

(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
31. Oktober 2019 (31.10.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/206565 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60T 15/20 (2006.01) B60T 8/32 (2006.01)
B60T 13/68 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/058046

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. März 2019 (29.03.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 110 088.4
26. April 2018 (26.04.2018) DE

(71) Anmelder: WABCO GMBH [DE/DE]; Am Lindener Hafen 21, 30453 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **BEIER, Peter**; Treuburger Str. 3, 31515 Wunstorf (DE). **OTREMBA, Robert**; Meiergarten 10, 30952 Ronnenberg (DE). **VAN THIEL, Julian**; Eichstr. 9, 30161 Hannover (DE).

(74) Anwalt: **RABE, Dirk-Heinrich**; WABCO GmbH, IP / Intellectual Property, Am Lindener Hafen 21, 30453 Hannover (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: CONTROL VALVE, ELECTRONICALLY CONTROLLABLE BRAKING SYSTEM, AND METHOD FOR CONTROLLING THE ELECTRONICALLY CONTROLLABLE BRAKING SYSTEM

(54) Bezeichnung: STEUVENTIL, ELEKTRONISCH STEUERBARES BREMSSYSTEM SOWIE VERFAHREN ZUM STEUERN DES ELEKTRONISCH STEUERBAREN BREMSSYSTEMS

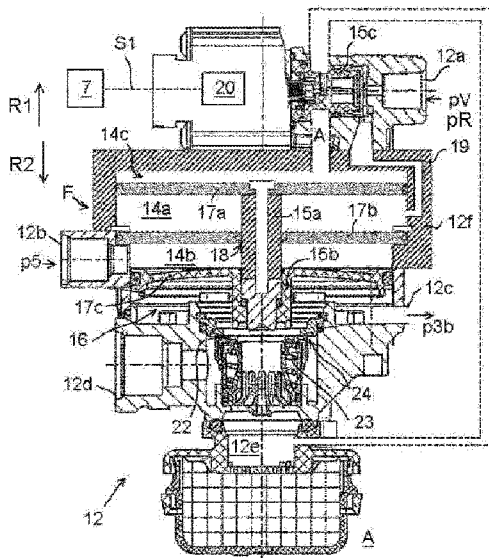


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a control valve (12) for controlling a spring accumulator brake pressure (p3b) on spring accumulator parts of a rear axle wheel brake, the control valve (12) being pneumatically controllable with a parking brake control pressure (p5) by means of a second control input (12b), wherein the parking brake control pressure (p5) can act on control means (14b, 15b, 17c, 22, 23, 24) arranged in a valve housing (12f) of the control valve (12) in such a way that it adjusts a spring accumulator brake pressure (p3b) on a control output (12c) of the control valve (12) according to the parking brake control pressure (p5) in order to generate a parking brake braking specification with the spring accumulator parts of the rear axle wheel brakes. According to the invention, the control valve (12) also has a first control connection (12a) for controlling the control valve (12) with an operating brake control pressure (pV; pR) dependent on an operating brake braking specification, wherein the first control connection (12a) can be connected to an adjustable first control chamber (14a), and wherein the first control chamber (14a) is actively connected to the control means (14b, 15b, 17c, 22, 23, 24) arranged in the control valve (12) in such a way that the spring accumulator brake pressure (p3b) can be adjusted on the control output (12c) according to the operating brake control pressure (pV; pR) and/or the parking brake control pressure (p5), during an adjustment of the first control chamber (14a) as a result of the application of the operating brake control pressure (pV; pR).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Steuerventil (12) zum Aussteuern eines Federspeicher-Bremsdruckes (p3b) an Federspeicherteile einer Hinterachs-Radbremse, wobei das Steuerventil (12) pneumatisch über einen zweiten Steuereingang (12b) mit einem



WO 2019/206565 A1

SA, 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.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Parkbrems-Steuerdruck (p5) ansteuerbar ist, wobei der Parkbrems-Steuerdruck (p5) derartig auf in einem Ventilgehäuse (12f) des Steuerventils (12) angeordnete Steuermitel (14b, 15b, 17c, 22, 23, 24) einwirken kann, dass sich an einem Steuerausgang (12c) des Steuerventils (12) ein Federspeicher-Bremsdruck (p3b) in Abhängigkeit des Parkbrems-Steuerdruckes (p5) einstellt zum Bewirken einer Parkbrems-Bremsvorgabe mit den Federspeicherteilen der Hinterachs-Radbremmen, Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Steuerventil (12) weiterhin einen ersten Steueranschluss (12a) zum Ansteuern des Steuerventils (12) mit einem von einer Betriebsbrems-Bremsvorgabe abhängigen Betriebsbrems-Steuerdruck (pV; pR) aufweist, wobei der erste Steueranschluss (12a) mit einem verstellbaren ersten Steuerraum (14a) verbindbar ist, wobei der erste Steuerraum (14a) derartig mit den im Steuerventil (12) angeordneten Steuermitel (14b, 15b, 17c, 22, 23, 24) in Wirkverbindung steht, dass der Federspeicher-Bremsdruck (p3b) am Steuerausgang (12c) bei einer Verstellung des ersten Steuerraumes (14a) infolge einer Druckbeaufschlagung mit dem Betriebsbrems-Steuerdruck (pV; pR) in Abhängigkeit des Betriebsbrems-Steuerdruckes (pV; pR) und/oder des Parkbrems-Steuerdruckes (p5) einstellbar ist.

Steuerventil, elektronisch steuerbares Bremssystem sowie Verfahren zum Steuern des elektronisch steuerbaren Bremssystems

Die Erfindung betrifft ein Steuerventil zum Aussteuern eines Federspeicher-Bremsdruckes gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1, sowie ein elektronisch steuerbares Bremssystem mit einem derartigen Steuerventil und ein Verfahren zum Steuern des elektronisch steuerbaren Bremssystems.

Herkömmliche elektronisch steuerbare Bremssysteme weisen den einzelnen Fahrzeugachsen zugeordnete Druckmodulatoren auf, die im Normalbetrieb elektrisch angesteuert werden, um eine bestimmte Betriebsbrems-Bremsvorgabe an den jeweiligen Rädern in einem Betriebsbremskreis umzusetzen. Die elektrische Steuerung erfolgt hierbei von einem Zentralmodul ausgehend, das die jeweiligen Druckmodulatoren über ein Steuersignal entsprechend der Betriebsbrems-Bremsvorgabe ansteuert.

Bei einem elektrischen Ausfall oder Defekt dieser elektrischen Ansteuerung, sind die Druckmodulatoren herkömmlicherweise mit einer pneumatischen Redundanz versehen. Dazu kann von einem Betriebsbremsventil, das die Betriebsbrems-Bremsvorgabe vom Fahrer aufnimmt, ein pneumatischer Steuerdruck an pneumatische Redundanz-Anschlüsse der jeweiligen Druckmodulatoren übertragen werden. Diese sorgen bei einem Ausfall oder einem Defekt bei der elektrisch gesteuerten Umsetzung der Bremsung für eine Luftmengenverstärkung des Steuerdruckes und ein Aussteuern eines Bremsdruckes an die jeweiligen Betriebsbremsen. Dadurch kann eine pneumatische Redundanz ausgebildet werden.

Weiterhin weisen derartige Bremssysteme neben dem Betriebsbremskreis einen Parkbremskreis auf, in dem über ein Parkbremsventil eine Parkbrems-Bremsvorgabe vom Fahrer aufgenommen werden kann. Infolge dessen wird vom Parkbremsventil ein Parkbrems-Steuerdruck an ein Steuerventil ausge-

geben und darüber luftmengenverstärkt an Federspeicherteile der Radbremsen, vorzugsweise der Hinterachs-Radbremsen, als Federspeicher-Bremsdruck ausgegeben. Die Federspeicherteile sind bekanntermaßen derartig aufgebaut, dass diese bei geringem Federspeicher-Bremsdruck durch eine Federvorspannung zugespant und bei einem höheren Federspeicher-Bremsdruck entgegen der Federvorspannung geöffnet werden. Somit kann zumindest an den Hinterrädern eine Bremswirkung über einen Membranteil in Abhängigkeit des vom Hinterachs-Druckmodulator - elektrisch oder pneumatisch redundant - ausgegebenen Membran-Bremsdruckes sowie über den Federspeicherteil in Abhängigkeit des Federspeicher-Bremsdruckes erreicht werden.

Nachteilig hierbei ist, dass zur Ausbildung der pneumatischen Redundanz an der Hinterachse Druckmodulatoren nötig sind, die pneumatisch angesteuert werden können. Diese sind zum einen technisch aufwendig aufgebaut und zum anderen ist ein hoher Aufwand zur Verlegung von Druckleitungen zur Hinterachse zu betreiben, die lediglich für die Redundanz benötigt werden.

