten des Fahrers;
- Verkehrsverhältnisse;
- Topografische und klimatische Einsatzbedingungen;
- Schmutzeinwirkung;
- Gusswerkstoff und Gefügebildung der Bremsscheibe;
- Aggressivität des Scheibenbremsbelages;
- Leichtgängigkeit der Gleit- und Führungsteile und des Betätigungskolbens der Bremse.

In Anbetracht der Vielzahl der Einflüsse stellt sich die Scheibennutzungsdauer in der Praxis als statistische Größe dar, wobei in der Verteilungsfunktion die oberen Werte um den Faktor 10–15 höher liegen als die unteren. Bezogen auf konkrete Laufstrecken kann der Bereich z. B. zwischen 20.000 und 300.000 km liegen, wobei in Einzelfällen noch Laufstrecken unterhalb und oberhalb dieser Grenzen möglich sind. Aus diesem Grunde kann auch seitens der Hersteller und Vertrieber keine Nutzungsdauergarantie abgegeben werden.



Bremsscheiben für Pkw-Bremsen

Typische Beispiele der angesprochenen Störfaktoren

Zusammenfassung und Bildteil

Betrachtet und analysiert man die anfallenden **Reklamationen** an der Bremsanlage, so wird als Reklamationsursache ein prozentual **überwiegender Anteil der Bremsscheibe** zugewiesen. Hierbei hat wiederum der Punkt „Bremsenrubbeln“ den vorrangigen Stellenwert.

Anhand der aufgezeigten Komplexität und der Vielzahl der Einflussmöglichkeiten ist jedoch festzustellen, dass zunächst und vor Ort oft nur schwer ermittelt werden kann, ob eine Bremsscheibe geschädigt und was die Ursache hierfür ist. Aufgrund der vorliegenden Erfahrungen kann die Aussage getroffen werden, dass bei der überwiegenden Anzahl der Fälle, in denen eine tatsächliche Schädigung der Bremsscheibe vorliegt, die Ursache an anderer Stelle zu suchen ist (Scheibenschlag zu groß aufgrund Gesamttoleranzlage, ungeeignete Bremsbeläge, Radbremse defekt, etc.). In vielen Fällen befinden sich die reklamierten Bremsscheiben in ordnungsgemäßem Zustand und die Mängelursache wurde nicht erkannt. Dies führt zwangsläufig dazu, dass Reklamationen zurückgewiesen werden müssen mit den unangenehmen Nebenerscheinungen wie zeit- und kostenintensive Prüfungen, Zeitverluste insgesamt und Verärgerung aller beteiligten Partner. Zudem führt ein Auswechseln der Teile nicht nachhaltig zum Erfolg und die gleichen Mängel treten nach einiger Zeit wieder auf.

Eine Verbesserung der Situation und somit der Zufriedenheit der Kunden kann nur erreicht werden, **wenn die jeweilige Schadensursache verlässlich ermittelt werden kann, nur ordnungsgemäße und zugelassene Ersatzteile verwendet werden und die Wartungsarbeiten mit größter Präzision durchgeführt werden.**



Bremsscheiben für Pkw-Bremsen

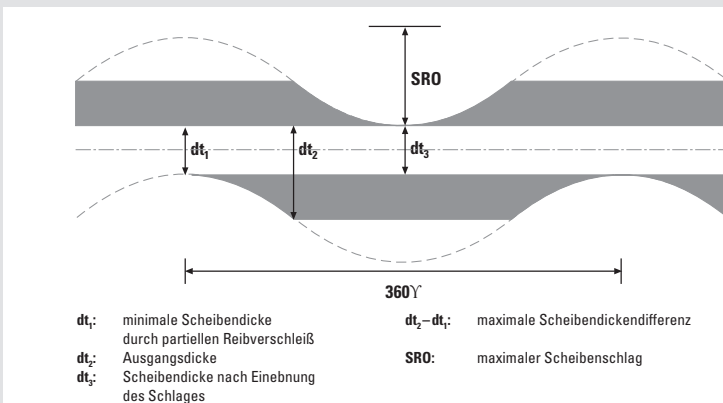
Thermisches Rubbeln



► Örtlich überhitzte Bremsscheibe mit „Rubbelflecken“.

