

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. September 2011 (01.09.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2011/104090 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
B60T 8/26 (2006.01)

(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/051516

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
3. Februar 2011 (03.02.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2010 002 275.6  
24. Februar 2010 (24.02.2010) DE  
10 2010 030 921.4 5. Juli 2010 (05.07.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

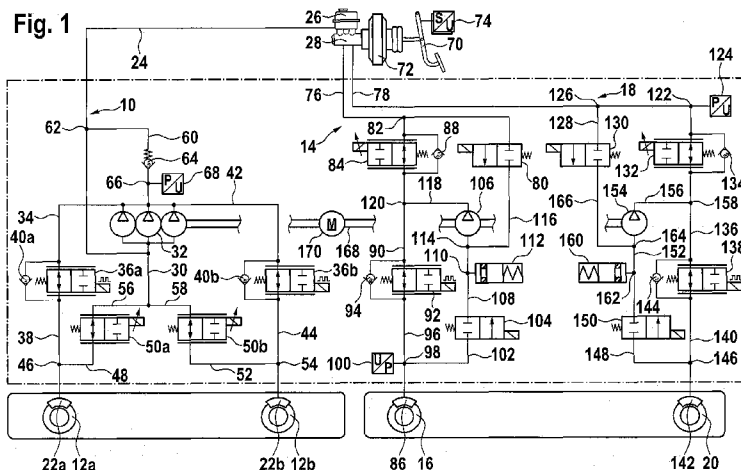
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STRENGERT, Stefan [DE/DE]; Grazer Str. 54, Stuttgart 70469 (DE). KUNZ, Michael [DE/DE]; George-Harrison-Str. 5, 71711 Steinheim An Der Murr (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: BRAKE SYSTEM FOR A VEHICLE AND METHOD FOR OPERATING A BRAKE SYSTEM OF A VEHICLE

(54) Bezeichnung : BREMSSYSTEM FÜR EIN FAHRZEUG UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES BREMSSYSTEMS EINES FAHRZEUGS



(57) Abstract: The invention relates to a brake system for a vehicle, having a main brake cylinder (28), a brake medium reservoir (26) and a first brake circuit (10), which is connected to the brake medium reservoir (26) via a reservoir line (24), having at least one first wheel brake cylinder (22a), a first wheel inlet valve (36a) assigned to the first wheel brake cylinder (22a), a first pump (32) by means of which a first brake medium volume can be pumped from the reservoir line (24) through the opened first wheel inlet valve (36a) into the first wheel brake cylinder (22a), a continuously adjustable first wheel outlet valve (50a) by means of which a first displacement of brake medium from the first wheel brake cylinder (22a) into the braking medium reservoir (20) can be controlled, and a connecting line (60) having a spring-loaded non-return valve (64), a delivery side of the first pump (32) being connected via said connecting line to the brake medium reservoir (26), wherein a displacement of brake medium from the brake medium reservoir (26) to the delivery side of the first pump (32) is suppressed by the spring-loaded non-return valve (64). The invention further relates to a method for operating a brake system of a vehicle.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2011/104090 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Die Erfindung betrifft ein Bremssystem für ein Fahrzeug mit einem Hauptbremszylinder (28), einem Bremsmediumreservoir (26), und einem ersten Bremskreis (10), welcher über eine Reservoirleitung (24) mit dem Bremsmediumreservoir (26) verbunden ist, mit mindestens einem ersten Radbremszylinder (22a), einem dem ersten Radbremszylinder (22a) zugeordneten ersten Radeinlassventil (36a), einer ersten Pumpe (32), mittels welcher ein erstes Bremsmediumvolumen von der Reservoirleitung (24) durch das geöffnete erste Radeinlassventil (36a) in den ersten Radbremszylinder (22a) pumpbar ist, einem stetig verstellbaren ersten Radauslassventil (50a), mittels welchem eine erste Bremsmediumverschiebung aus dem ersten Radbremszylinder (22a) in das Bremsmediumreservoir (26) steuerbar ist, und einer Verbindungsleitung (60) mit einem federbelasteten Rückschlagventil (64), über welche eine Förderseite der ersten Pumpe (32) mit dem Bremsmediumreservoir (26) verbunden ist, wobei eine Bremsmediumverschiebung von dem Bremsmediumreservoir (26) zu der Förderseite der ersten Pumpe (32) durch das federbelastete Rückschlagventil (64) unterbunden ist. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Bremssystems eines Fahrzeugs.

Beschreibung

5 Titel

Bremssystem für ein Fahrzeug und Verfahren zum Betreiben eines Bremssystems eines Fahrzeugs

10 Die Erfindung betrifft ein Bremssystem für ein Fahrzeug. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Bremssystems eines Fahrzeugs.

Stand der Technik

15 Elektro- und Hybridfahrzeuge weisen ein für ein rekuperatives Bremsen ausgelegtes Bremssystem mit einem welcher bei dem rekuperativen Bremsen generatorisch betriebenen Elektromotor auf. Die bei dem rekuperativen Bremsen gewonnene elektrische Energie wird nach einem Zwischenspeichern vorzugsweise für ein Beschleunigen des Fahrzeugs verwendet. Auf diese Weise sind eine  
20 Verlustleistung, welche ein herkömmliches Fahrzeug bei einem häufigen Bremsen während einer Fahrt aufweist, ein Energieverbrauch und eine Schadstoffemission des Elektro- oder Hybridfahrzeugs reduzierbar.

Allerdings setzt das generatorische Betreiben des Elektromotors, beispielsweise  
25 des elektrischen Antriebsmotors, in der Regel eine bestimmte Mindestgeschwindigkeit des Fahrzeugs voraus. Ein rekuperatives Bremssystem ist somit häufig nicht in der Lage, so lange ein generatorisches Bremsmoment auf die Räder des Fahrzeugs auszuüben, bis sich das zuvor fahrende Fahrzeug im Stillstand befindet. Ein Hybridfahrzeug weist deshalb zusätzlich zu dem rekuperativ  
30 betriebenen Elektromotor oft noch ein hydraulisches Bremssystem auf, mittels welchem zumindest in einem niedrigen Geschwindigkeitsbereich die wegfallende Bremswirkung der rekuperativen Bremse kompensierbar ist. In diesem Fall kann auch bei einem vollen elektrischen Energiespeicher, wenn die rekuperative Bremse meistens kein Bremsmoment auf die Räder ausübt, das gesamte Bremsmoment  
35 über das hydraulische Bremssystem aufgebracht werden.

Andererseits ist es in manchen Situationen wünschenswert, eine möglichst niedrige hydraulische Bremskraft auf die Räder auszuüben, um einen hohen Rekuperationsgrad zu erzielen. Beispielsweise wird nach Schaltvorgängen häufig der abgekoppelte Generator als rekuperative Bremse aktiviert, um ein verlässliches Aufladen des Zwischenspeichers und eine hohe Energieeinsparung zu gewährleisten.

Im Allgemeinen bevorzugt ein Fahrer ein Gesamtbremsmoment seines Fahrzeugs, welches seiner Betätigung eines Bremseingabeelementes, wie beispielsweise seiner Bremspedalbetätigung, unabhängig von einem Aktivieren oder einem Deaktivieren der rekuperativen Bremse entspricht. Manche Elektro- und Hybridfahrzeuge weisen deshalb eine Automatik auf, welche das Bremsmoment des hydraulischen Bremssystems an das aktuelle Bremsmoment der rekuperativen Bremse so anpassen soll, dass ein gewünschtes Gesamtbremsmoment eingehalten wird. Der Fahrer muss damit nicht selbst die Aufgabe des Verzögerungsreglers übernehmen, indem er das Bremsmoment des hydraulischen Bremssystems mittels einer entsprechenden Betätigung des Bremseingabeelementes an das aktuelle Bremsmoment der rekuperativen Bremse anpasst. Beispiele für eine derartige Automatik sind Brake-by-Wire-Bremssysteme, insbesondere EHB-Systeme. Aufgrund ihrer aufwändigen Elektronik, Mechanik und Hydraulik sind Brake-by-Wire-Bremssysteme jedoch relativ teuer.

Als Alternative zu den Brake-by-Wire-Bremssystemen beschreibt die DE 10 2008 002 345 A1 ein Bremssystem, welches einen von einem Hauptbremszylinder entkoppelten und an ein Bremsmediumreservoir angeschlossenen ersten Bremskreis umfasst. Diesem ersten Bremskreis ist eine Radachse zugeordnet, auf welche ein rekuperatives Bremsmoment eines generatorisch betriebenen Elektromotors ausübbar ist. Zwei weitere Bremskreise sind so an den Hauptbremszylinder gekoppelt, dass der Fahrer direkt in sie hineinbremsen und somit ein unmittelbares hydraulisches Bremsmoment auf die den zwei weiteren Bremskreisen zugeordneten Räder ausüben kann.

Offenbarung der Erfindung

Die Erfindung schafft ein Bremssystem für ein Fahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Betreiben eines Bremssystems eines Fahrzeugs mit den Merkmalen des Anspruchs 13.

Die Erfindung ermöglicht ein Bremssystem, bei welchem das mindestens eine dem ersten Bremskreis zugeordnete erste Rad über ein Betätigen der ersten Pumpe und/oder ein Schalten der schaltbaren Ventile des ersten Bremskreises unabhängig von einem Druck im Inneren des Hauptbremszylinders mit einem bevorzugten ersten hydraulischen Bremsmoment abbremsbar ist. Somit kann der erste Bremskreis des Bremssystems auf einfache Weise dazu verwendet werden, zumindest das auf das erste Rad ausgeübte erste hydraulische Bremsmoment aktiv so einzustellen, dass ein gewünschtes Gesamtbremsmoment zumindest an dem ersten Rad eingehalten wird.

Beispielsweise kann zumindest das auf das erste Rad ausgeübte erste hydraulische Bremsmoment aktiv so eingestellt werden, dass ein zeitlich variierbares rekuperatives Bremsmoment verblendbar ist. Damit besteht die Möglichkeit, mittels eines Sensors oder mittels einer Schätzung zu ermitteln, welches Gesamtbremsmoment von dem Fahrer und/oder einem automatischen Steuersystem des Fahrzeugs gewünscht wird und welches aktuelle rekuperative Bremsmoment durch die rekuperative Bremse ausgeübt wird. Unter optionaler Berücksichtigung eines mittels mindestens eines weiteren Bremskreises auf mindestens ein dem ersten Bremskreis nicht zugeordnetes Rad des Fahrzeugs ausgeübten hydraulischen Bremsmoments kann ermittelt werden, welche Differenz zwischen den ausgeübten Bremsmomenten und dem gewünschten Gesamtbremsmoment noch besteht. Ein der ermittelten Differenz entsprechendes hydraulisches Bremsmoment kann anschließend mittels des ersten Bremskreises aktiv auf das mindestens eine zugeordnete (erste) Rad ausgeübt werden. Dies ermöglicht ein Verblenden des rekuperativen Bremsmoments, ohne dass der Fahrer dazu einen zusätzlichen Arbeitsaufwand ausführen muss. Für die Ausführung der in diesem Absatz beschriebenen Verfahrensschritte ist keine teure Elektronik notwendig. Eine ausreichende Rekuperationseffizienz ist somit bei einer Verwendung der vorliegenden Erfindung zu vertretbaren Kosten gewährleistet.

Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf eine Aufwendung in einem Elektro- oder Hybridfahrzeug beschränkt. Beispielsweise lässt sich auch eine querbeschleunigungsabhängige Bremskraftverteilung mittels der vorliegenden Erfindung realisieren. Bei einer querbeschleunigungsabhängigen Bremskraftverteilung wird die Bremskraft an einigen Rädern des Fahrzeugs, vorzugsweise an den beiden Hinterachsenrädern, entsprechend einer Aufstampfkraft, welche bei einer Fahrt um eine Kurve auftritt, aufgeteilt. Auf diese

Weise kann der Reibwert der Räder, vor allem der Reibwert der beiden Hinterräder, an die Querschleunigung angeglichen werden. Das Fahrzeug bremst somit in Kurven stabiler. Vorzugsweise wird zum Ermitteln des mittels des ersten Bremskreises aktiv einzustellenden hydraulischen Bremsmoments eine von einer Sensoreinrichtung ermittelte Querschleunigung herangezogen.

Zusätzlich ist eine Verwendung der vorliegenden Erfindung für ein dynamisches Kurvenbremsen möglich. Bei dem dynamischen Kurvenbremsen wird die Bremskraft an einem kurveninneren Rad gegenüber der Bremskraft an einem kurvenäußeren Rad erhöht. Dies erzielt ein dynamischeres Fahrverhalten.

Des Weiteren kann die Erfindung auch für ein vorteilhafteres Bremsen während einer Rückwärtsfahrt verwendet werden. Insbesondere wird dabei durch eine Erhöhung der Bremskraft an der Hinterachse eine für eine Rückwärtsfahrt bessere Bremskraftverteilung eingestellt. Man spricht dabei auch von einer Rückwärts-Bremskraftverteilung. Vor allem bei einer langsamen Rückwärtsfahrt bergab ermöglicht dies ein deutlich stabileres Bremsverhalten.

Gleichzeitig gewährleistet die vorliegende Erfindung eine Möglichkeit zur Verbesserung des Pedalgefühls durch eine Abkopplung des ersten Bremskreises, sodass der Fahrer den ersten Bremskreis nicht mehr direkt über eine auf das Bremspedal ausgeübte Kraft steuern muss. Auf diese Weise lässt sich auch der Pedalweg verkürzen.

Die vorliegende Erfindung bietet zusätzlich eine einfach betätigbare und kostengünstige Alternative zu einem herkömmlichen Brake-by-Wire Bremssystem, welche insbesondere für heck- oder allradgetriebene Fahrzeuge sehr vorteilhaft ist. Die Erfindung ist jedoch auch für den Frontantrieb mit einer By-Wire-Vorderachse einsetzbar.

Ein besonderer Vorteil des hier beschriebenen Bremssystems besteht in der geringen Anzahl von notwendigen elektrisch ansteuerbaren Ventilen. Dabei kann unter einem ansteuerbaren Ventil ein Ventil verstanden werden, welches mittels eines elektrischen Steuersignals oder Schaltsignals zumindest in einen geöffneten und in einen geschlossenen Zustand schaltbar ist. Insbesondere durch die stetig verstellbare/regelbare Ausbildung des ersten Radauslassventils und durch die vorteilhafte Anordnung des Rückschlagventils ist ein zusätzliches elektrisch ansteuerbares Ventil, insbesondere ein zusätzliches stetig regelbares Ventil, nicht

notwendig. Dies reduziert die Kosten zum Ausbilden des vorteilhaften ersten Bremskreises. Gleichzeitig ist unter Verwendung des hier beschriebenen ersten Bremskreises die Gesamtanzahl von elektrisch ansteuerbaren Ventilen eines Bremssystems reduzierbar. Wie unten genauer ausgeführt wird, reduziert dies auch die Kosten für eine Elektronik des Bremssystems, welche geeignet ist, um alle benötigten in zumindest den offenen und den geschlossenen Zustand elektrisch ansteuerbaren/schaltbaren Ventile zu steuern/regeln.

Es wird darauf hingewiesen, dass unter dem Bremsmediumreservoir nicht der Hauptbremszylinder zu verstehen ist. Stattdessen kann unter dem Bremsmediumreservoir ein Bremsmediumvolumen oder ein Bremsmedium-Behälter verstanden werden, dessen Innendruck unabhängig von einem Innendruck des Hauptbremszylinders einstellbar ist oder einem fest vorgegebenen Druck, wie beispielsweise dem Atmosphärendruck, entspricht.

In einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst der erste Bremskreis einen zweiten Radbremszylinder mit einem zugeordneten zweiten Radeinlassventil und einem stetig verstellbaren (regelbaren) zweiten Radauslassventil, wobei mittels der ersten Pumpe ein zweites Bremsmediumvolumen von der Reservoirleitung durch das geöffnete zweite Radeinlassventil in den zweiten Radbremszylinder pumpbar ist und mittels des stetig verstellbaren zweiten Radauslassventils eine zweite Bremsmediumverschiebung aus dem zweiten Radbremszylinder in das Bremsmediumreservoir steuerbar ist. Ein derartiger erster Bremskreis, mit welchem ein erstes hydraulisches Bremsmoment und ein zweites hydraulisches Bremsmoment radindividuell auf ein erstes Rad und ein zweites Rad eines Fahrzeugs ausübbar sind, ermöglicht die Entkopplung einer Achse, insbesondere der Hinterachse, von dem Hauptbremszylinder. Die Verwendung eines derartigen ersten Bremskreises ist jedoch nicht auf den Einsatz in Fahrzeugen mit achsweiser Bremskreis aufteilung beschränkt. Gleichzeitig benötigt ein derartiger erster Bremskreis lediglich insgesamt vier mittels eines elektrischen Steuersignals/Schaltsignals zumindest in einen offenen Zustand und in einen geschlossenen Zustand schaltbare Ventile. Dies reduziert die Kosten für den ersten Bremskreis.

In einer vorteilhaften Weiterbildung umfasst das Bremssystem zumindest einen zweiten Bremskreis mit einem dritten Radbremszylinder, wobei der zweite Bremskreis über eine erste Leitung mit dem Hauptbremszylinder hydraulisch derart verbunden ist, dass über eine erste Druckerhöhung in einem Innenvolumen des

Hauptbremszylinders eine zweite Druckerhöhung in einem Innenvolumen des dritten Radbremszylinders erzeugbar ist. Der Fahrer hat somit die Möglichkeit, direkt in den zweiten Bremskreis hineinzubremsen. Dies gewährleistet automatisch ein vorteilhaftes Pedalgefühl für den Fahrer bei einer Betätigung eines an den  
5 Hauptbremszylinder gekoppelten Bremspedals, beziehungsweise eines entsprechenden Bremseingabelements. Zusätzlich ist das Bremssystem mit dem ersten Bremskreis kompatibel zu weiteren konventionellen Bremskreisen. Dabei ist, wie unten genauer ausgeführt wird, die Anwendbarkeit des Bremssystems nicht auf Fahrzeuge mit einer achsweisen Bremskreisaufteilung beschränkt.

10

Bevorzugter Weise umfasst das Bremssystem einen dritten Bremskreis mit einem vierten Radbremszylinder, wobei der dritte Bremskreis über eine zweite Leitung mit dem Hauptbremszylinder hydraulisch derart verbunden ist, dass über die erste Druckerhöhung in dem Innenvolumen des Hauptbremszylinders zusätzlich eine  
15 dritte Druckerhöhung in einem Innenvolumen des vierten Radbremszylinders erzeugbar ist. Ein derartiges Bremssystem ist trotz seiner vorteilhaften Entkopplung einer dem ersten Bremskreis zugeordneten Achse in einem Fahrzeug mit einer X-Bremskreisaufteilung einsetzbar. Dies ist ein signifikanter Vorteil gegenüber Bremssystemen mit einer entkoppelbaren Achse, welche jedoch nur in Fahrzeugen  
20 mit achsweiser Bremskreisaufteilung einsetzbar sind. Insbesondere ist bei einem Einsetzen des hier beschriebenen Bremssystems trotz einer X-Bremskreisaufteilung das Ausfallen eines der Bremskreise mit einem vergleichsweise geringen Aufwand verlässlich kompensierbar.

25

Das Bremssystem kann einen Bremskraftverstärker aufweisen, mittels welchem eine Fremdkraftbremsung ausführbar ist und/oder eine Unterstützungskraft oder zusätzlich zu einer Fahrerbremskraft auf mindestens eine verstellbare  
Komponenten des Hauptbremszylinders ausübbar ist. Bevorzugter Weise umfasst das Bremssystem einen stetig regelbaren und/oder stetig steuerbaren  
30 Bremskraftverstärker. Unter einem stetig regelbaren und/oder stetig steuerbaren Bremskraftverstärker kann ein aktiver Bremskraftverstärker verstanden werden. Eine derartige Ausbildung des Bremskraftverstärkers gewährleistet ein Einsparen mindestens eines Ventils, insbesondere des zweiten und/oder des dritten Bremskreises, durch ein entsprechendes Betreiben des Bremskraftverstärkers.

35

Vorzugsweise weisen der zweite Bremskreis genau zwei ansteuerbare Ventile und/oder der dritte Bremskreis genau zwei ansteuerbare Ventile aufweisen. Das gesamte Bremssystem kann vorteilhafter Weise genau acht ansteuerbare Ventile

aufweisen, welche mittels eines von einer Steuervorrichtung des Bremssystems bereitgestellten elektrischen Signals zumindest in einen geöffneten Zustand und in einen geschlossenen Zustand steuerbar sind. Ein derartiges Bremssystem ist somit mittels einer kostengünstigen Steuervorrichtung betreibbar.