Aufgabe der Erfindung ist daher, ein Steuerventil zum Aussteuern eines Federspeicher-Bremsdruckes bereitzustellen, mit dem eine zuverlässige und einfache pneumatische Steuerung eines elektrisch steuerbaren Bremssystems auch im Redundanzfall ermöglicht werden kann. Aufgabe ist weiterhin ein elektrisch steuerbares Bremssystem sowie ein Verfahren zum Steuern dieses Bremssystems bereitzustellen. Die Unteransprüche geben bevorzugte Weiterbildung an.

Diese Aufgabe wird durch ein Steuerventil nach Anspruch 1, ein elektronisch steuerbares Bremssystem nach Anspruch 13 sowie ein Verfahren nach Anspruch 17 gelöst. Die Unteransprüche geben bevorzugte Weiterbildungen an.

Erfindungsgemäß ist demnach vorgesehen, ein Steuerventil zum Aussteuern eines Federspeicher-Bremsdruckes an Federspeicherteile einer Hinterachs-

Radbremse derartig zu erweitern, dass neben der pneumatischen Ansteuerung über einen von einem Parkbremsventil ausgegebenen Parkbrems-Steuerdruck über einen ersten Steueranschluss auch eine pneumatische Ansteuerung des Steuerventils mit einem vom Betriebsbremsventil ausgegebenen und von einer Betriebsbrems-Bremsvorgabe abhängigen Betriebsbrems-Steuerdruck möglich ist.

Dadurch wird bereits der Vorteil erreicht, dass die Federspeicherteile nicht nur in üblicher Weise in Abhängigkeit einer Parkbrems-Bremsvorgabe betätigt werden können, sondern ergänzend auch in Abhängigkeit einer über ein Betriebsbremsventil vorgegebenen Betriebsbrems-Bremsvorgabe. Das erfindungsgemäße Steuerventil sorgt somit dafür, dass neben dem Parkbrems-Steuerdruck auch der Betriebsbrems-Steuerdruck in einen entsprechenden Federspeicher-Bremsdruck umgesetzt wird, so dass darüber vorteilhafterweise eine redundante Ansteuerung der Hinterachs-Radbremmen – in dem Fall über den Federspeicherteil – stattfinden kann. Demnach kann die redundante pneumatische Ansteuerung eines Hinterachs-Druckmodulators entfallen. Vorteilhafterweise kann der Hinterachs-Druckmodulator dadurch einfacher aufgebaut werden, da nur noch eine elektrische Ansteuerung nötig ist. Für die pneumatische Redundanz an der Hinterachse kann dann auf Bestandteile der Parkbremse bzw. des Parkbremskreises zurückgegriffen werden, die bereits pneumatische Komponenten aufweist und eine pneumatische Ansteuerung ermöglicht.

Somit ist lediglich die Funktion des Steuerventils zu erweitern, was erfindungsgemäß dadurch erfolgt, dass der erste Steueranschluss – insbesondere im Redundanzfall – mit einem verstellbaren ersten Stellraum im Steuerventil verbindbar ist, wobei der erste Stellraum derartig mit den im Steuerventil angeordneten Stellmitteln in Wirkverbindung steht, dass der Federspeicher-Bremsdruck am Stellausgang bei einer Verstellung des ersten Stellraumes infolge einer Druckbeaufschlagung mit dem Betriebsbrems-

Steuerdruck in Abhängigkeit des Betriebsbrems-Steuerdruckes und/oder des Parkbrems-Steuerdruckes einstellbar ist.

Der Betriebsbrems-Steuerdruck wird hierbei entweder durch einen Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck oder durch einen Redundanz-Betriebsbrems-Steuerdruck vorgegeben. In der ersten Variante ist das Betriebsbremsventil einkanalig ausgeführt, d.h. in Abhängigkeit der Betriebsbrems-Bremsvorgabe wird ein Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck erzeugt und an einen Redundanz-Anschluss eines Vorderachs-Druckmodulators übertragen. Dieser dient der redundanten pneumatischen Ansteuerung des Vorderachs-Druckmodulators bei einem Ausfall dessen elektrischer Ansteuerung. Über eine Abzweigung wird der Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck auch dem ersten Steueranschluss des Steuerventils zugeführt, so dass an der Hinterachse ebenfalls redundant eingegriffen werden kann. Dadurch kann das Betriebsbremsventil vorteilhafterweise einfacher und kostengünstiger ausgeführt werden, da lediglich ein Kanal nötig ist.

Alternativ ist in der zweiten Variante vorgesehen, dass das Betriebsbremsventil zweikanalig ausgeführt ist, wobei ein erster Kanal mit dem Redundanz-Anschluss des Vorderachs-Druckmodulators verbunden ist zur pneumatischen Ansteuerung des Vorderachs-Druckmodulators mit dem Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruckes (wie oben beschrieben) und ein zweiter Kanal mit dem ersten Steueranschluss des Steuerventils verbunden ist zur Übertragung eines im Betriebsbremsventil in Abhängigkeit der Betriebsbrems-Bremsvorgabe im zweiten Kanal erzeugten Redundanz-Steuerdruckes an das Steuerventil. Die Abzweigung kann in diesem Fall entfallen. Dadurch kann vorteilhafterweise eine getrennte zweikanalige Ausführung erreicht werden, so dass die Vorderachse und die Hinterachse im Bedarfsfall unabhängig voneinander pneumatisch redundant gebremst werden können.

Die Steuermittel im Steuerventil sorgen hierbei dafür, dass sich in Abhängigkeit des Parkbrems-Steuerdruckes ein bestimmter Federspeicher-Bremsdruck am Steuerausgang des Steuerventils einstellt, was einer herkömmlichen Luftmengenverstärkung im Parkbremskreis entspricht. Dadurch dass der erste Steuerraum ebenfalls mit diesen Steuermitteln zusammenwirkt, kann auch der jeweilige in den ersten Steuerraum eingelassene Betriebsbrems-Steuerdruck Einfluss auf den Federspeicher-Bremsdruck nehmen und somit auch in Abhängigkeit davon eine pneumatisch redundante Ansteuerung der Hinterachs-Radbremse erfolgen.

Die Steuermittel des Steuerventils werden vorzugsweise durch einen verstellbaren zweiten Steuerraum sowie einen verstellbaren zweiten Steuerkolben ausgebildet, wobei der Parkbrems-Steuerdruck über den zweiten Steuereingang in den zweiten Steuerraum eingelassen werden kann und der zweite Steuerkolben durch ein Einwirken des Parkbrems-Steuerdruckes auf den zweiten Steuerkolben in eine erste Richtung oder eine der ersten Richtung entgegen gerichteten zweite Richtung verstellbar ist. Somit kann eine einfache Kolbenverstellung erreicht werden, die für eine Luftmengenverstärkung des Parkbrems-Steuerdruckes zum Einstellen des Federspeicher-Bremsdruckes verwendet werden kann.

Vorzugsweise erfolgt dies dadurch, dass der zweite Steuerraum durch eine am verstellbaren zweiten Steuerkolben angeordnete dritte Wandung begrenzt ist, wobei die dritte Wandung gegenüber dem Ventilgehäuse derartig beweglich ist, dass der zweite Steuerkolben durch ein Einwirken des Parkbrems-Steuerdruckes auf die dritte Wandung verstellt werden kann. Dadurch wird ein einfacher Aufbau der Steuermittel zum Einstellen des Federspeicher-Bremsdruckes erreicht.

Vorzugsweise steht der erste Steuerraum mit einem ersten Steuerkolben in Wirkverbindung und der erste Steuerkolben wirkt mit dem zweiten Steuerkolben derartig zusammen, dass der zweite Steuerkolben durch eine Verstell-

lung des ersten Steuerkolbens mitgenommen wird. Vorzugsweise ist der erste Steuerkolben dazu mit dem zweiten Steuerkolben fest verbunden.

Dadurch wird vorteilhafterweise mit einfachen Mitteln eine Wirkverbindung zwischen den Steuermitteln des Steuerventils, die für eine Umsetzung der Parkbremsung sorgen, und dem verstellbaren ersten Steuerraum, der durch den jeweiligen Betriebsbrems-Steuerdruck beeinflusst wird, geschaffen. Somit kann der Betriebsbrems-Steuerdruck im Redundanzfall für eine Anpassung des Federspeicher-Bremsdruck sorgen, indem auf die Steuermittel des Steuerventils zurückgegriffen wird, so dass ein einfacher Aufbau des Steuerventils mit dieser zusätzlichen Funktionalität (pneumatische Redundanz) erreicht wird.

Vorzugsweise ist weiterhin vorgesehen, dass der erste Steuerraum von einer gegenüber einem Ventilgehäuse beweglichen ersten Wandung sowie einer an dem Ventilgehäuse festgelegten zweiten Wandung begrenzt ist, wobei der erste Steuerkolben derartig mit der ersten Wandung verbunden ist, dass der erste Steuerkolben und der damit in Wirkverbindung stehende zweite Steuerkolben durch ein Druckerhöhen im ersten Steuerraum in eine erste Richtung gedrängt werden. Dadurch kann in einfacher Weise eine vom Betriebsbrems-Steuerdruck abhängige Verstellung des ersten Steuerraums und somit auch der beiden Steuerkolben erreicht werden.