Dröhnende Geräusche und Vibrationen während des Bremsvorgangs aus hohen Geschwindigkeiten

Kaltrubbeln



► Dickendifferenz einer Bremsscheibe

Feststellung:

Vibrationen von Chassisteilen, Lenkraddrehbewegungen oder Pulsieren des Bremspedals bei Abbremsungen in fast allen Geschwindigkeitsbereichen.



► Messung des Scheibenschlages am Fahrzeug



Bremsscheiben für Pkw-Bremsen

Ursache:

Korrosion, entstanden durch Feuchtigkeitseinfluss, Salzeinwirkung oder andere Umwelteinflüsse.

Standflecken

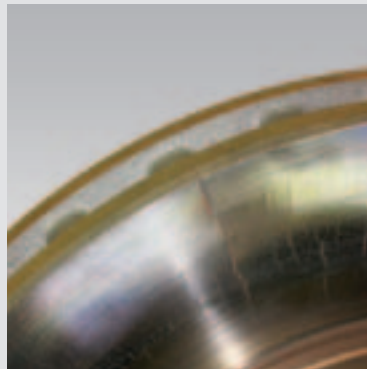


► Bremsscheibe mit Standfleck

Ursache:

Hohe thermische und mechanische Wechselbelastungen.

Rissige Bremsscheibe



► Bremsscheibe mit starken Hitzerissen

Ursache:

Bremsscheibe über das zulässige Verschleißmaß hinaus verschlissen.

Feststellung:

Plötzlich auftretende starke Rubbelerscheinungen.

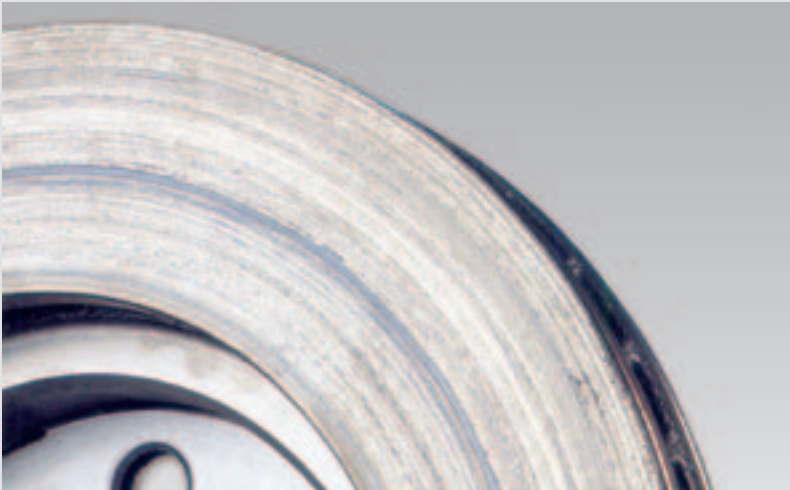


► Gerissene Bremsscheibe



Bremsscheiben für Pkw-Bremsen

Riefige Bremsscheibe



► Bremsscheibe mit Riefen

Ursache:

Schmutzeinwirkung,
Überlastung,
Scheibenwerkstoff,
und / oder Belagwerkstoff
nicht geeignet.

Total verschlissene Bremsbeläge



► Reibwerkstoff bis auf den
Stahlträger verschlissen

Ursache:

Bremsbeläge nicht rechtzeitig
gewechselt.



► Zugehörige geschädigte
Bremsscheiben



Bremsscheiben für Pkw-Bremsen

Ursache:

Lange Standzeit
mit feuchter Bremse,
durch häufige Standflecken-
bildung Gefügeveränderung
des Reibrings.

Auswirkung:

Raue Bremse,
Bremsgeräusche,
Rubbelaerscheinungen.

Korrodierte Bremsscheiben



► Korrodierte Bremsscheibe

Konstruktionsbedingt,
zur unterschiedlichen
Temperaturaufnahme.

Differenz pro
Reibring max. 0,5 mm
zulässig.

Unterschiedlich dicker innerer und äußerer Reibring





Bremsscheiben für Pkw-Bremsen

Dickendifferenz des Reibrings



► Dickendifferenz

Ursache:

Falsche Bearbeitung, Betrieb mit zu großem Scheibenschlag bei gleichzeitig zu geringer Beanspruchung der Bremsen.