5

Beispielsweise kann der zweite Bremskreis umfassen: Ein dem dritten Radbremszylinder zugeordnetes drittes Radeinlassventil, eine zweite Pumpe, mittels welcher ein drittes Bremsmediumvolumen aus dem Hauptbremszylinder durch das geöffnete Hauptschaltventil und das geöffnete dritte Radeinlassventil in den dritten Radbremszylinder pumpbar ist, eine erste Speicherkammer und ein drittes Radauslassventil, mittels welchem eine Bremsmediumverschiebung aus dem dritten Radbremszylinder in die erste Speicherkammer steuerbar ist. Ein derartiger zweiter Bremskreis erlaubt einen aktiven Aufbau eines zusätzlichen hydraulischen Bremsdrucks in den dritten Radbremszylinder. Somit kann ein starkes Abbremsen eines Fahrzeugs leichter ausgeführt werden. Des Weiteren kann somit auf eine Ausstattung des zweiten Bremskreises mit einem Hauptschaltventil und/oder einem Umschaltventil verzichtet werden.

10

15

Ebenso kann der zweite Bremskreis zusätzlich ein Hauptschaltventil und/oder ein Umschaltventil umfassen. Die Verwendung eines Bremskraftverstärkers ist somit zusätzlich zu einer Ausstattung des zweiten Bremskreises mit einem Hauptschaltventil und/oder einem Umschaltventil möglich.

20

Der dritte Bremskreis kann entsprechend dem zweiten Bremskreis aufgebaut sein. Auf diese Weise ist ein zusätzlicher hydraulischer Bremsdruck auch in dem vierten Radbremszylinder aktiv aufbaubar.

25

Vorteilhafterweise können zumindest die erste Pumpe und die zweite Pumpe auf einer gemeinsamen Welle eines Motors angeordnet sein. Auch eine dritte Pumpe des dritten Bremskreises kann gegebenenfalls auf der gemeinsamen Welle des Motors angeordnet sein. Dies reduziert die benötigte Anzahl von Motoren bei einer Ausbildung des Bremssystems mit mindestens zwei Pumpen.

30

Insbesondere kann das Bremssystem genau zwölf ansteuerbare Ventile aufweisen, welche mittels eines von einer Steuervorrichtung des Bremssystems bereitgestellten elektrischen Signals zumindest in einen geöffneten Zustand und in einen geschlossenen Zustand steuerbar sind. Die Begrenzung der von dem Bremssystem benötigten Ventile, welche elektrisch zumindest in den geöffneten Zustand und in

35

den geschlossenen Zustand schaltbar sind, auf die Anzahl von zwölf reduziert die Anforderungen an eine als Steuervorrichtung geeignete Elektronik.

5 Des Weiteren kann das Bremssystem einen Generator umfassen, mittels welchem ein erstes Generator-Bremsmoment auf ein dem ersten Radbremszylinder zugeordnetes erstes Rad und ein zweites Generator-Bremsmoment auf ein dem zweiten Radbremszylinder zugeordnetes zweites Rad ausübbar sind. Insbesondere bei einer derartigen Ausbildung des Bremssystems ist eine ausreichende Rekuperationseffizienz mit optimalen Verblendvorgängen zu vertretbaren Kosten  
10 realisiert.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung kann die Steuervorrichtung des Bremssystems dazu ausgelegt sein, eine von einer fahrzeugeigenen Komponente vorgegebene Soll-Differenz eines hydraulischen Summen-Bremsmoments aus  
15 einem von dem ersten Radbremszylinder auf das erste Rad ausübbarsten ersten hydraulischen Bremsmoment und einem von dem zweiten Radbremszylinder auf das zweite Rad des Fahrzeugs ausübbarsten zweiten hydraulischen Bremsmoment zu empfangen, und, sofern das erste Radeinlassventil in einem offenen Zustand ist, das erste Radauslassventil derart anzusteuern, dass das erste hydraulische  
20 Bremsmoment um die Soll-Differenz änderbar ist, und, sofern das erste Radeinlassventil in einem geschlossenen Zustand und das zweite Radeinlassventil in einem offenen Zustand sind, das zweite Radauslassventil derart anzusteuern, dass das zweite hydraulische Bremsmoment um die Soll-Differenz änderbar ist. Dies erlaubt ein verlässliches Anpassen des hydraulischen Summen-  
25 Bremsmoments an ein bevorzugtes Soll-Gesamtbremsmoment und/oder an eine vorteilhafte Soll-Bremsmomentverteilung an allen Rädern.

Die in den oberen Absätzen beschriebenen Vorteile sind auch bei einem Fahrzeug mit einem entsprechenden Bremssystem gewährleistet.

30 Auch mittels eines korrespondierenden Verfahrens zum Abbremsen eines Fahrzeugs sind die oben beschriebenen Vorteile realisierbar.

35

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 einen Schaltplan einer ersten Ausführungsform des Bremssystems;
- Fig. 2 einen Schaltplan einer zweiten Ausführungsform des Bremssystems; und
- 10 Fig. 3 ein Flussdiagramm einer Ausführungsform des Verfahrens.

#### 15 Ausführungsformen der Erfindung

Fig. 1 zeigt einen Schaltplan einer ersten Ausführungsform des Bremssystems.

Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Bremssystem ist nicht nur in einem Elektro- oder Hybridfahrzeug einsetzbar. Stattdessen kann das Bremssystem auch in einem Fahrzeug eingesetzt werden, um beispielsweise eine bevorzugte Bremskraftverteilung an den Rädern des Fahrzeugs bei einem Bremsen während einer Kurvenfahrt und/oder einer Rückwärtsfahrt zu gewährleisten. Hinweise auf eine Einsetzbarkeit des Bremssystems in einem Elektro- oder Hybridfahrzeug sind lediglich beispielhaft zu verstehen.

Das Bremssystem umfasst einen ersten Bremskreis 10 zum Abbremsen zweier an einer gemeinsamen Achse angeordneter Räder 12a und 12b, einen zweiten Bremskreis 14 zum Abbremsen eines dritten Rads 16 und einen dritten Bremskreis 18 zum Abbremsen eines vierten Rads 20. Die Anwendbarkeit des Bremssystems ist jedoch nicht auf eine achsweise Anordnung der beiden Räder 12a und 12b beschränkt. Als Alternative dazu können die Räder 12a und 12b auch auf einer Seite eines zugehörigen Fahrzeugs oder diagonal an dem Fahrzeug angeordnet sein.

35

Es wird hier auch darauf hingewiesen, dass das dargestellte Bremssystem nicht auf die feste Anzahl von vier Rädern 12a, 12b, 16 und 20 beschränkt ist. Stattdessen

kann das Bremssystem so erweitert werden, dass eine größere Anzahl von Rädern abbrembar ist. Insbesondere kann das Bremssystem in diesem Fall mindestens zwei Bremskreise aufweisen, welche dem ersten Bremskreis 10 entsprechen.

- 5 In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Räder 12a und 12b die Hinterräder eines Fahrzeugs. Durch das nachfolgend beschriebene aktive Aufbauen eines Bremsdrucks zum Abbremsen der zwei Räder 12a und 12b ist insbesondere in diesem Fall auch ein starkes Abbremsen des Fahrzeugs ausführbar, ohne dass das Fahrzeug ins Schleudern kommt.

10

In der dargestellten Ausführungsform umfasst der erste Bremskreis 10 einen ersten Radbremszylinder 22a, welcher dazu ausgelegt ist, ein erstes hydraulisches Bremsmoment auf das zugeordnete erste Rad 12a auszuüben. Ein zweites hydraulisches Bremsmoment ist mittels eines zweiten Radbremszylinders 22b des  
15 ersten Bremskreises 10 auf das zweite Rad 12b ausübbar. Wie nachfolgend deutlich wird, sind mittels der beiden Radbremszylinder 22a und 22b unterschiedliche hydraulische Bremsmomente in Situationen, in welchen dies vorteilhaft ist, auf die Räder 12a und 12b ausübbar.

- 20 Zur Bereitstellung eines Bremsmediums, beispielsweise einer Bremsflüssigkeit oder eines Bremsgases, ist der erste Bremskreis 10 über mindestens eine Reservoirleitung 24 an ein Bremsmediumreservoir 26 angekoppelt. Der erste Bremskreis 10 weist somit nicht die konventionelle hydraulische Anbindung an einen Hauptbremszylinder 28 auf. Das Bremsmediumreservoir 26 kann über  
25 mindestens eine Zufuhröffnung, wie beispielsweise eine Schnüffelbohrung, mit dem Hauptbremszylinder 28 verbunden sein. Als Alternative dazu kann das Bremsmediumreservoir 26 auch getrennt von dem Hauptbremszylinder 28 und ohne eine derartige Zufuhröffnung ausgebildet sein.

- 30 Die Reservoirleitung 24 mündet in einer Leitung 30, an deren erstem Ende eine Ansaugseite einer ersten Pumpe 32 angekoppelt ist. Die erste Pumpe 32 kann beispielsweise eine Dreikolbenpumpe sein. Anstelle einer Dreikolbenpumpe kann auch eine Pumpe mit einer anderen Kolbenanzahl, beispielsweise eine Einkolbenpumpe, eine asymmetrische Pumpe oder eine Zahnradpumpe als erste  
35 Pumpe 32 verwendet werden. Von einer Förderseite der ersten Pumpe 32 verläuft eine Leitung 34 zu einem ersten Radeinlassventil 36a, welches über eine Leitung 38 mit dem ersten Radbremszylinder 22a verbunden ist. Das erste Radeinlassventil 36a ist mittels eines elektrischen Steuersignals/Schaltsignals zumindest in einen

geöffneten Zustand und in einen geschlossenen Zustand schaltbar. Parallel zu dem ersten Radeinlassventil 36a ist eine Bypassleitung mit einem Rückschlagventil 40a angeordnet. Das Rückschlagventil 40a ist so ausgerichtet, dass eine Bremsmediumverschiebung durch die Bypassleitung in eine Richtung von der Leitung 34 zu der Leitung 38, bzw. von der ersten Pumpe 32 zu dem ersten Radbremszylinder 22a unterbunden ist.

Über eine Leitung 42 ist die Förderseite der ersten Pumpe 32 mit einem zweiten Radeinlassventil 36b verbunden, welches ebenfalls eine parallel geführte Bypassleitung mit einem zweiten Rückschlagventil 40b aufweist. Von dem zweiten Radeinlassventil 36b verläuft eine Leitung 44 zu dem zweiten Radbremszylinder 22b. Entsprechend ist das Rückschlagventil 40b so ausgerichtet, dass eine Bremsmediumverschiebung durch die Bypassleitung in eine Richtung von der Leitung 42 zu der Leitung 44, bzw. von der ersten Pumpe 32 zu dem zweiten Radbremszylinder 22b, unterbunden ist.