Vorzugsweise ist der zweite Steuerraum dabei relativ zum ersten Steuerraum derartig angeordnet, dass der zweite Steuerkolben und der damit in Wirkverbindung stehende erste Steuerkolben bei einem Druckerhöhen im zweiten Steuerraum in die zweite Richtung gedrängt werden. Dadurch kann vorteilhafterweise erreicht werden, dass mit ein und demselben Steuerventil ein gegenüber dem Parkbrems-Steuerdruck invertierter Betriebsbrems-Steuerdruck mit den Steuermitteln des Steuerventils dennoch in einen dazu proportionalen Federspeicher-Bremsdruck umgewandelt werden kann. Dies wird in einfacher Weise gerade dadurch erreicht, dass eine Druckerhöhung in

dem jeweiligen Steuerraum zu einer Kolbenbewegung in entgegengesetzte Richtung führt.

Bevorzugt kann dies erreicht werden, indem der zweite Steuerraum – wie auch der erste Steuerraum – ebenfalls von der am Ventilgehäuse festgelegten zweiten Wandung begrenzt ist, wobei der zweite Steuerkolben bei einer Druckerhöhung im zweiten Steuerraum von der zweiten Wandung weg in die zweite Richtung und der erste Steuerkolben bei einer Druckerhöhung im ersten Steuerraum von der zweiten Wandung weg in die erste Richtung gedrückt werden. Dadurch kann diese entgegengesetzte Beweglichkeit bei Druckerhöhung durch einfache Mittel erzielt werden.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass der erste Steuerraum und der zweite Steuerraum über die Steuerkolben derartig miteinander zusammenwirken, dass sich am Steuerausgang ein Federspeicher-Bremsdruck einstellt, der abhängig von dem im zweiten Steuerraum vorherrschenden Parkbrems-Steuerdruck oder dem im ersten Steuerraum vorherrschenden Betriebsbrems-Steuerdruck ist, je nachdem, welcher der beiden Steuerdrücke der höhere ist. Demnach findet durch das Steuerventil vorteilhafterweise eine Selbstregulierung statt, d.h. eine aktuell wirkende Bremsung des Fahrzeuges über die Federspeicherteile der Hinterachs-Radbremmen z.B. im geparkten Zustand bei entsprechender Parkbrems-Bremsvorgabe kann durch eine redundant vorgegebene Betriebsbrems-Bremsvorgabe, die eine geringere Bremswirkung vorgibt, nicht überschrieben werden. Liegt jedoch eine dosierte Parkbrems-Bremsvorgabe vor und eine redundante Betriebsbrems-Bremsvorgabe bei einem elektrischen Defekt oder einem Ausfall, so wird die Betriebsbrems-Bremsvorgabe umgesetzt, falls diese zu einer größeren Bremswirkung führt als die dosierte Parkbrems-Bremsvorgabe.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist dazu vorgesehen, dass ein Flächenverhältnis zwischen der beweglichen ersten Wandung des ersten Steuerraumes und der beweglichen dritten Wandung des zweiten Steuerraumes

zwischen 1:2 und 2:1 (oder ggf. auch weniger oder mehr) beträgt. Dadurch kann vorteilhafterweise eingestellt werden, wie stark die Auswirkung des Betriebsbrems-Steuerdruckes gegenüber dem Parkbrems-Steuerdruck im Steuerventil sein kann. Liegt demnach ein geringes Flächenverhältnis vor, d.h. ist die dritte Wandung sehr viel größer als die erste Wandung, so ist der Einfluss des Betriebsbrems-Steuerdruckes auf den Federspeicher-Bremsdruck geringer. Dadurch kann erreicht werden, dass der Federspeicher-Bremsdruck nicht 1:1 umgesetzt wird, d.h. eine bestimmte Druckerhöhung im ersten Stellerraum nicht zu derselben Druckerhöhung des Federspeicher-Bremsdruckes sorgt. Bei der Festlegung des Flächenverhältnisses ist weiterhin zu berücksichtigen, welche Maximalkraft auf den Federspeicher- bzw. Membranteil des Kombizylinders der Hinterachs-Radbremse wirken kann.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass als Steuermitel weiterhin ein durch eine Druckfeder vorgespannter, axial beweglicher Ventilkörper vorgesehen ist, wobei der Stellerausgang je nach axialer Verstellung des Ventilkörpers entweder über einen Druckraum mit einem Entlüftungsanschluss zum Reduzieren des Federspeicher-Bremsdruckes oder mit einem Versorgungsanschluss zum Erhöhen des Federspeicher-Bremsdruckes verbindbar ist, wobei der zweite Steuerkolben in Abhängigkeit des Parkbrems-Steuerdruckes und/oder des Betriebsbrems-Steuerdruckes den Ventilkörper axial verstellen kann. Dadurch wird in einfacher Weise ein vom jeweiligen Steuerdruck abhängiges Einstellen des Federspeicher-Bremsdruckes ermöglicht.

Zur redundanten Steuerung des Federspeicher-Bremsdruckes in Abhängigkeit des jeweiligen Betriebsbrems-Steuerdruckes ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass das Steuerventil eine Stellereinrichtung aufweist, wobei die Stellereinrichtung einen dritten Steuerkolben im Steuerventil derartig umschalten kann, dass der erste Steueranschluss über einen Verbindungskanal mit dem verstellbaren ersten Stellerraum verbunden ist. Erst dadurch wird

der jeweilige Betriebsbrems-Steuerdruck in den ersten Steuerraum geleitet und kann mittelbar auf die Steuermittel einwirken. In einer weiteren Schaltstellung kann der dritte Steuerkolben von der Steuereinrichtung so verstellt werden, dass die Atmosphäre mit dem ersten Steuerraum verbunden ist zum Entlüften des ersten Steuerraumes. Dies ist dann der Fall, wenn der Betriebsbrems-Steuerdruck keinen Einfluss auf den Federspeicher-Bremsdruck haben soll, d.h. insbesondere dann, wenn das Bremssystem normal funktioniert und somit keine redundante pneumatische Ansteuerung der Hinterachs-Radbremmen erforderlich ist.

Erfindungsgemäß ist demnach ein elektronisch steuerbares Bremssystem mit Vorderachs-Radbremmen, Hinterachs-Radbremmen mit einem Federspeicherteil und einem Membranteil, einem elektropneumatisch steuerbaren Vorderachs-Druckmodulator zur Ausgabe eines Vorderachs-Bremsdruckes an die Vorderachs-Radbremmen, einem elektronisch steuerbaren Hinterachs-Druckmodulator zur Ausgabe eines Membran-Bremsdruckes an die Membranteile der Hinterachs-Radbremmen, einem Zentralmodul und einem elektropneumatischen ein- oder mehrkanaligen Betriebsbremsventil vorgesehen. Das Betriebsbremsventil ist hierbei ausgebildet, in Abhängigkeit einer Betriebsbrems-Bremsvorgabe ein elektrisches Betriebsbrems-Betätigungssignal an das Zentralmodul auszugeben, wobei das Zentralmodul signalleitend mit dem Vorderachs-Druckmodulator und dem Hinterachs-Druckmodulator verbunden ist zum Übertragen von dem Betriebsbrems-Betätigungssignal abhängigen Steuersignalen an die Druckmodulatoren im Normalbetrieb. Das Betriebsbremsventil ist weiterhin ausgebildet, in Abhängigkeit der Betriebsbrems-Bremsvorgabe einen pneumatischen Betriebsbrems-Steuerdruck auszugeben, wobei der Vorderachs-Druckmodulator im Redundanzfall über einen Redundanz-Anschluss mit dem Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck ansteuerbar ist.

Weiterhin weist das Bremssystem ein Parkbremsventil auf, wobei das Parkbremsventil in Abhängigkeit einer Parkbrems-Bremsvorgabe einen Park-

brems-Steuerdruck an den zweiten Steuereingang des erfindungsgemäßen Steuerventils ausgeben kann, wobei das Steuerventil in Abhängigkeit des Parkbrems-Steuerdruckes einen Federspeicher-Bremsdruck erzeugt und über einen Steuerausgang an die Federspeicherteile der Hinterachs-Radbremse ausgibt. Das Betriebsbremsventil ist erfindungsgemäß weiterhin mit einem ersten Steuereingang des Steuerventils verbunden, um auch den jeweiligen Betriebsbrems-Steuerdruck an das Steuerventil zu übertragen und somit zu ermöglichen, dass der Federspeicher-Bremsdruck in Abhängigkeit des Parkbrems-Steuerdruckes und/oder des Betriebsbrems-Steuerdruckes eingestellt werden kann.

Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, dass das Zentralmodul signalleitend mit dem Steuerventil verbunden ist zum Übermitteln des Umschaltsignals zum wahlweisen Verbinden des ersten Steueranschlusses des Steuerventils mit dem ersten Steuerraum oder der Atmosphäre mit dem ersten Steuerraum, wobei im Normalbetrieb ohne Vorliegen eines Defektes oder eines Ausfalls bei der elektrischen Ansteuerung des Hinterachs-Druckmodulators über das Umschaltsignal vorgebar ist, dass die Atmosphäre mit dem ersten Steuerraum verbunden ist und sonst der erste Steueranschluss des Steuerventils mit dem ersten Steuerraum verbunden ist. Dadurch kann vorteilhafterweise eingestellt werden, dass eine Weiterleitung des Betriebsbrems-Steuerdruckes in den ersten Steuerraum nur dann erfolgt, wenn tatsächlich ein elektrischer Defekt bei der Ansteuerung der Membranteile der Hinterachs-Radbremse vorliegt und somit eine redundante Ansteuerung der Hinterachs-Radbremse erforderlich ist.

Erfindungsgemäß ist in einem Verfahren somit vorgesehen, dass der erste Steuereingang des Steuerventils bei Feststellen eines elektrischen Defektes oder eines Ausfalls bei der elektrischen Ansteuerung der Hinterachs-Radbremse durch den Membranteil mit dem ersten Steuerraum verbunden wird, so dass ein vom jeweiligen Betriebsbrems-Steuerdruck abhängiger Federspeicher-Bremsdruck an die Federspeicherteile der Hinterachs-

Radbremsen ausgesteuert werden kann. Im Normalbetrieb hingegen kann ohne Feststellen eines elektrischen Defektes oder eines Ausfalls bei der elektrischen Ansteuerung der Hinterachs-Radbremse durch den Membranteil vom Zentralmodul über das Umschaltsignal an das Steuerventil vorgegeben werden, dass der erste Steuerraum mit der Atmosphäre verbunden wird, so dass der erste Steuerraum keinen Einfluss auf die Einstellung des Feder-speicher-Bremsdruckes hat.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand mehrerer Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein elektronisch steuerbares Bremssystem mit einer pneumatisch steuerbaren Parkbremse;
- Fig. 2 eine Detailansicht eines erfindungsgemäßen Steuerventils in dem elektronisch steuerbaren Bremssystem gemäß Fig. 1; und
- Fig. 3 ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Gemäß Fig. 1 ist ein Fahrzeug-Gespann aus einem Zugfahrzeug 100 und einem daran angehängten Anhänger 200 dargestellt. Das Zugfahrzeug 100 weist ein zumindest teilweise elektrisch steuerbares zweikreisiges Bremssystem 1 auf, dessen Vorderachs- und Hinterachs-Radbremse 2, 3 durch manuelle Betätigung eines Betriebsbremsventils 4 sowie eines Parkbremsventils 5 betätigt werden können.

An den Vorderachs-Radbremse 2 kann bei einer Betätigung des Betriebsbremsventils 4 mit einer bestimmten Betriebsbrems-Bremsvorgabe VB elektrisch oder pneumatisch gesteuert ein der Vorgabe entsprechender Vorderachs-Bremsdruck p_2 aufgebaut werden. Dazu wird in Abhängigkeit der Höhe der Betriebsbrems-Bremsvorgabe VB vom pneumatischen Teil des Betriebsbremsventils 4 ein Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck p_V

an ein Vorderachs-Druckregelmodul 6 über einen pneumatischen Redundanz-Anschluss 6a übertragen.

Weiterhin wird dem Vorderachs-Druckregelmodul 6 auf elektronischem Wege von einem Zentralmodul 7 ein Vorderachs-Steuersignal S2 übermittelt. Das Vorderachs-Steuersignal S2 wird aus einem Betriebsbrems-Betätigungssignal S4 gebildet, das vom elektronischen Teil des Betriebsbremsventils 4 in Abhängigkeit der Betriebsbrems-Bremsvorgabe VB an das Zentralmodul 7 ausgegeben und darin weiterverarbeitet wird. Das Zentralmodul 7 kann beispielsweise eine Achslastverteilung oder weitere übergeordnete Funktionen durchführen und in Abhängigkeit davon das Vorderachs-Steuersignal S2 erzeugen. In Abhängigkeit des Vorderachs-Steuersignals S2 wird im Vorderachs-Druckmodulator 6 ein Vorderachs-Bremsdruck p2 für die Vorderachs-Radbremse 2 erzeugt, der zu einer Abbremsung des Zugfahrzeuges 100 gemäß der Betriebsbrems-Bremsvorgabe VB sowie ggf. der übergeordneten Funktionen führt. Dies erfolgt in bekannter Weise durch eine entsprechende elektronische Ansteuerung einer im Vorderachs-Druckmodulator 6 integrierten Einlassventil-Auslassventil-Kombination (nicht dargestellt), mit der Druckmittel aus einem ersten Druckmittelvorrat 8a entsprechend druckgemindert an die Vorderachs-Radbremse 2 geleitet wird.

Der Vorderachs-Bremsdruck p2 kann über zusätzliche ABS-Steuerventile 9, die vor den Vorderachs-Radbremse 2 angeordnet sind, modifiziert werden. Dadurch kann einem über Raddrehzahlsensoren 10 festgestelltem Blockieren oder drohendem Blockieren der Vorderräder 2a entgegengewirkt werden. Die Ansteuerung der ABS-Steuerventile 9 erfolgt gemäß dieser Ausführung vom Zentralmodul 7 aus, in dem eine entsprechende intelligente ABS-Steuerlogik integriert ist.

Im Normalbetrieb findet eine über das Zentralmodul 7 elektrisch gesteuerte Betätigung der Vorderachs-Radbremse 2 statt. Fällt die elektronische An-

steuerung der Vorderachs-Druckmodulatoren 6 aus irgendeinem Grund aus, beispielsweise weil die Signalübertragung zwischen dem Zentralmodul 7 und dem Vorderachs-Druckmodulator 6 unterbrochen ist und/oder das Zentralmodul 7 und/oder der Vorderachs-Druckmodulator 6 einen Ausfall in der elektrischen Ebene aufweist, so können die Vorderachs-Radbremse 2 über den pneumatischen Redundanz-Anschluss 6a in Abhängigkeit des pneumatischen Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruckes pV auch pneumatisch gesteuert werden. Dazu wird der vom Betriebsbremsventil 4 ausgegebene Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck pV im Vorderachs-Druckmodulator 6 entsprechend luftmengenverstärkt und als Vorderachs-Bremsdruck p2 an die Vorderachs-Radbremse 2 ausgegeben. Dadurch wird eine pneumatisch gesteuerte Rückfallebene für die Vorderachs-Radbremse 2 ausgebildet, sodass das Zugfahrzeug 100 auch bei elektrischen Ausfällen noch über die Vorderräder 2a sicher abgebremst werden kann.

Die Hinterachs-Radbremse 3 zu Abbremsung der Hinterräder 3a sind als kombinierte Federspeicher-Membranzylinder ausgeführt, d.h. sie weisen einen Federspeicherteil 3b und einen Membranteil 3c auf. Für eine herkömmliche Betriebsbremsfunktion kann ein Membran-Bremsdruck p3c von einem Hinterachs-Druckmodulator 11 entsprechend druckgemindert aus einem zweiten Druckmittelvorrat 8b vorgegeben werden, um den Membranteil 3c der Hinterachs-Radbremse 3 zu betätigen. Der Hinterachs-Druckmodulator 11 unterscheidet sich hierbei von dem Vorderachs-Druckmodulator 6 dadurch, dass kein Redundanz-Anschluss für eine pneumatische Ansteuerung vorgesehen ist. Demnach kann der Hinterachs-Druckmodulator 11 lediglich elektrisch angesteuert werden, wie im Normalfall auch der Vorderachs-Druckmodulator 6.

Insofern ist der Hinterachs-Druckmodulator 11 vergleichbar zur elektrischen Ebene des Vorderachs-Druckmodulators 6 aufgebaut, so dass über ein von dem Zentralmodul 7 in Abhängigkeit der Betriebsbrems-Bremsvorgabe VB

ausgegebenes Hinterachs-Steuersignal S3 von dem Hinterachs-Druckmodulator 11 über eine Einlass-Auslassventil-Kombination ein entsprechender Membran-Bremsdruck p3c erzeugt und ausgegeben werden kann. Eine blockiergeschützte Anpassung des Membran-Bremsdruckes p3c in Abhängigkeit der Messung der Drehzahlsensoren 10 an den Hinterrädern 3a erfolgt an der Hinterachse ohne zusätzliche ABS-Steuerventile bereits im Hinterachs-Druckmodulator 11. Insofern ist der Membran-Bremsdruck p3c bereits durch die ABS-Funktion angepasst.

