(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2015 105 862 A1** 2016.10.20

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 105 862.6**
(22) Anmeldetag: **17.04.2015**
(43) Offenlegungstag: **20.10.2016**

(51) Int Cl.: ***B60T 17/22*** (2006.01)

(71) Anmelder:
Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH, 80809 München, DE

(74) Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Loesenbeck, Specht, Dantz, 33602 Bielefeld, DE

(72) Erfinder:
Hecker, Falk, Dr., 71706 Markgröningen, DE; Koch, Werner, 73326 Deggingen, DE; Mayr, Mathias, 82110 Germering, DE; Theil, Robert, 82299 Türkenfeld, DE; Werth, Alexander, 80999 München, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Erhöhung der Betriebssicherheit thermisch belasteter Funktionsteile einer Scheibenbremse**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zur Erhöhung der Betriebssicherheit thermisch belasteter Funktionsteile einer Scheibenbremse, wobei die Temperaturen durch mindestens einen Sensor erfasst und als Signale einer Auswerteeinrichtung zu einem Soll-Ist-Vergleich übermittelt werden, ist so ausgebildet, dass regelbare Funktionsteile entsprechend den ermittelten Abweichungen von Soll-Werten nachgeregelt werden.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Betriebssicherheit thermisch belasteter Funktionsteile einer Scheibenbremse nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Betriebsbedingt unterliegt eine Reihe, insbesondere sicherheitsrelevanter Funktionsteile von Scheibenbremsen einer thermischen Belastung, die sich aus der reibenden Anlage von Bremsbelägen an einer Bremsscheibe ergeben. U.a. auch aus den üblicherweise im Fahrbetrieb auftretenden Temperaturwechseln.

[0003] Diese können zu mechanischen und/oder chemischen Veränderungen der Materialien der Funktionsteile führen, wobei beispielsweise ein sogenanntes Verglasen der Reibbeläge von Bremsbelägen zu einem Reibwertverlust an deren Reibfläche führen.

[0004] Eine thermische Überlastung der beteiligten Funktionsteile kann sich auch aus einem sogenannten Heißlaufen ergeben, ohne ein bewusstes Bremsen, das durch ein leichtes Anlegen der Bremsbeläge erfolgt und das dauerhaft zu thermischen Schädigungen der Bremsbeläge und der mechanischen Teile der Scheibenbremse, wie Führungen, Dichtungen oder dergleichen führen kann.

[0005] Als kritisch im Sinne einer thermischen Überlastung ist auch eine dauerhafte Benutzung der Scheibenbremse bei Bergabfahrten zu sehen, die ebenso zu einer Schädigung der beteiligten Bauteile führen kann wie ein leichter Festsitz der Betätigungsorgane, beispielsweise einer Zuspanneinrichtung, wodurch ein unerwünschtes Restschleifmoment erzeugt wird, mit der Folge einer zu hohen Dauertemperatur.

[0006] Zur Ermittlung der Temperatur im Bereich der Scheibenbremse wird beispielsweise in der DE 102 43 127 A1 vorgeschlagen, einen induktiven Signalgeber als Multifunktionselement einzusetzen, mit dem u.a. temperaturabhängige Signale erzeugt werden, die in einer Auswerteeinrichtung mit einem Sollwert verglichen werden, bei dessen Überschreiten ein beispielsweise akustisches Signal gegeben wird.

[0007] Als Konsequenz daraus werden bislang die beteiligten Bauteile unmittelbar ersetzt, wozu zumindest ein Stillstand des Fahrzeuges erforderlich ist, was naturgemäß mit erheblichen Kosten verbunden ist, insbesondere resultierend aus den Stillstandszeiten des Fahrzeuges sowie gegebenenfalls aus der Ersatzteilbeschaffung und den Montage- bzw. Demontagearbeiten.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren so weiterzuentwickeln, dass die Standzeit der Scheibenbremse erhöht und deren Funktionssicherheit optimiert wird.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren stellt sich als sozusagen Thermomanagement dar, das nicht nur die betriebsbedingten Temperaturen mittels Sensoren erfasst und auswertet, sondern im Bedarfsfall die Funktionsteile, so weit dies möglich ist, nachregelt. Dabei erfolgt die Nachregelung rechnergesteuert.

[0011] D.h., im Gegensatz zum Stand der Technik, bei dem lediglich die Möglichkeit besteht, nach einer Erfassung der Temperaturen und deren Sollwertüberschreitung ein Signal zu aktivieren, um die betreffenden Funktionsteile direkt auszutauschen, wird durch die Erfindung erreicht, diese Funktionsteile in einen neuen betriebssicheren Zustand zu führen, ohne dass entsprechende Bauteil sofort auszutauschen.