Innerhalb der Leitung 38 ist ein Abzweigungspunkt 46 angeordnet, von welchem eine Leitung 48 zu einem ersten Radauslassventil 50a führt. Ein zweites Radauslassventil 50b ist über eine Leitung 52 mit einem innerhalb der Leitung 44 ausgebildeten Abzweigungspunkt 54 verbunden. Das erste Radauslassventil 50a und das zweite Radauslassventil 50b sind als stetig verstellbare/regelbare Ventile ausgebildet. Somit können die Radauslassventile 50a und 50b zusätzlich zu einem geöffneten Zustand und einem geschlossenen Zustand noch in mindestens einen Zwischenzustand geschaltet werden. Auf die Vorteile einer derartigen Ausbildung der Radauslassventile 50a und 50b wird unten genauer eingegangen.

Von dem ersten Radauslassventil 50a führt eine Leitung 56 zu einem von der ersten Pumpe 32 weggerichteten zweiten Ende der Leitung 30, in welches auch eine Leitung 58 von dem zweiten Radauslassventil 50b mündet. Eine weitere Leitung 60 führt von der Förderseite der ersten Pumpe 32 zu einem innerhalb der Reservoirleitung 24 angeordneten Abzweigungspunkt 62. Innerhalb der Leitung 60 ist ein vorzugsweise federbelastetes Rückschlagventil 64 angeordnet, welches so ausgerichtet ist, dass eine Bremsmediumverschiebung von der Reservoirleitung 24 zu der Förderseite der ersten Pumpe 32 unterbunden ist. Optional kann über einen weiteren Abzweigungspunkt 66 innerhalb der Leitung 60 ein Drucksensor 68 angekoppelt sein.

Die mittels eines elektrischen Steuersignals Radeinlassventile 36a und 36b und die stetig verstellbaren/regelbaren Radauslassventile 50a und 50b des ersten Bremskreises 10 können als stromlos offene Ventile ausgebildet sein. Das hier beschriebene Bremssystem ist jedoch nicht auf eine derartige Ausbildung  
5 beschränkt. Durch ein Ansteuern der Radeinlassventile 36a und 36b, der stetig verstellbaren/regelbaren Radauslassventile 50a und 50b und der ersten Pumpe 32 kann eine von einer Betätigung eines Bremseingabeelements durch den Fahrer entkoppelte oder unabhängige Druckeinstellung radindividuell in dem ersten Radbremszylinder 22a und in dem zweiten Radbremszylinder 22b ausgeführt  
10 werden. Dazu kann auch der Drucksensor 68 verwendet werden, dessen Anordnung lediglich beispielhaft zu verstehen ist.

Der erste Bremskreis 10 benötigt zum aktiven Aufbau eines radindividuellen Bremsdruckes in den Radbremszylindern 22a und 22b kein Umschaltventil. Dies reduziert die Anzahl der zum Aufbauen eines auf das erste Rad 12a wirkenden ersten hydraulischen Bremsmoments und eines auf das zweite Rad 12b wirkenden zweiten hydraulischen Bremsmoments benötigten (mittels eines elektrischen Steuersignals/Schaltsignals zumindest in einen geöffneten Zustand und in einen geschlossenen Zustand steuerbaren/schaltbaren) Ventile auf vier. Aufgrund der  
15 geringen Anzahl von für den ersten Bremskreis 10 benötigten elektrisch steuerbaren/schaltbaren Ventilen kann das Bremssystem um mindestens einen weiteren Bremskreis mit mindestens einem zusätzlichen elektrisch steuerbaren/schaltbaren Ventil erweitert werden, ohne dass für das Schalten der Ventile eine aufwendige/teure Elektronik bereitzustellen ist.  
20

Bei dem hier beschriebenen Bremssystem ist aufgrund der Bereitstellung und der Ausbildung des zweiten Bremskreises 14 und des dritten Bremskreises 18 zusätzlich zu einem fahrerunabhängigen oder einem von dem Bremspedal entkoppelten Bremsdruckaufbau auch ein direktes Abbremsen der Räder 16 und 20  
25 möglich. Dazu ist ein Bremspedal 70 an den Hauptbremszylinder 28 gekoppelt. Als Alternative oder als Ergänzung zu dem Bremspedal 70 kann auch ein anders ausgebildetes Bremseingabeelement an den Hauptbremszylinder 28 angekoppelt sein. Vorteilhafterweise ist zusätzlich ein Bremskraftverstärker 72 so an den Hauptbremszylinder 28 und/oder das Bremspedal 70 gekoppelt, dass ein durch ein  
30 Betätigen des Bremspedals 70 aufbaubarer Druck in einem Inneren des Hauptbremszylinders 28 mittels des Bremskraftverstärkers 72 verstärkbar ist. Der Bremskraftverstärker 72 kann beispielsweise ein elektromechanischer  
35

Bremskraftverstärkers 72 und/oder ein hydraulischer Bremskraftverstärkers 72 sein. Vorzugsweise ist der Bremskraftverstärkers 72 stetig regelbar/steuerbar.

5 Bevorzugter Weise ist ein Sensor 74 derart an dem Bremspedal 70 angeordnet, dass ein Betätigen des Bremspedals 70 durch den Fahrer mittels des Sensors 74 erfassbar ist. Vorzugsweise ist der Sensor 74 dazu ausgelegt, ein der Betätigung des Bremspedals 70 entsprechendes Bremskraft- und/oder Bremswegsignal an eine (nicht skizzierte) Auswerteelektronik bereitzustellen. Der Sensor 74 kann beispielsweise ein Pedalwegsensor, ein Booster-Membranwegsensor und/oder ein  
10 Stangenwegsensor sein. Die Ausführbarkeit des Sensors 74 ist jedoch nicht auf die hier aufgezählten Beispiele beschränkt.

An dem Hauptbremszylinder 28 ist eine erste Zufuhrleitung 76 für den zweiten Bremskreis 14 und eine zweite Zufuhrleitung 78 für den dritten Bremskreis 18  
15 angebracht. Dies ermöglicht ein direktes Einbremsen des Fahrers in den zweiten Bremskreis 14 und in den dritten Bremskreis 18.

Die erste Zufuhrleitung 76 verläuft zwischen dem Hauptbremszylinder 28 und einem ersten Hauptschaltventil 80 (Hochdruckschaltventil) des zweiten Bremskreises 14.  
20 Über einen Abzweigungspunkt 82 ist zusätzlich ein erstes Umschaltventil 84 an die erste Zufuhrleitung 76 angeschlossen. Ein von dem Hauptbremszylinder 28 ausgehender Bremsflüssigkeitsstrom kann somit über die Zufuhrleitung 76 wahlweise über das erste Hauptschaltventil 80 und/oder über das erste Umschaltventil 84 in eine Richtung zu einem dritten Radbremszylinder 86 des  
25 zweiten Bremskreises 14, welcher dem dritten Rad 16 des Fahrzeugs zugeordnet ist, fließen. Parallel zu dem Umschaltventil 84 ist eine Bypassleitung mit einem Rückschlagventil 88 angeordnet. Das Rückschlagventil 88 gewährleistet bei einer Fehlfunktion des Umschaltventils 84, welche sonst die hydraulische Verbindung zwischen dem Hauptbremszylinder 28 und dem Radbremszylinder 86 unterbrechen  
30 könnte, ein Weiterbestehen der hydraulischen Verbindung gerichtet in eine Richtung von dem Hauptbremszylinder 28 zu dem dritten Radbremszylinder 86. Somit kann eine dem dritten Radbremszylinder 86 zugeordnete Bremszange auch während eines Ausfalls des Umschaltventils 84 mittels einer Betätigung des Bremspedals 70 angesteuert werden.

35 Von einer der ersten Zufuhrleitung 76 abgewandten Seite des Umschaltventils 84 verläuft eine Leitung 90 zu einem dritten Radeinlassventil 92. Parallel zu dem dritten Radeinlassventil 92 verläuft eine Bypassleitung mit einem Rückschlagventil 94.

Zusätzlich ist das dritte Radeinlassventil 92 über eine Leitung 96 mit dem dritten Radbremszylinder 86 verbunden. Optional kann über einen Abzweigungspunkt 98 auch ein Drucksensor 100 an die Leitung 96 angeschlossen sein. Mittels des Drucksensors 100 kann ein Druck im Inneren des zweiten Bremskreises ermittelt werden.

In den Abzweigungspunkt 98 kann auch eine Leitung 102 münden, an deren Ende ein drittes Radauslassventil 104 angeordnet ist. Bevorzugter Weise ist das dritte Radauslassventil 104 als kostengünstiges Ventil lediglich in einen geöffneten und in eine geschlossenen Zustand schaltbar.

Der zweite Bremskreis 14 weist auch eine zweite Pumpe 106 auf, deren Ansaugseite über eine Leitung 108 mit dem dritten Radauslassventil 104 verbunden ist. Über einen Abzweigungspunkt 110 ist eine erste Speicherkammer 112 an die Leitung 108 gekoppelt. In einen weiteren Abzweigungspunkt 114 innerhalb der Leitung 108 mündet eine Leitung 116, an deren Ende das Hauptschaltventil 80 angekoppelt ist. Des Weiteren verbindet eine Leitung 118 eine Förderseite der zweiten Pumpe 106 mit einem Abzweigungspunkt 120 innerhalb der Leitung 90.

Vorzugsweise sind das erste Umschaltventil 84 und das dritte Radeinlassventil 92 des zweiten Bremskreises 14 als stromlos offene Ventile ausgebildet. In diesem Fall ist eine Ausbildung des ersten Hauptschaltventils 80 und des Radauslassventils 104 als stromlos geschlossene Ventile vorteilhaft.

Der dem vierten Rad 20 zugeordnete dritte Bremskreis 18 kann entsprechend dem zweiten Bremskreis 14 ausgebildet sein. Beispielsweise kann über einen Abzweigungspunkt 122 ein weiterer optionaler Drucksensor 124 an die zweite Zufuhrleitung 78 angeschlossen sein. Mittels des Drucksensors 124 kann ein im Inneren des dritten Bremskreises 18 vorliegender Druck ermittelbar sein. Über einen weiteren Abzweigungspunkt 126 kann eine Leitung 128 an die Zufuhrleitung 78 angeschlossen sein, welche von dem Abzweigungspunkt 126 zu einem zweiten Hauptschaltventil 130 führt. Der dritte Bremskreis 18 kann auch ein zweites Umschaltventil 132 aufweisen, welches an den Abzweigungspunkt 122 angekoppelt ist. Parallel zu dem Umschaltventil 132 kann eine Beipassleitung mit einem Rückschlagventil 134 verlaufen. Zur Ausrichtung des Rückschlagventils 134 wird auf das Beispiel des zweiten Bremskreises 14 verwiesen. Bevorzugter Weise führt eine Leitung 136 von dem zweiten Umschaltventil 132 zu einem vierten Radeinlassventil 138. Das vierte Radeinlassventil 138 ist über eine Leitung 140 mit

5 einem dem vierten Rad 20 zugeordneten Radbremszylinder 142 verbunden. Parallel zu dem vierten Radeinlassventil 138 kann eine Beipassleitung mit einem Rückschlagventil 144 verlaufen. Vorteilhaft ist es, wenn das Rückschlagventil 144 so ausgerichtet ist, dass ein Bremsmediumstrom durch die Beipassleitung in einer Richtung von der Leitung 136 zu der Leitung 140, bzw. von dem zweiten Umschaltventil 132 zu dem vierten Radbremszylinder 142 unterbunden ist.