Da der Hinterachs-Druckmodulator 11 im Gegensatz zum Vorderachs-Druckmodulator 6 keine pneumatische Redundanz aufweist, ist erfindungsgemäß vorgesehen, eine pneumatische Redundanz über den Federspeicherteil 3b der Hinterachs-Radbremse 3 auszubilden. Der Federspeicherteil 3b funktioniert derartig, dass die Radbremsen 3 bei einem Reduzieren eines auf den Federspeicherteil 3b wirkenden Federspeicher-Bremsdruckes p3b automatisch zugespant werden bzw. sich die Bremswirkung an den Hinterrädern 3a erhöht. Wird der Federspeicher-Bremsdruck p3b erhöht, wird der Federspeicherteil 3b entgegen einer Federvorspannung weiter geöffnet und eine Bremswirkung an den Hinterrädern 3a dadurch verringert bzw. ganz aufgehoben.

Herkömmlicherweise werden die Federspeicherteile 3b der Hinterachs-Radbremse 3 für eine Parkbremsfunktion im Fahrzeug 100 verwendet, die über das Parkbremsventil 5 in einem Parkbremskreis gesteuert wird. Wird demnach vom Fahrer über das pneumatische Parkbremsventil 5 eine bestimmte Parkbrems-Bremsanforderung VP vorgegeben, so wird von dem Parkbremsventil 5 ein dementsprechender Parkbrems-Steuerdruck p5 ausgegeben und an einen ersten Steuereingang 12a eines Steuerventils 12 übertragen. Das Steuerventil 12 sorgt für eine Luftmengenverstärkung des Parkbrems-Steuerdruckes p5, sodass ein Federspeicher-Bremsdruck p3b über einen Steuerausgang 12c an den Federspeicherteil 3b der Hinterachs-Radbremse 3 ausgegeben wird, der zu einer der Parkbrems-

Bremsanforderung VP entsprechenden Abbremsung des Fahrzeuges 100 führt.

Gibt der Fahrer dabei über die Parkbrems-Bremsanforderung VP vor, dass das Fahrzeug abgestellt werden soll, d.h. die volle Bremswirkung über die Federspeicherteile 3b erreicht werden soll, so wird die Leitung zwischen dem Parkbremsventil 5 und dem Steuerventil 12 entlüftet, so dass ein dem Atmosphärendruck entsprechender Parkbrems-Steuerdruck p5 an dem ersten Steuereingang 12a des Steuerventils 12 anliegt. Die Federvorspannung sorgt damit für ein Zuspinnen der Federspeicherteile 3b. Befindet sich das Parkbremsventil 5 in einer Fahrtstellung oder einer beliebigen Zwischenstellung, so wird aus dem dritten Druckmittelvorrat 8c ein entsprechend hoher Parkbrems-Steuerdruck p5 an den ersten Steuereingang 12a vorgegeben, so dass die Federspeicherteile 3b über den Federspeicher-Bremsdruck p3b entgegen der Federvorspannung kontinuierlich geöffnet werden.

Das Steuerventil 12 wird gemäß der Erfindung derartig erweitert, dass neben der beschriebenen Parkbremsfunktion auch eine redundante pneumatische Ansteuerung der Hinterachs-Radbremse 3 - in dem Fall über den Federspeicherteil 3b - erfolgen kann. Dies erfolgt insbesondere dann, wenn der Hinterachs-Druckmodulator 11 und/oder das Zentralmodul 7 und/oder die elektrische Verbindung dazwischen einen elektrischen Defekt oder Ausfall aufweist, das heißt eine Bremsung der Hinterräder 3a nicht mehr elektrisch gesteuert durch das Zentralmodul 7 stattfinden kann.

Dazu wird der vom pneumatischen Teil des Betriebsbremsventils 4 bei einer manuellen Bremsung ausgegebene Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck pV über eine Abzweigung 13 an einen zweiten Steuereingang 12b des Steuerventils 12 geführt, wobei das Steuerventil 12 einen zum Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck pV inversen und luftmengenverstärkten Federspeicher-Bremsdruck p3b erzeugt und über den Steuerausgang 12c an den Federspeicherteil 3b der Radbremse 3 ausgibt. Die Luftmengenverstär-

kung des Parkbrems-Steuerdruckes p_5 sowie des Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruckes p_V erfolgt im Steuerventil 12 durch eine Druckversorgung vom dritten Druckmittelvorrat 8c aus.

Alternativ kann auch vorgesehen sein, dem Steuerventil 12 statt dem Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck p_V einen der Betriebsbrems-Bremsvorgabe VB entsprechenden Redundanz-Betriebsbrems-Steuerdruck p_R zuzuführen, der im Betriebsbremsventil 4 vergleichbar zum Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck p_V erzeugt und ausgegeben wird. Das Betriebsbremsventil 4 ist dann zweikanalig aufgebaut, wobei über einen ersten Kanal K1 der Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck p_V zur pneumatischen Ansteuerung des Vorderachs-Druckmodulators 6 und über einen zweiten Kanal K2 der Redundanz-Betriebsbrems-Steuerdruck p_B zur pneumatischen Ansteuerung des Steuerventils 12 erzeugt und ausgegeben werden. In Fig. 1 ist diese optionale Ausführung schematisch durch einen weiteren gestrichelten Kanal K2 am Betriebsbremsventil 4 sowie eine pneumatische Steuerleitung vom Betriebsbremsventil 4 zum ersten Steuereingang 12a des Steuerventils 12 dargestellt. In dieser gestrichelten Ausführung entfällt dann die Abzweigung 13. Im Folgenden wird die Ansteuerung über den Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck p_V beschrieben, die in entsprechender Weise auf den Betriebsbrems-Steuerdruck p_B übertragen werden kann.

Somit übernimmt das erfindungsgemäße Steuerventil 12 in gewissen Situationen zusätzlich die Aufgabe der Inversion und Luftmengenverstärkung des Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruckes p_V , so dass darüber eine redundante pneumatische Ansteuerung der Hinterachs-Radbremse 3 erfolgen kann. Um der Parkbrems-Bremsvorgabe VP eine höhere Priorität einzuräumen, ist das Steuerventil 12 gemäß dieser Ausführungsform derartig ausgeführt, dass die Umsetzung der Parkbrems-Bremsvorgabe VP bzw. die Luftmengenverstärkung des Parkbrems-Steuerdruckes p_5 Vorrang gegenüber

vor der Invertierung und Luftmengenverstärkung des Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruckes p_V .

Weiterhin ist in dieser Ausführungsform vorgegeben, dass eine pneumatische Ansteuerung des Steuerventils 12 mit dem Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck p_V nur dann zu einer Ausgabe eines entsprechenden Federspeicher-Bremsdruckes p_{3b} an den Federspeicherteil 3b führt, wenn eine elektrische Ansteuerung über den Hinterachs-Druckmodulator 11 und eine entsprechende Ausgabe des Membran-Bremsdruckes p_{3c} fehlschlägt. Andernfalls bleibt eine Übertragung des Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruckes p_V an das Steuerventil 12 über den zweiten Steuereingang 12b ohne Auswirkungen auf den Federspeicherteil 3b der Hinterachs-Radbremse 3.

Um all dies zu erreichen, ist das in Fig. 2 dargestellte Steuerventil 12 vorgesehen. Das Steuerventil 12 besteht aus den Steuereingängen 12a, 12b, über die der Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck p_V bzw. der Parkbrems-Steuerdruck p_5 vorgegeben werden, und dem Steuerausgang 12c, der den Federspeicher-Bremsdruck p_{3b} an den Federspeicherteil 3b ausgibt. Weiterhin ist ein Versorgungsanschluss 12d vorgesehen, der mit dem dritten Druckmittelvorrat 8c verbunden ist und für eine Bereitstellung des Druckmittels an das Steuerventil 12 sorgt. Über einen Entlüftungsanschluss 12e kann das Steuerventil 12 mit der Atmosphäre A verbunden werden.

Das Steuerventil 12 weist als Funktionselemente weiterhin drei Steuerräume 14a, 14b, 14c und drei Steuerkolben 15a, 15b, 15c auf, wobei zwei der Steuerkolben 15a, 15b fest miteinander verbunden sind und sich somit gegenseitig mitnehmen. Durch eine axiale Bewegung der zwei Steuerkolben 15a, 15b kann ein Druckraum 16 des Steuerventils 12 mit dem Versorgungsanschluss 12d oder dem Entlüftungsanschluss 12e verbunden werden. Der Druckraum 16 ist weiterhin mit dem Steuerausgang 12c verbunden, so dass je nach axialer Stellung der beiden Steuerkolben 15a, 15b eine

Druckerhöhung (über 12d) oder eine Druckreduzierung (über 12e) des am Steuerausgang 12c anliegenden Federspeicher-Bremsdruckes p_{3b} erfolgen kann. Dies erfolgt nach dem folgenden Prinzip:

Ein erster Steuerkolben 15a ist mit einer ersten Wandung 17a verbunden und in einer Öffnung 18 in einer zweiten feststehenden Wandung 17b des Steuerventils 12 axial verschiebbar gelagert. Die Öffnung 18 ist ebenso wie die erste Wandung 17a abgedichtet, so dass zwischen der ersten Wandung 17a und der zweiten Wandung 17b sowie einem Ventilgehäuse 12f des Steuerventils 12 ein erster Stellerraum 14a ausgebildet wird, der durch eine axiale Verschiebung des ersten Steuerkolbens 15a und der damit verbundenen ersten Wandung 17a vergrößert und verkleinert werden kann. Der erste Stellerraum 14a ist über einen Verbindungskanal 19 mit dem ersten Stellereingang 12a des Steuerventils 12 verbunden, um das Druckmittel mit dem Vorderachs-Betriebsbrems-Stellendruck p_V in den ersten Stellerraum 14a leiten zu können. Die Verbindung zwischen dem ersten Stellerraum 14a und dem ersten Stellereingang 12a kann über einen dritten Steuerkolben 15c blockiert werden.