[0012] Dabei kann die Signalübertragung vom Sensor zur Auswerteeinrichtung und von dort ggf. zu einem Aktuator drahtlos, also über Funk oder dergleichen erfolgen, wobei die Regelung der Funktionsteile unter Berücksichtigung des Zustands der Scheibenbremse erfolgt.

[0013] Die Temperaturmessung kann an unterschiedlichen Funktionsteilen erfolgen, beispielsweise an einem Polrad, an der Bremsscheibe der Scheibenbremse, an einem oder beiden Bremsbelägen oder an einem Bremssattelteil, ebenso an elektronischen Bauteilen nach Art von separaten oder integrierten Thermoelementen, wie sie für eine Temperaturkompensation Verwendung finden. In diesem Fall erfolgt die Temperaturmessung an Belag-Verschleißsensoren, die in den Bremsbelägen integriert sind.

[0014] Eine Signalweitergabe am Polradsensor erfolgt bevorzugt durch eine Signalamplitude des Polradsensors, wobei die Frequenz der Drehzahl und die Amplitude der Temperatur entspricht. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei Anbindung des Polrades an der Bremsscheibe deren Bauart, je nachdem, ob beispielsweise eine Topfscheibe oder Halsscheibe Verwendung findet, und die Position des Polrads, einen Einfluss auf den zeitlichen Verlauf des Temperatursignals und die Höhe der Temperatur nimmt. Das System erkennt diese Unterschiede durch eine Plausibilisierung der Daten mit einem elektronischen Bremssystem (EBS), wobei Bremsdruck, Bremsdauer und Geschwindigkeit zur Bestimmung der umgesetzten Bremsenergie genutzt werden.

[0015] Die Temperaturmessung erfolgt dabei beispielsweise durch eine Widerstandsmessung, die aktiv von einem Steuergerät (ECU) durchgeführt wird, wobei das Steuergerät einen – vorzugsweise konstanten – Messstrom durch den Sensor sendet und die zugehörige Spannung oder umgekehrt misst; mit R = U/I ergibt sich der Widerstand, der ein Mass für die Temperatur ist.

[0016] Als Temperatursensoren können Strahlungspyrometer zum Einsatz kommen, wobei bevorzugt auf beiden Seiten der Bremsscheibe jeweils ein Strahlungspyrometer vorgesehen ist.

[0017] Als Strahlungspyrometer kann ein Infrarotthermometer in Form beispielsweise eines Schmalbandpyrometers, mit Germanium-Photodiode oder Indium-Gallium-Arsenid-Photodiode oder Bandstrahlungspyrometer Verwendung finden, ebenso wie ein Quotienten-Pyrometer.

[0018] Thermisch beeinträchtigte Zustände der Scheibenbremse ergeben sich beispielsweise aus verglasenden Bremsbelägen, die sich durch zu geringen Anpressdruck und zu geringe Temperatur an den Bremsbelägen ergeben, wobei es zu einem Verlust des Reibwertes der Bremsbeläge kommt. Dies kann z.B. durch den überwiegenden Einsatz von Dauerbremsanlagen, wie z.B. Retardern und anderen sekundären Zusatzbremssystemen mit Bremsenergierückgewinnung, wie in Hybridfahrzeugen eingesetzt, ergeben. Hier wird beim Bremsvorgang lediglich ein geringer Druck eingebracht und es werden nur geringe Temperaturen erreicht.

[0019] Im Fall der Erkennung von zu geringem Druck und einer zu geringen Temperatur an der Bremse bzw. den benachbarten Bauteilen, wie einer zugeordneten Achse, wird von dem Steuergerät (ECU) eine Anforderung an die Regeleinrichtung geschickt, dass im Fall des Vorliegens von verglasten Belägen unterstützende Bremsen abgeschaltet werden. Dies können Retarder sein oder an der Achse oder dem Rad angebrachte rekuperative Bremsen. D.h., fallweise kommen die Betriebsbremsen vor einer Motorbremse und/oder den Retardern oder rekuperativen Bremsen zum Einsatz.

[0020] Dadurch wird die Grundtemperatur der Scheibenbremse auf einem definiert erhöhten Niveau gehalten, so dass der genannte Kaltverschleiß bzw. das Verglasen der Bremsbeläge vermieden wird. Daraus ergibt sich eine deutliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit. Dies gilt gleichermaßen für die Möglichkeit des Fahrzeugführers anhand einer Anzeige die übertragenen Signale bei Überschreiten einer Soll-Temperatur aller Scheibenbremsen zu erkennen und danach zu reagieren, um so eine entsprechende Dauerbelastung der Scheibenbremsen zu vermeiden.