10 In der das vierte Radeinlassventil 138 mit dem vierten Radbremszylinder 142 verbindenden Leitung 140 kann ein Abzweigungspunkt 146 angeordnet sein, in welchem eine Leitung 148 mit einem an deren Ende angeordneten vierten Radauslassventil 150 mündet. Von dem vierten Radauslassventil 150 kann eine weitere Leitung 152 zu einer Ansaugseite einer dritten Pumpe 154 führen. Die Förderseite der dritten Pumpe 154 ist über eine Leitung 156 mit einem in der Leitung 136 angeordneten Abzweigungspunkt 158 verbunden. Des Weiteren weist der dritte Bremskreis 18 eine zweite Speicherkammer 160 auf, welche über einen Abzweigungspunkt 162 an die Leitung 152 gekoppelt ist. Ein weiterer Abzweigungspunkt 164 in der Leitung 152 verbindet das Hauptschaltventil 130 des dritten Bremskreises 18 über eine Leitung 166 mit der dritten Pumpe 154.

20 Bevorzugter Weise sind das zweite Umschaltventil 134 und das vierte Radeinlassventil 138 als stromlos offene Ventile ausgebildet. In diesem Fall ist es vorteilhaft, wenn das zweite Hauptschaltventil 130 und das vierte Radauslassventil 150 als stromlos geschlossene Ventile ausgelegt sind. Die Ausführbarkeit des dritten Bremskreises 18 ist jedoch nicht auf diese Ausbildung der Ventile 130, 134, 25 138 und 150 beschränkt.

30 Als Alternative zu der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform kann der dritte Bremskreis 18 auch so ausgebildet sein, dass er signifikante Unterschiede zu dem zweiten Bremskreis 14 aufweist. Die hier dargestellten Ausführungsbeispiele für die Bremskreise 14 und 18 sind lediglich beispielhaft zu verstehen.

35 Die Pumpen 106 und 154 der beiden Bremskreise 14 und 18 können Einkolbenpumpen sein. Als Alternative zu der Verwendung einer Einkolbenpumpe für die Pumpe 106 und/oder 154 kann auch eine Dreikolbenpumpe, eine asymmetrische Pumpe und/oder eine Zahnradpumpe verwendet werden. Vorteilhafterweise können die Pumpen 32, 106 und 154 auf einer gemeinsamen Welle 168 eines Motors 170 angeordnet sein. Dies reduziert die Kosten für ein Bremssystem mit mindestens zwei Pumpen 32, 106 und 154.

Der zweite Bremskreis 14 und der dritte Bremskreis 18 sind so über die Leitungen 76 und 78 mit dem Hauptbremszylinder 28 hydraulisch verbunden, dass über eine erste Druckerhöhung in einem Innenvolumen des Hauptbremszylinders 28 eine  
5 zweite Druckerhöhung in einem Innenvolumen des dritten Radbremszylinders 86 und eine dritte Druckerhöhung in einem Innenvolumen des vierten Radbremszylinders 142 erzeugbar sind. Somit kann der Fahrer mittels einer Betätigung des Bremspedals 70 direkt in die beiden Bremskreise 14 und 18 hineinbremsen. Allerdings ist der Hauptbremszylinder 28 ausschließlich mit dem  
10 Radbremszylinder 86 und dem vierten Radbremszylinder 142 derart hydraulisch verbunden.

Bei der dargestellten Ausführungsform sind der dritte Radbremszylinder 86 und der vierte Radbremszylinder 142 neben den Radeinlassventilen 92 und 138 und den  
15 Radauslassventilen 104 und 150 mit jeweils einem eigenen Hauptschaltventil 80 oder 130 und einem eigenen Umschaltventil 84 oder 132 versehen. Die Funktionalität der beiden Bremskreise 14 und 18 und der darin angeordneten Ventile 80, 84, 92, 104, 130, 134, 138 und 150 entsprechen einem klassischen ESP-System, wobei jeder der beiden Bremskreise 14 und 18 lediglich eine  
20 Radbremse umfasst.

Im Weiteren wird eine bevorzugte Vorgehensweise zum Betreiben des Bremssystems mit den Bremskreisen 10, 14 und 18 beschrieben:

25 Im ungebremsten Fall sind die Ventile 36a, 36b, 50a, 50b, 80, 84, 92, 104, 130, 134, 138 und 150 der Bremskreise 10, 14 und 18 vorzugsweise nicht bestromt. In der Regel wird nur in Situationen, in welchen der Fahrer das Bremspedal 70 betätigt, ein Stromsignal an die Ventile von einer (nicht skizzierten) Steuervorrichtung/Steuerelektronik des Bremssystems bereitgestellt.

30

Betätigt der Fahrer das Bremspedal 70, so bremst er über den Hauptbremszylinder 28 direkt in die beiden Bremskreise 14 und 18, welche vorzugsweise der Vorderachse seines Rads zugeordnet sind, ein. Über den Sensor 74 kann der Bremswunsch des Fahrers, beispielsweise als Bremskraftsignal und/oder als  
35 Bremswegsignal, an eine Auswerteeinrichtung der Steuervorrichtung bereitgestellt werden. Anschließend kann ein Bremsdruck in den Radbremszylindern 22a und 22b des ersten Bremskreises 10 entsprechend oder unter Berücksichtigung des Fahrerbremswunsches von der Steuervorrichtung aktiv eingestellt werden. Dazu

können die erste Pumpe 32 und die beiden Radauslassventile 50a und 50b entsprechend des in den Radbremszylinder 22a und 22b des ersten Bremskreises gewünschten Bremsdrucks angesteuert werden. Die Einstellung des Bremsdrucks in den Radbremszylindern 12a und 12b erfolgt vorteilhafter Weise mittels einer  
5 delta-p-Ansteuerung des druckregelnden Auslassventils 50a oder 50b. Vorzugsweise ist dazu der Drucksensor 68 an den ersten Bremskreis 10 angekoppelt. Als Alternative dazu kann auch an mindestens einem der Räder 12a oder 12b ein Drucksensor angeordnet sein.

10 Bei einem Entbremsen, d.h. einer nachlassenden Betätigung des Bremspedals 70 durch den Fahrer, wird mindestens eines der Radauslassventile 50a und 50b des ersten Bremskreises entsprechend des abnehmenden Bremswunsches geöffnet. Somit kann das Bremsmediumvolumen über das mindestens eine geöffnete Radauslassventil 50a und 50b zurück in das Bremsmediumreservoir 26 fließen.

15 Es wird darauf hingewiesen, dass bei der hier dargestellten Ausführung der Bremskreise 10, 14 und 18 ein Betreiben der ersten Pumpe 32 des ersten Bremskreises 10 nicht mit einer automatischen Volumenförderung in den anderen Bremskreisen 14 und 18 verbunden ist. Obwohl in diesem Fall die Pumpen 106 und  
20 154 aufgrund ihrer gemeinsamen Anordnung auf der Welle 90 mitbetrieben werden, kann mittels der geschlossenen Hauptschaltventile 80 und 130 ein ungewollter zusätzlicher Druckaufbau in den Radbremszylindern 86 und 142 der Bremskreise 14 und 18 unterbunden werden. Somit kann, sofern dies gewünscht wird, über ein Betreiben des Motors 170 ausschließlich in den Radbremszylindern 22a und 22b  
25 des ersten Bremskreises 10 ein Druckaufbau aktiv ausgeführt werden. Gleichzeitig kann, sofern dies gewünscht wird, in den Bremskreisen 14 und 18 auch ein aktiver Druckaufbau ohne eine Betätigung des Bremspedals 70 durch den Fahrer über ein Öffnen mindestens eines der Hauptschaltventile 80 und 130 und ein Betreiben der Pumpen 106 oder 154 erfolgen.

30 Soll der Bremsdruck in wenigstens einem der Bremszylinder 86 oder 142 mittels der Pumpe 106 oder 154 erhöht und gleichzeitig die vorliegenden hydraulischen Bremsmomente an den beiden Rädern 12a und 12b konstant gehalten oder reduziert werden, so werden beide Radeinlassventile 36a und 36b des ersten  
35 Bremskreises 10 bei laufender erster Pumpe 32 geschlossen. In diesem Fall kann sich zwischen der Förderseite der ersten Pumpe 32 und den beiden Radeinlassventilen 36a und 36b ein erhöhter Druck aufbauen. Über ein Öffnen des vorteilhafter Weise federbelasteten Rückschlagventils 64 und ein Zurückbefördern

des geförderten Volumens in das Bremsmediumreservoir 26 kann jedoch in diesem Fall ein Schaden an der Hydraulikeinheit verhindert werden.

Die in den oberen Absätzen beschriebene Vorgehensweise ist beispielsweise zum Verblenden eines Generator-Bremsmoments eines an die Achse der Räder 12a und 12b angekoppelten Generators anwendbar:

Mittels des Sensors 74 kann festgestellt werden, welches Gesamt-Bremsmoment der Fahrer im Hinblick auf die aktuelle Verkehrssituation wünscht. Gleichzeitig kann ermittelt werden, welches Generator-Bremsmoment gerade mittels des Generators auf die den Rädern 12a und 12b zugeordnete Achse ausgeübt wird. Über eine (nicht dargestellte) Auswerteeinrichtung der Steuervorrichtung/Elektronik kann anschließend eine Bremsmoment-Differenz zwischen dem gewünschten Gesamt-Bremsmoment, (evtl. dem auf die Räder 16 und 20 ausgeübten hydraulischen Bremsmoment) und dem auf die Räder 12a und 12b ausgeübten Generator-Bremsmoment berechnet werden. Die berechnete Bremsmoment-Differenz kann durch ein Betreiben der Pumpe 32 und ein Steuern der Radeinlassventile 36a und/oder 36b und der stetig regelbaren/steuerbaren Radauslassventile 50a und 50b aktiv an den Rädern 12a und 12b eingestellt werden.