Der dritte Steuerkolben 15c kann dazu elektrisch gesteuert von einer Stellereinrichtung 20 umgeschaltet werden, um den Vorderachs-Betriebsbrems-Stellendruck p_V freizugeben oder zu blockieren. Die Stellereinrichtung 20 ist dazu mit dem Zentralmodul 7 signalleitend verbunden. Das Zentralmodul 7 gibt im Normalbetrieb ohne Vorliegen eines elektrischen Fehlers über ein Umschaltsignal S1 den Befehl zum Umschalten des dritten Steuerkolbens 15c derartig, dass der Vorderachs-Betriebsbrems-Stellendruck p_V am ersten Stellereingang 12a durch den dritten Steuerkolben 15c blockiert wird. Stattdessen wird der Verbindungskanal 19 durch die Stellung des dritten Steuerkolbens 15c mit dem Entlüftungsanschluss 12e über einen in beliebiger Weise am Steuerventil 12 angeordneten Entlüftungskanal 21 verbunden. Dadurch steht der erste Stellerraum 14a unter Atmosphärendruck, so dass im Normalbetrieb erreicht wird, dass der Vorderachs-Betriebsbrems-

Steuerdruck p_V die Funktion des Steuerventils 12 nicht beeinflusst. Fällt das Zentralmodul 7 aus oder liegt ein anderer elektrischer Fehler im Hinterachs-Druckmodulator 11 oder bei der Ansteuerung des Hinterachs-Druckmodulators 11 vor, so wird kein Umschaltsignal S_1 an das Steuerventil 12 übertragen. Die Steuereinrichtung 20 schaltet den dritten Steuerkolben 15c dann automatisch derartig um, dass der Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck p_V in den ersten Steuerraum 14a eingelassen wird.

Oberhalb der ersten Wandung 17a und unterhalb des Ventilgehäuses 12f wird weiterhin ein dritter Steuerraum 14c definiert, der in beliebiger Weise dauerhaft mit dem Entlüftungsanschluss 12e verbunden ist und somit unter Atmosphärendruck steht. Dadurch wird bei einer Druckveränderung im ersten Steuerraum 14a eine axiale Verschiebung der ersten Wandung 17a ermöglicht.

Eine dritte Wandung 17c des zweiten Steuerkolbens 15b definiert zusammen mit der feststehenden zweiten Wandung 17b einen zweiten Steuerraum 14b. In diesen ragt in diesem Ausführungsbeispiel der erste Steuerkolben 15a hindurch, um im unteren Bereich eine feste Verbindung mit dem zweiten Steuerkolben 15b zu erhalten. Der zweite Steuerraum 14b ist mit dem zweiten Steuereingang 12b verbunden, so dass der am zweiten Steuereingang 12b anliegende Parkbrems-Steuerdruck p_5 auch im zweiten Steuerraum 14b wirkt. Je nach Höhe des Parkbrems-Steuerdruckes p_5 wird der zweite Steuerkolben 15b über die dritte Wandung 17c zusammen mit dem ersten Steuerkolben 15a axial nach oben in eine erste Richtung R_1 oder unten in eine zweite Richtung R_2 verschoben.

Bei betätigtem Parkbremsventil 5 ist der zweite Steuereingang 12b zunächst entlüftet, so dass ein dem Atmosphärendruck entsprechender Parkbrems-Steuerdruck p_5 im zweiten Steuerraum 14b vorliegt. Dadurch ergibt sich der in Fig. 2 dargestellte Zustand, in dem der zweite Steuerkolben 15b aufgrund der geringen Druckwirkung auf die dritte Wandung 17c axial nach oben ver-

stellt ist. Dadurch wird der Druckraum 16 mit dem Entlüftungsanschluss 12e verbunden und der Steuerausgang 12c ebenfalls entlüftet, d.h. es liegt ein geringer Federspeicher-Bremsdruck p_{3b} vor, so dass die Federspeicherteile 3b der Hinterachs-Radbremse 3 durch die Federvorspannung zugespant werden.

Bei steigendem Parkbrems-Steuerdruck p_5 im zweiten Steuerraum 14b aufgrund einer Rücknahme der Betätigung des Parkbremsventils 5 wird der zweite Steuerkolben 15b über die dritte Wandung 17c axial nach unten gedrückt, bis dieser mit seinem unteren Bereich ab einer bestimmten axialen Verstellung abdichtend gegen einen Ventilkörper 22 gelangt, so dass die Verbindung zwischen dem Steuerausgang 12c und dem Entlüftungsanschluss 12e über den Druckraum 16 gegenüber dem Zustand in Fig.2 getrennt wird. Der Druckraum 16 ist dann nur noch mit dem Steuerausgang 12c verbunden. Der Federspeicher-Bremsdruck p_{3b} wird dadurch gehalten.

Bei einer weiteren Druckerhöhung des Parkbrems-Steuerdruckes p_5 drückt der zweite Steuerkolben 15b den Ventilkörper 22 gegen die Kraft einer Druckfeder 23 nach unten, wodurch ein Durchlass 24 öffnet, so dass eine Verbindung zwischen dem Versorgungsanschluss 12d und dem Steuerausgang 12c über den Druckraum 16 hergestellt wird. Infolge dessen erhöht sich der Federspeicher-Bremsdruck p_{3b} und der Federspeicherteil 3b wird entgegen der Federkraft geöffnet, so dass die Hinterachs-Radbremse 3 keine oder weniger Bremswirkung entfalten.

Aufgrund der festen Verbindung zwischen den beiden Steuerkolben 15a, 15b kann die soeben beschriebene Steuerfunktion, d.h. die Verbindung des Entlüftungsanschlusses 12e mit dem Steuerausgang 12c zum Zuspant des Federspeicherteils 3b bzw. die Verbindung des Versorgungsanschlusses 12d mit dem Steuerausgang 12c zum Öffnen des Federspeicherteils 3b ebenso auch durch die Änderung des Druckes im ersten Steuerraum 14a

erfolgen. Dies kann bei einem Ausbleiben des Umschaltsignals S1 wie oben bereits angedeutet geschehen:

Im Unterschied zum zweiten Steuerraum 14b bewirkt eine Druckerhöhung im ersten Steuerraum 14a eine axiale Verstellung der beiden Steuerkolben 15a, 15b nach oben. Dadurch findet eine Invertierung des Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruckes p_V statt, da bei einem hohen Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck p_V der zweite Steuerkolben 15b vom Ventilkörper 22 abhebt und der Steuerausgang 12c damit mit dem Entlüftungsanschluss 12e verbunden ist und somit über einen niedrigen Federspeicher-Bremsdruck p_{3b} die Federspeicherteile 3b zugespant werden können. Bei einem niedriger werdenden Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck p_V hingegen wird das Volumen im ersten Steuerraum 14a geringer und eine Verbindung des Steuerausgangs 12c mit dem Versorgungsanschluss 12d infolge einer axialen Verstellung der Steuerkolben 15a, 15b nach unten zu einem steigenden Federspeicher-Bremsdruck p_{3b} und damit zu einem Lösen der Federspeicherteile 3b der Hinterachs-Radbremse 3 führen.