Auswirkung:

Kaltrubbeln

Starke Unterrostung an der Anlagefläche



Ursache:

Unzureichende Reinigung, mangelnde Auflage durch Verunreinigung.

Auswirkung:

Erzeugung von Dickendifferenzen durch unzulässigen Seitenschlag.



► Starke Unterrostung



Bremsscheiben für Pkw-Bremsen

Ursache:

Fehler während des Gießvorgangs

Auswirkung:

Reduzierung der Festigkeit

Lunkerschaden



► Lunkerschaden

Ursache:

- Montagefehler (falscher Drehmoment bei Bremsscheibenmontage).
- Unkorrekter Sitz der Bremsscheibe durch nichteinhalten der Fertigkeitstoleranzen.

Auswirkung:

Reduzierung der Festigkeit;
Geräusche

Risse im Bereich des Bremsscheibentopfs

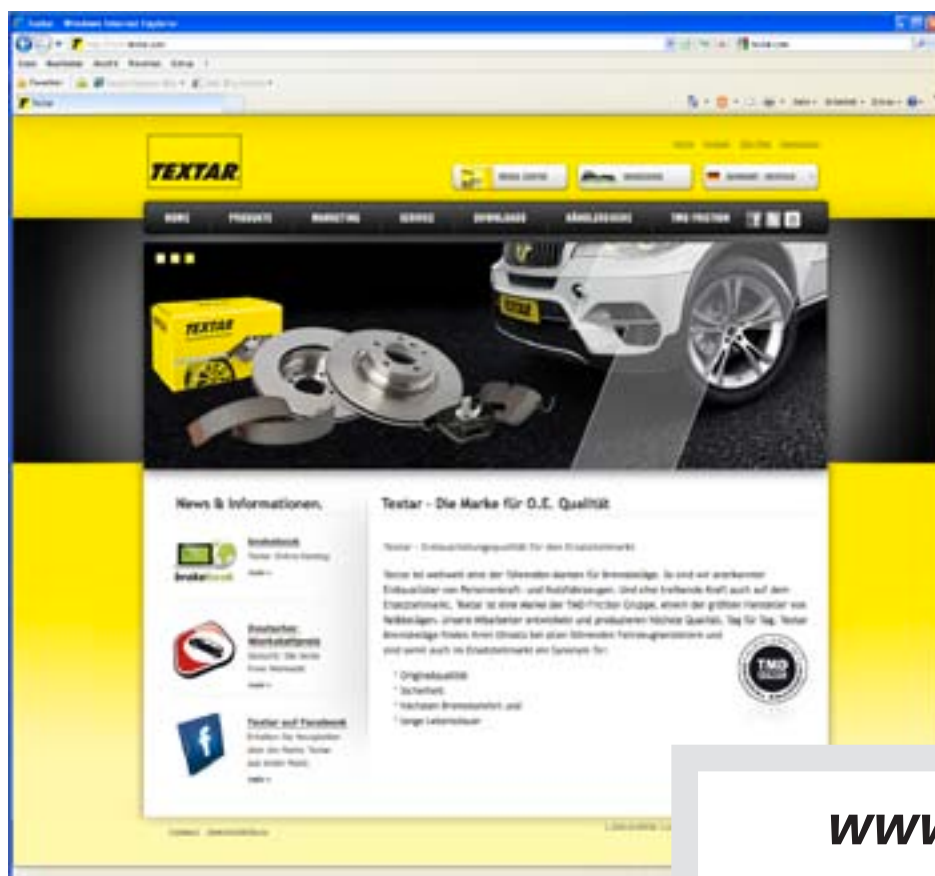


► Risse im Bereich des Bremsscheibentopfs



Schadensbeurteilung bei Scheibenbremsbelägen und Bremsscheiben

Weitere Informationen finden Sie auch im Internet unter:



www.textar.com



Textar Serviceline

**Unter der Rufnummer
+49 (0)2171/703397**

beantworten wir Ihnen werktags Fragen rund um Produkt und Technik. Aber auch Ihre Tipps und Hinweise aus der Praxis sind interessant und hilfreich für uns. Rufen Sie uns gerne an.



TMD Friction Services GmbH
Schlebuscher Str. 99
51381 Leverkusen
Deutschland
info@textar.com

Textar is a registered trademark of TMD Friction.

www.textar.com