Somit können die auf die Räder 12a und 12b ausgeübten hydraulischen Bremsmomente an das bekannte, aber nicht zeitlich konstante Generator-Bremsmoment angepasst werden. Man kann dies als ein Verblenden des Generator-Bremsmoments bezeichnen, wobei sicher gewährleistet ist, dass trotz zeitlicher Schwankungen des Generator-Bremsmoments ein gewünschtes Gesamt-Bremsmoment, welches vorzugsweise der Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer entspricht, an den Rädern 12a und 12b eingehalten wird. Das Verblenden des Generator-Bremsmoments ist für den Fahrer nicht wahrnehmbar.

Mittels der in den oberen Absätzen beschriebenen Vorgehensweise ist es auch möglich, eine bevorzugte Bremskraftverteilung an den Rädern 12a, 12b, 16 und 20 des Fahrzeugs bei einem Bremsen während einer Kurvenfahrt und/oder während einer Rückwärtsfahrt einzustellen. Beispiele dafür sind die schon genannte querbeschleunigungsabhängige Bremskraftverteilung, das dynamische Kurvenbremsen und/oder die Erhöhung der Bremskraft an der Hinterachse beim Bremsen während einer Rückwärtsfahrt.

Im Weiteren wird eine besonders vorteilhafte Möglichkeit zum Einstellen einer vorgegebenen Soll-Differenz eines hydraulischen Summen-Bremsmoments aus einem von dem ersten Radbremszylinder 22a auf das erste Rad 16a ausgeübten ersten hydraulischen Bremsmoment und einem von dem zweiten Radbremszylinder 22b auf das zweiten Rad 12b ausgeübten zweiten hydraulischen Bremsmoment, beziehungsweise einer der Soll-Differenz entsprechenden Vorgabe, beschrieben:

Dazu kann die Steuervorrichtung nach einem Empfangen der Soll-Differenz so ausgelegt sein, dass sie ermittelt, ob das erste Radeinlassventil 36a und/oder das zweite Radeinlassventil 36b in einem offenen oder in einem geschlossenen Zustand gesteuert sind. Insbesondere kann die Steuervorrichtung dazu ausgelegt sein, sofern das erste Radeinlassventil 36a in einem offenen Zustand ist, das erste Radauslassventil 50a derart anzusteuern, dass das erste hydraulische Bremsmoment um die Soll-Differenz änderbar ist. Entsprechend kann die Steuervorrichtung dazu ausgelegt sein, sofern das erste Radeinlassventil 36a in einem geschlossenen Zustand und das zweite Radeinlassventil 36b in einem offenen Zustand sind, das zweite Radauslassventil 50b derart anzusteuern, dass das zweite hydraulische Bremsmoment um die Soll-Differenz änderbar ist. Die Soll-Differenz kann eine positive oder eine negative Differenz des hydraulischen Summen-Bremsmoments sein.

Man kann diese Ansteuerung der beiden stetig regelbaren/steuerbaren Radauslassventile 50a und 50b auch so umschreiben, dass bei einem vollständigen Schließen eines einem Radbremszylinder 22a oder 22b zugeordneten Radeinlassventils 36a oder 36b die Regelung des Radbremsdrucks über das dem anderen Radbremszylinder 22a oder 22b zugeordnete Radauslassventil 50a oder 50b erfolgt. Insbesondere ist bei einer derartigen Ausbildung der Steuervorrichtung gewährleistet, dass auch wenn das erste Radeinlassventil 36a aufgrund einer ABS-Regelung beschlossen ist, die Druckeinstellung für ein gewünschtes Summen-Bremsmoment aus dem ersten hydraulischen Bremsmoment und dem zweiten hydraulischen Bremsmoment über das Betreiben des zweiten Radauslassventils 50b einstellbar ist. Die Funktionalität der regelbaren Druckeinstellung für den ersten Bremskreis kann somit von dem ersten Radauslassventil 50a auf das zweite Radauslassventil 50b übergehen. Auch ein eventuell notwendiges vollständiges Entbremsen kann dabei über das zweite Radauslassventil 50b erfolgen. Entsprechend ist auch die umgekehrte Vorgehensweise im Falle einer ABS-Regelung mittels des zweiten Radeinlassventils 36b ausführbar. (Die ABS-

Regelung an mindestens einem der Räder 16 und/oder 20 kann auf herkömmliche Weise verfolgen.)

Das Betreiben des Bremssystems ist jedoch nicht auf diese Ansteuerstrategie der beiden stetig regelbaren/steuerbaren Radauslassventile 50a und 50b beschränkt. Andere Ansteuerungsstrategien sind ebenfalls denkbar.

Das hier beschriebene Bremssystem gewährleistet auch bei einer Funktionsbeeinträchtigung eines seiner Bremskreise 10, 14 oder 18 einen vorteilhaften Sicherheitsstandard:

Sofern einer der beiden Bremskreise 14 oder 18 ausfällt, kann der in dem ersten Bremskreis 10 aktiv einstellbare hydraulische Summen-Bremsdruck entsprechend angepasst werden. Dies ermöglicht ein verlässliches Bremsen an drei Rädern 12a, 12b, 16 oder 20. Im Falle eines Ausfalls des ersten Bremskreises 10, beispielsweise aufgrund eines elektrischen Fehlers der Steuer-, Übertragungs- oder Energieversorgungseinrichtung, weist das erfindungsgemäße Bremssystem noch eine durch den Bremskraftverstärker 72 verstärkbare Bremsfunktion mittels eines direkten Einbremsens in die beiden Bremskreise 14 und 18 auf.

Es wird darauf hingewiesen, dass das in Figur 1 dargestellte Bremssystem nicht mehr als 12 mittels eines elektrischen Steuersignals/Schaltsignals zumindest in einen offenen Zustand steuerbare/schaltbare Ventile 36a, 36b, 50a, 50b, 80, 88, 92, 104, 130, 134, 138 und 150 benötigt. Somit kann trotz der vorteilhaften X-Bremskreisauftteilung, des auch bei einem Ausfall eines der Bremskreise 10, 14 und 18 hohen Sicherheitsstandards und der Möglichkeit eines radindividuellen Einstellens des hydraulischen Bremsdruckes an allen Rädern 12a, 12b, 16 und 18 eine kostengünstige Steuervorrichtung zum Betreiben des dargestellten Bremssystems verwendet werden. Das Bremssystem der Figur 1 ist somit kostengünstig herstellbar.

Fig. 2 zeigt einen Schaltplan einer zweiten Ausführungsform des Bremssystems.

Das in Fig. 2 schematisch dargestellte Bremssystem zeigt einen signifikanten Vorteil eines stetig regelbaren/steuerbaren Bremskraftverstärkers 72. Unter einem derartigen stetig regelbaren und/oder stetig steuerbaren Bremskraftverstärker 72 kann auch ein aktiver Bremskraftverstärker 72 verstanden werden. Für den stetig regelbaren/steuerbaren Bremskraftverstärker 72 ist beispielsweise ein (klassischer)

Vakuum-Bremskraftverstärker mit steuerbarer Betätigungseinrichtung, ein elektromechanischer Bremskraftverstärker und/oder eine andere Einrichtung für einen Druckaufbau ohne Pedalbetätigung einsetzbar.

5 Aufgrund der Ausstattung des Bremssystems mit einem stetig regelbaren/steuerbaren Bremskraftverstärker 72 können jeweils ein Hauptschaltventil und/oder ein Umschaltventil des zweiten Bremskreises 14 und des dritten Bremskreises 18 eingespart werden. Außerdem entfallen im Vergleich zu der oberen Ausführungsform Leitungen und Verzweigungspunkte. Bevorzugter  
10 Weise weist jeder der Bremskreise 14 und 18 als steuerbare Ventile lediglich ein Einlassventil 92 oder 138 und ein Auslassventil 104 oder 150 auf. Das mit dem stetig regelbaren/steuerbaren Bremskraftverstärker 72 ausgestattete Bremssystem ist somit kostengünstiger herstellbar und benötigt weniger Bauraum.

15 Die Gesamtzahl der ansteuerbaren Ventile 36a, 36b, 50a, 50b, 92, 104, 138 und 150 des Bremssystems kann damit auf einfache Weise auf acht reduziert werden. Zum Betreiben des Bremssystems mit den insgesamt acht ansteuerbaren Ventilen 36a, 36b, 50a, 50b, 92, 104, 138 und 150 ist deshalb auch eine kostengünstige Elektronik geeignet.

20 Für einen schnellen Druckaufbau in zumindest den Radbremszylindern 86 und 142, beispielsweise in einer Notbremssituation, kann der vorteilhafte Bremsdruck unter gleichzeitigem Einsatz des stetig regelbaren/steuerbaren Bremskraftverstärkers 72 und mindestens einer Pumpe 106 und 154 aufgebaut werden. Auch aktive  
25 Druckaufbauten, d.h. Bremsvorgänge ohne eine Betätigung des Bremspedals 70, können mittels des stetig regelbaren/steuerbaren Bremskraftverstärkers 72 ausgeführt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass der verwendbare stetig regelbare/steuerbare  
30 Bremskraftverstärker 72 aufgrund seiner Verwendung zum Abbremsen von lediglich zwei Rädern 16 und 20 kleiner dimensionierbar und kostengünstiger realisierbar ist.

Figur 3 zeigt ein Flussdiagramm einer Ausführungsform des Verfahrens.

35 Mittels des im Weiteren beschriebenen Verfahrens ist ein Fahrzeug vorteilhaft abbremsbar. Dazu ist ein kostengünstiges Bremssystem verwendbar. Ein geeignetes Bremssystem umfasst einen Hauptbremszylinder, ein Bremsmediumreservoir und mindestens einen ersten Bremskreis, welcher über eine

Reservoirleitung mit dem Bremsmediumreservoir verbunden ist. Der erste Bremskreis umfasst einen ersten Radbremszylinder und einen zweiten Radbremszylinder, ein dem ersten Radbremszylinder zugeordnetes erstes Radeinlassventil und ein dem zweiten Radbremszylinder zugeordnetes zweites Radeinlassventil, eine Pumpe, mittels welcher ein erstes Bremsmediumvolumen von der Reservoirleitung durch das geöffnete erste Radeinlassventil in den ersten Radbremszylinder und ein zweites Bremsmediumvolumen von der Reservoirleitung durch das geöffnete zweite Radeinlassventil in den zweiten Radbremszylinder pumpbar sind, ein stetig verstellbares erstes Radauslassventil, mittels welchem eine erste Bremsmediumverschiebung aus dem ersten Radbremszylinder in das Bremsmediumreservoir steuerbar ist, ein stetig regelbares zweites Radauslassventil, mittels welchem eine zweite Bremsmediumverschiebung aus dem zweiten Radbremszylinder in das Bremsmediumreservoir steuerbar ist, und eine Verbindungsleitung mit einem vorzugsweise federbelasteten Rückschlagventil, über welche eine Förderseite der Pumpe mit dem Bremsmediumreservoir verbunden ist. Dabei ist eine Bremsmediumverschiebung durch die Verbindungsleitung von dem Bremsmediumreservoir zu der Förderseite der Pumpe durch das vorzugsweise federbelastete Rückschlagventil unterbunden. Zum Ausführen des Verfahrens kann beispielsweise das oben beschriebene Bremssystem herangezogen werden. Die Verwendbarkeit des Verfahrens ist jedoch nicht auf ein derartiges Bremssystem limitiert.