Durch die soeben beschriebene Funktionalität des Steuerventils 12 kann erreicht werden, dass trotz einer redundanten Betriebsbrems-Bremsvorgabe VB (kein Umschaltsignal S1) eine entsprechend vorliegende Parkbrems-Bremsvorgabe VP tatsächlich zu einer Abbremsung bzw. einem Halten des Fahrzeuges 100 im z.B. abgestellten Zustand führt. Dies wird durch die umgekehrt wirkenden Steuerkolben 15a, 15b sowie die wirkende Druckfeder 23 erreicht. Liegt z.B. bei einer vollen Parkbrems-Bremsvorgabe VP ein niedriger Parkbrems-Steuerdruck p_5 im zweiten Steuerraum 14b vor, so wäre der Steuerausgang 12c zum Lösen der Federspeicherteile 3b mit dem Versorgungsanschluss 12d zu verbinden. D.h. der erste Steuerkolben 15a müsste für eine axiale Bewegung des zweiten Steuerkolbens 15b nach unten in Fig. 2 sorgen. Dies kann, wenn überhaupt, nur dann erfolgen, wenn im ersten Steuerraum 14a ein sehr geringer Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck p_V vorliegt, da sonst ein axiales Anheben der Steuerkolben 15a, 15b statt-

findet. Wird von einem niedrigen Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck p_V - entsprechend einer geringen redundanten Betriebsbrems-Bremsvorgabe VB - ausgegangen, der nicht unter den Atmosphärendruck, der im zweiten Steuerraum 14b aktuell vorliegt, sinken kann, ist dieser nicht in der Lage, eine ausreichend hohe Druckkraft zum Zusammendrücken der Druckfeder 23 zu sorgen. Die Druckfeder 23 ist dementsprechend auszulegen. Dadurch wird ein Lösen der Federspeicherteile 3b unterbunden.

Liegt umgekehrt keine Parkbrems-Bremsvorgabe VP vor, so werden die Steuerkolben 15a, 15b im Normalbetrieb axial nach unten verstellt, so dass ein maximaler Federspeicher-Bremsdruck p_{3b} wirkt. Der bei einer redundanten Betriebsbrems-Bremsvorgabe VB (kein Umschaltsignal S1) im ersten Steuerraum 14a vorherrschende Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck p_V drückt dann entgegen dieser axialen Bewegung die Steuerkolben 15a, 15b zu einem gewissen Maße wieder nach oben, so dass sich der Federspeicher-Bremsdruck p_{3b} wieder abbaut und ein teilweises Zuspinnen der Federspeicherteile 3b erreicht wird. Die durch die vorherrschenden Steuerdrücke p_5 , p_V auf die beiden Steuerkolben 15a, 15b wirkenden Kräfte überlagern sich somit, so dass durch die Federspeicherteile 3b eine entsprechende Bremswirkung erreicht wird.

Durch eine Anpassung eines Flächenverhältnisses der ersten und dritten Wandung 17a, 17c zueinander kann der Einfluss des Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruckes p_V auf die Federspeicherteile 3b im pneumatischen Redundanzfall eingestellt werden. Demnach kann beispielsweise bei einem Flächenverhältnis F von 1:2 zwischen der ersten Wandung 17a und der dritten Wandung 17c eingestellt werden, dass lediglich ein Anteil von z.B. 50% (bei gleicher Maximalkraft des Membran- und Federspeicherteils 3b, 3c des Kombizylinders in den Hinterachs-Radbremse 3) der über den Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruckes p_V pneumatisch angeforderten Bremswirkung redundant von den Federspeicherteilen 3b an der Hinterachse umgesetzt wird. D.h. der Parkbrems-Steuerdruck p_5 im zweiten Steuer-

raum 14b bewirkt eine höhere axiale Kraft auf die Steuerkolben 15a, 15b als ein vergleichbarer Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck pV im ersten Stellerraum 14a. Dadurch wird festgelegt, welcher Anteil der Bremswirkung im Redundanzfall tatsächlich auf die Hinterräder 3a ausgeübt werden soll.

Zur Auswahl des Flächenverhältnisses F ist ggf. auch das Kraftverhältnis des Membran- zum Federspeicherteil 3a, 3b des Kombizylinders in den Hinterachs-Radbremsten 3 zu berücksichtigen. Ist demnach die Maximalkraft des Federspeicherteils 3b z.B. halb so groß wie die Maximalkraft des Membranteils 3c, so ist zum Umsetzen eines Anteils von 50% der über den Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck pV pneumatisch angeforderten Bremswirkung mit den Federspeicherteilen 3b gemäß dem obigen Beispiel ein Flächenverhältnis F von ca. 1:1 vorzusehen.

Insbesondere können die Flächenverhältnisse F derartig eingestellt werden, dass bei einer nicht vollen Parkbrems-Bremsvorgabe VP und einer vollen redundanten Betriebsbrems-Bremsvorgabe VB (kein Umschaltsignal S1) die Federspeicherteile 3b voll zugespant werden, um im Redundanzfall die maximale Bremswirkung auf der Hinterachse abrufen zu können. Sind sowohl die Parkbrems-Bremsvorgabe VP also auch die redundante Betriebsbrems-Bremsvorgabe VB (kein Umschaltsignal S1) nicht maximal, so kann über die Flächenverhältnisse F eingestellt werden, dass immer die maximale der beiden Bremswirkungen von den Federspeicherteilen 3b umgesetzt wird.

Über ein Anhänger-Steuerventil 25 kann in gewohnter Weise eine elektrische und/oder pneumatische Übertragung des Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruckes pV sowie des Parkbrems-Steuerdruckes p5 bzw. eines elektrischen Anhänger-Steuersignals ST erfolgen, um auch den Anhänger 200 abbremsen zu können.

Somit kann erfindungsgemäß gemäß Fig. 3 erreicht werden, dass in einem Verfahren zunächst geprüft wird, ob das Zentralmodul 7 einen Defekt aufweist und/oder die Verbindung zum Hinterachs-Druckmodulator 11 einen Defekt aufweist und somit eine elektrische Ansteuerung der Hinterachs-Radbremse 3 nicht möglich ist (St0). Ist dies nicht der Fall, wird dem Steuerventil 12 in einem ersten Alternativ-Schritt St1a über das Umschaltsignal S1 vorgegeben, dass der dritte Steuerkolben 15c ein Einleiten des Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruckes pV oder des Redundanz-Betriebsbrems-Steuerdruckes pR in den ersten Steuerraum 14a verhindert. Der erste Steuerraum 14a ist damit mit der Atmosphäre A verbunden und beeinflusst das Umsetzen der Parkbrems-Bremsvorgabe VP nicht. Liegt jedoch ein Defekt in der elektrischen Ansteuerung des Hinterachs-Druckmodulators 11 vor, bleibt das Umschaltsignal S1 aus und dem Steuerventil 12 wird in einem zweiten Alternativ-Schritt St1b vorgegeben, dass der Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck pV oder der Redundanz-Betriebsbrems-Steuerdruck pR in den ersten Steuerraum 14a eingelassen werden soll. Liegt keine Parkbrems-Bremsvorgabe VP vor, so wird eine dem Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck pV bzw. dem Redundanz-Betriebsbrems-Steuerdruck pR entsprechende Bremswirkung bei Vorliegen einer Betriebsbrems-Bremsvorgabe VB wie beschrieben über die Federspeicherteile 3b umgesetzt. Bei Vorliegen einer Parkbrems-Bremsvorgabe VP und gleichzeitigem redundanten pneumatischen Ansteuern des Steuerventils 12 mit dem Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck pV bzw. dem Redundanz-Betriebsbrems-Steuerdruck pR, d.h. ohne Vorliegen eines Umschaltsignals S1, wird das redundante Umsetzen der Betriebsbrems-Bremsvorgabe VB an den Hinterrädern 3b wie beschrieben automatisch verhindert.

Bezugszeichenliste (Teil der Beschreibung)

1	Bremssystem
2	Vorderachs-Radbremsen
2a	Vorderräder
3	Hinterachs-Radbremsen
3a	Hinterräder
3b	Federspeicherteil der Hinterachs-Radbremsen 3
3c	Membranteil der Hinterachs-Radbremsen 3
4	Betriebsbremsventil
5	Parkbremsventil
6	Vorderachs-Druckmodulator
6a	Redundanz-Anschluss
7	Zentralmodul
8a	erster Druckmittelvorrat
8b	zweiter Druckmittelvorrat
8c	dritter Druckmittelvorrat
9	ABS-Steuerventile
10	Raddrehzahlsensoren
11	Hinterachs-Druckmodulator
12	Steuerventil
12a	erster Steuereingang des Steuerventils 12
12b	zweiter Steuereingang des Steuerventils 12
12c	Steuerausgang
12d	Versorgungsanschluss
12e	Entlüftungsanschluss
12f	Ventilgehäuse
13	Abzweigung
14a	erster Steuerraum
14b	zweiter Steuerraum
14c	dritter Steuerraum
15a	erster Steuerkolben

15b	zweiter Steuerkolben
15c	dritter Steuerkolben
16	Druckraum
17a	erste Wandung
17b	zweite Wandung
17c	dritte Wandung
18	Öffnung
19	Verbindungskanal
20	Steuereinrichtung
21	Entlüftungskanal
22	Ventilkörper
23	Druckfeder
24	Durchlass
25	Anhänger-Steuerventil
100	Zugfahrzeug
200	Anhänger
A	Atmosphäre
F	Flächenverhältnis
K1	erster Kanal des Betriebsbremsventils 4
K2	zweiter Kanal des Betriebsbremsventils 4
p2	Vorderachs-Bremsdruck
p3b	Federspeicher-Bremsdruck
p3c	Membran-Bremsdruck
p5	Parkbrems-Steuerdruck
pR	Redundanz-Betriebsbrems-Steuerdruck
pV	Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck
R1	erste Richtung
R2	zweite Richtung
S1	Umschaltsignal
S2	Vorderachs-Steuersignal
S3	Hinterachs-Steuersignal