[0021] Eine geringfügig konstante Erhöhung der Temperatur bei drehendem Rad an den Bremsbelägen kann auf einen vorübergehenden Fehlzustand der mechanischen Bremse, z.B. der Führung des Bremsbelages oder der Bremssattel-Führung hinweisen.

[0022] Wird dieser Zustand erkannt, wird einmalig ein höherer Druck bei der nächsten Bremsung auf die Scheibenbremse aufgebracht, um ein Lösen der klemmenden Führung zu erreichen. Falls dies zu keiner Verbesserung der Fehlfunktion führt, wird die Bremsanforderung auf die Scheibenbremse reduziert und ein optischer und/oder akustischer Warnhinweis ausgelöst.

[0023] Ein Heißlaufen der Bremse kann aufgrund einer Fehlfunktion eintreten, die sich aus einem nicht mehr ausreichenden Lüftspiel für die Freigängigkeit der Bremsscheibe und eines sich einstellenden Restbremsmoments ergibt.

[0024] Dieses Restbremsmoment, verursacht durch eine thermische Ausdehnung der Scheibe und Bremsbeläge, kann durch ein aktives Wegführen der Bremsbeläge von der Bremsscheibe, z.B. mithilfe eines bidirektionalen Nachstellers, kompensiert werden. Mit Hilfe der Erfindung kann diese aktiv gesteuerte Lüftspielvergrößerung initiiert werden.

[0025] Wie bereits zum Stand der Technik erwähnt, kann es durch lang anhaltende Bergabfahrten zu einer dauerhaft erhöhten Temperatur der Scheibenbremse kommen, aus der sich ein unzulässiger Betriebszustand ergibt.

[0026] Mithilfe der Erfindung besteht hier bei lang anhaltenden hohen Temperaturen während einer Bremsung die Möglichkeit, die Bremsanforderung zwischen den den jeweiligen Rädern zugeordneten Scheibenbremsen so zu verteilen, dass nicht eine Bremse oder die Bremsen einer Achse mit einer erhöhten Temperatur belastet werden, sondern alle Scheibenbremsen so, dass die Temperatur an den heißesten Scheibenbremsen reduziert wird. Hierbei werden die Bremsanforderung auf diese Scheibenbremse reduziert und die auf die anderen erhöht, bei gleicher oder sogar gesteigerter Fahrzeug-Verzögerung.

[0027] Eine Optimierung des thermischen Bremsenzustands wird dadurch erreicht, dass die Verteilung der Bremsenanforderung nur in einem fahrstabilen Bereich erfolgt, d.h., im niedrigen Druck- und Verzögerungsbereich.

[0028] Bei einer sogenannten Putzbremsung wird durch die Auswerteeinheit eine Abnahme der Reibarbeit einer Bremse, z.B. durch verringerte Temperatur-Emission oder einen verringerten Emissionswert und

damit einen verringerten Reibwert der Reibpaarung erkannt. Dieser kann durch eine vorangegangene hohe thermische Belastung der Scheibenbremse verursacht sein mit Materialübertrag auf die Bremsscheibe oder durch eine über einen längeren Zeitraum wenig benutzte Bremse, was auch als „einschlafende“ Beläge bekannt ist.

[0029] Bei Anpassungsbremsungen kleiner 0,3g wird die Bremsung ungleichmäßig, d.h. innerhalb fahrstabiler Parameter, auf die Bremsen verteilt, so dass die thermisch beeinträchtigte Bremse eine Druckanforderung enthält, die ein Putzen der Bremsbelag-Oberfläche bewirkt. Nicht thermisch beanspruchte Scheibenbremsen erhalten eine um dieses Maß reduzierte Bremsanforderung.

[0030] Bei Bremsanforderungen für einen Nothalt, d.h. größer 0,3g oder ABS-Regel-Fall wird keine Verteilung der Bremsanforderung durchgeführt. Der Ausgleich der Bremsanforderung kann im Übrigen auch diagonal erfolgen, d.h. beispielsweise vorne rechts und hinten links.

[0031] Aufgrund verschiedenster Konfigurationen der Nutzfahrzeuge, hier die interessierenden Radausgestaltungen bei beispielsweise Bussen und Lkws, ist die Höhe der Temperatur und der zeitliche Verlauf der Temperaturerhöhung und Abkühlung nach einer erfolgten Bremsung unterschiedlich. Um hier entsprechende Parameter zu erhalten, wird nach Aufbringen des Bremsdrucks überprüft, innerhalb welcher Zeit sich welche Temperatur einstellt.