In einem Verfahrensschritt S1 wird ermittelt, ob das erste Radeinlassventil in einem offenen Zustand ist. Sofern dabei ermittelt wird, dass das erste Radeinlassventil in dem offenen Zustand ist, wird in einem Verfahrensschritt S2 ein hydraulisches Summen-Bremsmoment aus einem von dem ersten Radbremszylinder auf ein erstes Rad des Fahrzeugs ausgeübten ersten hydraulischen Bremsmoment und einem von dem zweiten Radbremszylinder auf ein zweites Rad des Fahrzeugs ausgeübten hydraulischen Bremsmoment um eine Soll-Differenz geändert. Dies geschieht in dem Verfahrensschritt S2 durch Ansteuern des ersten Radauslassventils derart, dass das erste hydraulische Bremsmoment um die Soll-Differenz geändert wird.

Sofern in dem Verfahrensschritt S1 ermittelt wird, dass das erste Radeinlassventil in einem geschlossenen Zustand ist, wird anstelle des Verfahrensschritts S2 der im Weiteren beschriebene Verfahrensschritt 3 ausgeführt. Dabei wird in dem Verfahrensschritt S3 ermittelt, ob das zweite Radeinlassventil in einem offenen Zustand ist.

Wird in dem dritten Verfahrensschritt ermittelt, dass das zweite Radeinlassventil in dem offenen Zustand ist, so erfolgt das Ändern des hydraulischen Summen-Bremsmoment durch Ansteuern des zweiten Radauslassventils derart, dass das  
5 zweite hydraulische Bremsmoment und die Soll-Differenz geändert wird (Verfahrensschritt S4). Sofern in dem Verfahrensschritt S3 ermittelt wird, dass das zweite Radeinlassventil in einem geschlossenen Zustand ist, kann in einem optionalen Verfahrensschritt S5 eine vorgegebene Wartezeit eingehalten werden, bevor der Verfahrensschritt S1 oder der Verfahrensschritt S3 wiederholt wird.

10

Das hier beschriebene Verfahren ist einfach ausführbar. Somit sind auch mittels des Verfahrens die oben schon genannten Vorteile realisierbar.

## Ansprüche

- 5 1. Bremssystem für ein Fahrzeug mit
- einem Hauptbremszylinder (28);
- einem Bremsmediumreservoir (26); und
- 10 einem ersten Bremskreis (10), welcher über eine Reservoirleitung (24) mit dem Bremsmediumreservoir (26) verbunden ist, mit
- mindestens einem ersten Radbremszylinder (22a);
- 15 einem dem ersten Radbremszylinder (22a) zugeordneten ersten Radeinlassventil (36a);
- einer ersten Pumpe (32); und
- 20 einem dem ersten Radbremszylinder (22a) zugeordneten ersten Radauslassventil (50a);
- dadurch gekennzeichnet, dass
- 25 mittels der ersten Pumpe (32) ein erstes Bremsmediumvolumen von der Reservoirleitung (24) durch das geöffnete erste Radeinlassventil (36a) in den ersten Radbremszylinder (22a) pumpbar ist;
- 30 das erste Radauslassventil (50a) ein stetig verstellbares erstes Radauslassventil (50a) ist, mittels welchem eine erste Bremsmediumverschiebung aus dem ersten Radbremszylinder (22a) in das Bremsmediumreservoir (26) steuerbar ist; und
- das Bremssystem eine Verbindungsleitung (60) mit einem Rückschlagventil (64)
- 35 umfasst, über welche eine Förderseite der ersten Pumpe (32) mit dem Bremsmediumreservoir (26) verbunden ist, wobei eine Bremsmediumverschiebung

von dem Bremsmediumreservoir (26) zu der Förderseite der ersten Pumpe (32) durch das Rückschlagventil (64) unterbunden ist.

- 5 2. Bremssystem nach Anspruch 1, wobei der erste Bremskreis (10) einen zweiten Radbremszylinder (22b) mit einem zugeordneten zweiten Radeinlassventil (36b) und einem stetig verstellbaren zweiten Radauslassventil (50b) umfasst, und wobei mittels der ersten Pumpe (32) ein zweites Bremsmediumvolumen von der Reservoirleitung (24) durch das geöffnete zweite Radeinlassventil (36b) in den zweiten Radbremszylinder 10 (22b) pumpbar ist und mittels des stetig verstellbaren zweiten Radauslassventils (50b) eine zweite Bremsmediumsverschiebung aus dem zweiten Radbremszylinder (22b) in das Bremsmediumreservoir (26) steuerbar ist.
- 15 3. Bremssystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Bremssystem zumindest einen zweiten Bremskreis (14) mit einem dritten Radbremszylinder (86) umfasst, und wobei der zweite Bremskreis (14) über eine erste Leitung (76) mit dem Hauptbremszylinder (28) hydraulisch derart verbunden ist, dass über eine erste Druckerhöhung in einem Innenvolumen des Hauptbremszylinders 20 (28) eine zweite Druckerhöhung in einem Innenvolumen des dritten Radbremszylinders (86) erzeugbar ist.
- 25 4. Bremssystem nach Anspruch 3, wobei das Bremssystem einen dritten Bremskreis (18) mit einem vierten Radbremszylinder (142) umfasst, und wobei der dritte Bremskreis (18) über eine zweite Leitung (78) mit dem Hauptbremszylinder (28) hydraulisch derart verbunden ist, dass über die erste Druckerhöhung in dem Innenvolumen des Hauptbremszylinders (28) 30 zusätzlich eine dritte Druckerhöhung in einem Innenvolumen des vierten Radbremszylinders (142) erzeugbar ist.
5. Bremssystem nach Anspruch 3 oder 4, wobei das Bremssystem einen stetig regelbaren und/oder stetig steuerbaren Bremskraftverstärkers (72) umfasst.
- 35 6. Bremssystem nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei der zweite Bremskreis (14) genau zwei ansteuerbare Ventile (92, 104) und/oder der dritte Bremskreis (18) genau zwei ansteuerbare Ventile (138, 150) aufweisen.

7. Bremssystem nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei der zweite Bremskreis (14) umfasst:

5 ein dem dritten Radbremszylinder (86) zugeordnetes drittes Radeinlassventil (92);

10 eine zweite Pumpe (106), mittels welcher ein drittes Bremsmediumvolumen aus dem Hauptbremszylinder (28) durch das geöffnete Hauptschaltventil (80) und das geöffnete dritte Radeinlassventil (92) in den dritten Radbremszylinder (89) pumpbar ist;

eine erste Speicherkammer (112); und

15 ein drittes Radauslassventil (104), mittels welchem eine dritte Bremsmediumverschiebung aus dem dritten Radbremszylinder (86) in die erste Speicherkammer (112) steuerbar ist.

8. Bremssystem nach Anspruch 7, wobei der zweite Bremskreis (14) zusätzlich ein Hauptschaltventil (80) und/oder ein Umschaltventil (84) umfasst.

9. Bremssystem nach Anspruch 7 oder 8, wobei zumindest die erste Pumpe (32) und die zweite Pumpe (106) auf einer gemeinsamen Welle (168) eines Motors (170) angeordnet sind.

10. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bremssystem genau zwölf ansteuerbaren Ventile (36a, 36b, 50a, 50b, 80, 84, 92, 104, 130, 134, 138, 150) aufweist, welche mittels eines von einer Steuervorrichtung des Bremssystems bereitgestellten elektrischen Signals zumindest in einen geöffneten Zustand und in einen geschlossenen Zustand steuerbar sind.

11. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bremssystem einen Generator umfasst, mittels welchem ein erstes Generator-Bremsmoment auf ein dem ersten Radbremszylinder (22a) zugeordnetes erstes Rad (12a) und ein zweites Generator-Bremsmoment auf ein dem zweiten Radbremszylinder (22b) zugeordnetes zweites Rad (12b) ausübbar sind.

12. Bremssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 11, wobei die Steuervorrichtung des Bremssystems dazu auslegt ist, eine von einer fahrzeugeigenen Komponente vorgegebene Soll-Differenz eines hydraulischen Summen-Bremsmoments aus einem von dem ersten Radbremszylinder (22a) auf das erste Rad (12a) ausübba-  
5 ren ersten hydraulischen Bremsmoment und einem von dem zweiten Radbremszylinder (22b) auf das zweite Rad (12b) ausübba-  
ren zweiten hydraulischen Bremsmoment zu empfangen, und, sofern das erste Radeinlassventil (36a) in einem offenen Zustand ist, das erste Radauslassventil (50a) derart  
10 anzusteuern, dass das erste hydraulische Bremsmoment um die Soll-Differenz änderbar ist, und, sofern das erste Radeinlassventil (36a) in einem geschlossenen Zustand und das zweite Radeinlassventil (36b) in einem offenen Zustand sind, das zweite Radauslassventil (50b) derart anzusteuern,  
15 dass das zweite hydraulische Bremsmoment um die Soll-Differenz änderbar ist.
13. Verfahren zum Betreiben eines Bremssystems eines Fahrzeugs mit einem Hauptbremszylinder (28), einem Bremsmediumreservoir (26) und einem ersten Bremskreis (10), welcher über eine Reservoirleitung (24) mit dem  
20 Bremsmediumreservoir (26) verbunden ist, mit mindestens einem ersten Radbremszylinder (22a) und einem zweiten Radbremszylinder (22b), einem dem ersten Radbremszylinder (22a) zugeordneten ersten Radeinlassventil (36a) und einem dem zweiten Radbremszylinder (22b) zugeordneten zweiten Radeinlassventil (36b), einer Pumpe (32), mittels welcher ein erstes  
25 Bremsmediumvolumen von der Reservoirleitung (24) durch das geöffnete erste Radeinlassventil (36a) in den ersten Radbremszylinder (22a) und ein zweites Bremsmediumvolumen von der Reservoirleitung (24) durch das geöffnete zweite Radeinlassventil (36b) in den zweiten Radbremszylinder (22b) pumpbar sind, einem stetig verstellbaren ersten Radauslassventil (50a),  
30 mittels welchem eine erste Bremsmediumsverschiebung aus dem ersten Radbremszylinder (22a) in das Bremsmediumreservoir (26) steuerbar ist, einem stetig verstellbaren zweiten Radauslassventil (50b), mittels welchem eine zweite Bremsmediumsverschiebung aus dem zweiten Radbremszylinder (22b) in das Bremsmediumreservoir (26) steuerbar ist, und einer  
35 Verbindungsleitung (60) mit einem Rückschlagventil (64), über welche eine Förderseite der Pumpe (32) mit dem Bremsmediumreservoir (26) verbunden ist, wobei eine Bremsmediumsverschiebung von dem Bremsmediumreservoir

(26) zu der Förderseite der Pumpe (32) durch das Rückschlagventil (64) unterbunden ist, mit den Schritten:

5 Ermitteln, ob das erste Radeinlassventil (36a) in einem offenen Zustand ist (S1);

10 sofern ermittelt wird, dass das erste Radeinlassventil (36a) in dem offenen Zustand ist, Ändern eines hydraulischen Summen-Bremsmoments aus einem von dem ersten Radbremszylinder (22a) auf ein erstes Rad (12a) des Fahrzeugs ausgeübten ersten hydraulischen Bremsmoment und einem von dem zweiten Radbremszylinder (22b) auf ein zweites Rad (12b) des Fahrzeugs ausgeübten zweiten hydraulischen Bremsmoment um eine Soll-Differenz durch Ansteuern des ersten Radauslassventils (50a) derart, dass das erste hydraulische Bremsmoment um die Soll-Differenz geändert wird (S2);

15  
20 sofern ermittelt wird, dass das erste Radeinlassventil (36a) in einem geschlossenen Zustand ist, Ermitteln, ob das zweite Radeinlassventil (36b) in einem offenen Zustand ist (S3); und

25 sofern ermittelt wird, dass das zweite Radeinlassventil (36b) in dem offenen Zustand ist, Ändern des hydraulischen Summen-Bremsmoments durch Ansteuern des zweiten Radauslassventils (50b) derart, dass das zweite hydraulische Bremsmoment um die Soll-Differenz geändert wird (S4).





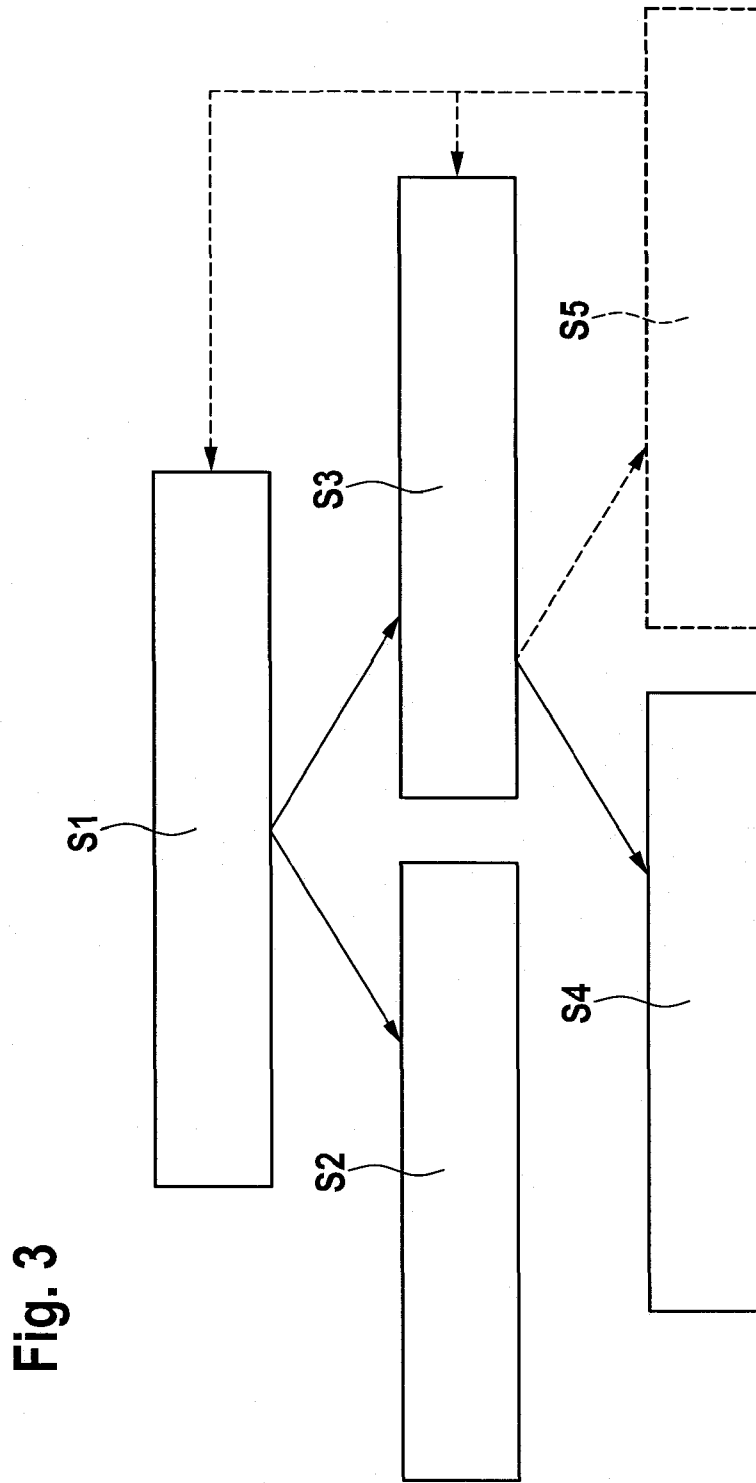


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2011/051516

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B60T8/26  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
B60T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 94/25322 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]; FEIGEL HANS JOERG [DE]; GRAEBER JOHANNES [DE];) 10 November 1994 (1994-11-10)	1,2, 11-13
Y	page 7, last paragraph - page 8, paragraph 2 page 10, paragraph 2 - paragraph 3; figure	3,4,6-10
Y	----- WO 2009/149977 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; WUERTH GEBHARD [DE]; MEHL VOLKER [DE]; KUNZ MI) 17 December 2009 (2009-12-17)	3,4,6-10
A	page 8, line 15 - line 25; figures 1,2	1,2,11, 13
A	----- DE 33 45 694 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 27 June 1985 (1985-06-27) page 19, last paragraph - page 20, last paragraph; figure 5	1-4,13
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  11 April 2011	Date of mailing of the international search report  21/04/2011
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Meijs, Paul
--	---------------------------------------

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2011/051516

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 25 278 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 9 December 1999 (1999-12-09) column 3, line 38 - column 4, line 2; figure 2	1,13
Y	----- DE 10 2005 061543 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 5 July 2007 (2007-07-05) paragraph [0011]; figure	1-3,7-9, 11
A	paragraph [0013] - paragraph [0016]	13
Y	----- WO 2008/058985 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; SCHMIDT HOLGER [DE]; FEIGEL HANS-J) 22 May 2008 (2008-05-22)	1-3,7-9, 11
A	claims 5,8	13
A	----- US 2002/158510 A1 (KOBAYASHI KAZUO [JP] ET AL) 31 October 2002 (2002-10-31) paragraph [0040] - paragraph [0041] paragraph [0044]; figure 1	5
	-----	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/051516

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9425322	A1	10-11-1994	DE 4314448 A1
			EP 0695251 A1
			US 5769509 A
-----			
WO 2009149977	A1	17-12-2009	DE 102008002345 A1
			EP 2288524 A1
-----			
DE 3345694	A1	27-06-1985	FR 2556672 A1
			GB 2151731 A
			IT 1177409 B
			JP 1922224 C
			JP 6047371 B
			JP 60154945 A
			SE 460591 B
			SE 8406305 A
			US 4674804 A
-----			
DE 19825278	A1	09-12-1999	NONE
-----			
DE 102005061543	A1	05-07-2007	NONE
-----			
WO 2008058985	A1	22-05-2008	DE 102007043592 A1
-----			
US 2002158510	A1	31-10-2002	JP 2002321611 A
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60T8/26 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60T		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 94/25322 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]; FEIGEL HANS JOERG [DE]; GRAEBER JOHANNES [DE];) 10. November 1994 (1994-11-10)	1,2, 11-13
Y	Seite 7, letzter Absatz - Seite 8, Absatz 2 Seite 10, Absatz 2 - Absatz 3; Abbildung -----	3,4,6-10
Y	WO 2009/149977 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; WUERTH GEBHARD [DE]; MEHL VOLKER [DE]; KUNZ MI) 17. Dezember 2009 (2009-12-17)	3,4,6-10
A	Seite 8, Zeile 15 - Zeile 25; Abbildungen 1,2 -----	1,2,11, 13
A	DE 33 45 694 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 27. Juni 1985 (1985-06-27) Seite 19, letzter Absatz - Seite 20, letzter Absatz; Abbildung 5 -----	1-4,13
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
11. April 2011		21/04/2011
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Meijs, Paul

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 198 25 278 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 9. Dezember 1999 (1999-12-09) Spalte 3, Zeile 38 - Spalte 4, Zeile 2; Abbildung 2 -----	1,13
Y	DE 10 2005 061543 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 5. Juli 2007 (2007-07-05) Absatz [0011]; Abbildung Absatz [0013] - Absatz [0016] -----	1-3,7-9, 11 13
Y	WO 2008/058985 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; SCHMIDT HOLGER [DE]; FEIGEL HANS-J) 22. Mai 2008 (2008-05-22) Ansprüche 5,8 -----	1-3,7-9, 11 13
A	US 2002/158510 A1 (KOBAYASHI KAZUO [JP] ET AL) 31. Oktober 2002 (2002-10-31) Absatz [0040] - Absatz [0041] Absatz [0044]; Abbildung 1 -----	5

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/051516

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9425322	A1	10-11-1994	DE 4314448 A1 10-11-1994
			EP 0695251 A1 07-02-1996
			US 5769509 A 23-06-1998
-----			
WO 2009149977	A1	17-12-2009	DE 102008002345 A1 17-12-2009
			EP 2288524 A1 02-03-2011
-----			
DE 3345694	A1	27-06-1985	FR 2556672 A1 21-06-1985
			GB 2151731 A 24-07-1985
			IT 1177409 B 26-08-1987
			JP 1922224 C 07-04-1995
			JP 6047371 B 22-06-1994
			JP 60154945 A 14-08-1985
			SE 460591 B 30-10-1989
			SE 8406305 A 18-06-1985
			US 4674804 A 23-06-1987
-----			
DE 19825278	A1	09-12-1999	KEINE
-----			
DE 102005061543	A1	05-07-2007	KEINE
-----			
WO 2008058985	A1	22-05-2008	DE 102007043592 A1 21-05-2008
-----			
US 2002158510	A1	31-10-2002	JP 2002321611 A 05-11-2002
-----			