[0032] Dabei kann durch Vergleich mit anderen Rädern eine Überprüfung des abgegebenen Signals durchgeführt werden. Damit wird ein Ersatzmodell für die Wärmeleitung bzw. den Wärmeübergang, die Wärmekapazität und Kühlung der Bremse, der angrenzenden Bauteile sowie der Umgebung abgebildet.

[0033] Im Übrigen kann über ein Update einer Software für ein elektronisches Bremssystem (EBS) das erfindungsgemäße Verfahren so aktualisiert werden, dass neue Fehler-Zustände, wie sie im Feldbetrieb oder im Feldversuch ermittelt sind, hinterlegt werden.

[0034] Durch die Information der Temperatur und des Verschleißes können die Scheibenbremsen in der Art betrieben werden, dass die Bremsleistung einschließlich des Bremsverschleißes optimiert wird. Die Standzeiten, insbesondere der Bremsbeläge der einzelnen an einem Fahrzeug zum Einsatz kommenden Scheibenbremsen können somit angeglichen werden.

[0035] Als weiterer Vorteil ergibt sich eine vorausschauende Ersatzteillieferung über ein Fahrtenbuch- oder ein Geolokalisationssystem und eine Informationsweitergabe an Werkstätten über Telekommunikation. Dies betrifft insbesondere die Bereitstellung von Ersatzteilen, wie Bremsbelägen, Austauschbremsen sowie die Planung von Service-Intervallen, die über die thermische Erkennung des Zustandes der Scheibenbremse möglich ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10243127 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung der Betriebssicherheit thermisch belasteter Funktionsteile einer Scheibenbremse, wobei die Temperaturen durch mindestens einen Sensor erfasst und als Signale einer Auswerteeinrichtung zu einem Soll-Ist-Vergleich übermittelt werden, **dadurch gekennzeichnet,** dass regelbare Funktionsteile entsprechend den ermittelten Abweichungen von Soll-Werten nachgeregelt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Nachregelung rechnergesteuert erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass bei Ermittlung einer geringfügig konstanten Erhöhung der Temperatur an Bremsbelägen der Scheibenbremsen bei drehendem Rad einmalig bei einer nachfolgenden betriebsbedingten Bremsung diese mit einem höheren Druck erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass bei Erkennung der konstant höheren Temperatur nach einer Bremsung mit höherem Druck ein akustisches und/oder optisches Signal erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass bei Erkennung einer dauerhaft erhöhten Temperatur der Funktionsteile der Scheibenbremse, insbesondere bei lang anhaltenden Bergabfahrten des Nutzfahrzeuges, alle Scheibenbremsen so mit Bremsdruck beaufschlagt werden, dass der Energieumsatz auf alle Scheibenbremsen gleich verteilt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass der auf alle Scheibenbremsen einwirkende Bremsdruck bei niedrigen Druck- und Verzögerungswerten erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass eine Abnahme der Reibarbeit der Scheibenbremse anhand verringerter Temperatur-Emissionen oder eines verringerten Emissionswertes ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet,** dass bei Ermittlung einer Anpassungsbremsung kleiner 0,3g auf die Scheibenbremsen ein unterschiedlicher Bremsdruck aufgebracht wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass während einer Bremsung überprüft wird, innerhalb welcher Zeit welche Temperaturen erreicht werden.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass bei zu geringem Druck und zu geringer Temperatur an der Scheibenbremse unterstützende Bremsen, wie Retarder oder rekuperative Bremsen, abgeschaltet werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die ermittelten Werte über ein Fahrtenbuch- oder Geolokalisationssysteme an Werkstätten zur Bereitstellung von Ersatzteilen, oder Planung von Service-Intervallen übermittelt werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Temperaturmessung an einem Polrad, an einer Bremsscheibe der Scheibenbremse, zumindest einem Bremsbelag und/oder an Gehäusebauteilen erfolgt.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass als Sensoren zur Temperaturmessung, insbesondere an der Bremsscheibe, ein Strahlungspyrometer, vorzugsweise in Form eines Infrarot-Thermometers, wie eines Schmalband-Pyrometers, mit Germanium-Photodiode oder Indium-Gallium-Arsenid-Photodiode oder Bandstrahlungspyrometer oder Quotienten-Pyrometer erfolgt.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass eine Signalweitergabe mittels eines Polradsensors erfolgt.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Signalweitergabe durch die Amplitude des Signals des Polradsensors erfolgt.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Signalweitergabe drahtlos erfolgt.

Es folgen keine Zeichnungen