S4	Betriebsbrems-Betätigungssignal
ST	Anhänger-Steuersignal
VB	Betriebsbrems-Bremsvorgabe
VP	Parkbrems-Bremsvorgabe

St0, St1a, St1b Schritte des Verfahrens

Patentansprüche

1. Steuerventil (12) zum Aussteuern eines Federspeicher-Bremsdruckes (p3b) an Federspeicherteile (3b) einer Hinterachs-Radbremse (3), wobei das Steuerventil (12) pneumatisch über einen zweiten Steuereingang (12b) mit einem Parkbrems-Steuerdruck (p5) ansteuerbar ist, wobei der Parkbrems-Steuerdruck (p5) derartig auf in einem Ventilgehäuse (12f) des Steuerventils (12) angeordnete Steuermittel (14b, 15b, 17c, 22, 23, 24) einwirken kann, dass sich an einem Steuerausgang (12c) des Steuerventils (12) ein Federspeicher-Bremsdruck (p3b) in Abhängigkeit des Parkbrems-Steuerdruckes (p5) einstellt zum Bewirken einer Parkbrems-Bremsvorgabe (VP) mit den Federspeicherteilen (3b) der Hinterachs-Radbremse (3),
dadurch gekennzeichnet, dass
das Steuerventil (12) weiterhin einen ersten Steueranschluss (12a) zum Ansteuern des Steuerventils (12) mit einem von einer Betriebsbrems-Bremsvorgabe (VB) abhängigen Betriebsbrems-Steuerdruck (pV; pR) aufweist, wobei der erste Steueranschluss (12a) mit einem verstellbaren ersten Steuerraum (14a) verbindbar ist, wobei der erste Steuerraum (14a) derartig mit den im Steuerventil (12) angeordneten Steuermitteln (14b, 15b, 17c, 22, 23, 24) in Wirkverbindung steht, dass der Federspeicher-Bremsdruck (p3b) am Steuerausgang (12c) bei einer Verstellung des ersten Steuerraumes (14a) infolge einer Druckbeaufschlagung mit dem Betriebsbrems-Steuerdruck (pV; pR) in Abhängigkeit des Betriebsbrems-Steuerdruckes (pV; pR) und/oder des Parkbrems-Steuerdruckes (p5) einstellbar ist.
2. Steuerventil (12) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuermittel durch einen verstellbaren zweiten Steuerraum (14b) sowie einen verstellbaren zweiten Steuerkolben (15b) ausgebildet sind, wobei der Parkbrems-Steuerdruck (p5) über den zweiten Steuereingang (12b)

in den zweiten Steuerraum (14b) eingelassen werden kann und der zweite Steuerkolben (15b) durch ein Einwirken des Parkbrems-Steuerdruckes (p5) auf den zweiten Steuerkolben (15b) in eine erste Richtung (R1) oder eine der ersten Richtung (R1) entgegen gerichtete zweite Richtung (R2) verstellbar ist.

3. Steuerventil (12) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Steuerraum (14b) durch eine am verstellbaren zweiten Steuerkolben (15b) angeordnete dritte Wandung (17c) begrenzt ist, wobei die dritte Wandung (17c) gegenüber dem Ventilgehäuse (12f) derartig beweglich ist, dass der zweite Steuerkolben (15b) durch ein Einwirken des Parkbrems-Steuerdruckes (p5) auf die dritte Wandung (17c) verstellt werden kann.
4. Steuerventil (12) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Steuerraum (14a) mit einem ersten Steuerkolben (15a) in Wirkverbindung steht, wobei der erste Steuerkolben (15a) mit dem zweiten Steuerkolben (15b) derartig in Wirkverbindung steht, dass der zweite Steuerkolben (15b) durch eine Verstellung des ersten Steuerkolbens (15a) mitgenommen wird.
5. Steuerventil (12) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Steuerkolben (15a) und der zweite Steuerkolben (15b) fest miteinander verbunden sind.
6. Steuerventil (12) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Steuerraum (14a) von einer gegenüber einem Ventilgehäuse (12f) beweglichen ersten Wandung (17a) sowie einer an dem Ventilgehäuse (12f) festgelegten zweiten Wandung (17b) begrenzt ist, wobei der erste Steuerkolben (15a) derartig mit der ersten Wandung (17a) verbunden ist, dass der erste Steuerkolben (15a) und der damit in Wirkverbindung stehende zweite Steuerkolben (15b) durch ein Druckerhöhen im

ersten Steuerraum (14a) in eine erste Richtung (R1) gedrängt werden.

7. Steuerventil (12) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Steuerraum (14b) relativ zum ersten Steuerraum (14a) derartig angeordnet ist, dass der zweite Steuerkolben (15b) und der damit in Wirkverbindung stehende erste Steuerkolben (15a) bei einem Druckerhöhen im zweiten Steuerraum (14b) in die zweite Richtung (R2) gedrängt werden.
8. Steuerventil (12) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Steuerraum (14b) ebenfalls von der am Ventilgehäuse (12f) festgelegten zweiten Wandung (12b) begrenzt ist, wobei der zweite Steuerkolben (15b) bei einer Druckerhöhung im zweiten Steuerraum (14b) von der zweiten Wandung (12b) weg in die zweite Richtung (R2) und der erste Steuerkolben (15a) bei einer Druckerhöhung im ersten Steuerraum (14a) von der zweiten Wandung (12b) weg in die erste Richtung (R1) gedrückt werden.
9. Steuerventil (12) nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Steuerraum (14a) und der zweite Steuerraum (14b) über die Steuerkolben (15a, 15b) derartig miteinander zusammenwirken, dass sich am Steuerausgang (12c) ein Federspeicher-Bremsdruck (p_{3b}) einstellt, der abhängig von dem im zweiten Steuerraum (14b) vorherrschenden Parkbrems-Steuerdruck (p_5) oder dem im ersten Steuerraum (14a) vorherrschenden Betriebsbrems-Steuerdruck (p_V ; p_R) ist, je nachdem, welcher der beiden Steuerdrücke (p_5 , p_V ; p_R) der höhere ist.
10. Steuerventil (12) nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Flächenverhältnis (F) zwischen der ersten Wandung (17a) und der dritten Wandung (17c) zwischen 1:2 und 2:1 beträgt.

11. Steuerventil (12) nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Steuermittel weiterhin ein durch eine Druckfeder (23) vorgespannter, axial beweglicher Ventilkörper (22) vorgesehen ist, wobei der Steuerausgang (12c) je nach axialer Verstellung des Ventilkörpers (22) entweder über einen Druckraum (16) mit einem Entlüftungsanschluss (12e) zum Reduzieren des Federspeicher-Bremsdruckes (p_{3b}) oder mit einem Versorgungsanschluss (12d) zum Erhöhen des Federspeicher-Bremsdruckes (p_{3b}) verbindbar ist, wobei der zweite Steuerkolben (15b) in Abhängigkeit des Parkbrems-Steuerdruckes (p_5) und/oder des Betriebsbrems-Steuerdruckes (p_V ; p_R) den Ventilkörper (22) axial verstellen kann.
12. Steuerventil (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerventil (12) eine Steuereinrichtung (20) aufweist, wobei die Steuereinrichtung (20) einen dritten Steuerkolben (15c) derartig umschalten kann, dass der erste Steueranschluss (12a) über einen Verbindungskanal (19) mit dem verstellbaren ersten Steuerraum (14a) verbunden ist zum Durchleiten des Betriebsbrems-Steuerdruckes (p_V ; p_R) in den ersten Stellerraum (14a) oder dass die Atmosphäre (A) mit dem ersten Stellerraum (14a) verbunden ist zum Entlüften des ersten Stellerraumes (14a).
13. Elektronisch steuerbares Bremssystem (1) mit Vorderachs-Radbremzen (2), Hinterachs-Radbremzen (3) mit einem Federspeicherteil (3b) und einem Membranteil (3c), einem elektropneumatisch steuerbaren Vorderachs-Druckmodulator (6) zur Ausgabe eines Vorderachs-Bremsdruckes (p_2) an die Vorderachs-Radbremzen (2), einem elektronisch steuerbaren Hinterachs-Druckmodulator (11) zur Ausgabe eines Membran-Bremsdruckes (p_{3c}) an die Membranteile (3c) der Hinterachs-Radbremzen (3), einem Zentralmodul (7), einem elektropneumatischen Betriebsbremsventil (4), wobei das Betriebsbremsventil (4) ausgebildet ist, in Abhängigkeit einer

Betriebsbrems-Bremsvorgabe (VB) ein elektrisches Betriebsbrems-Betätigungssignal (S4) an das Zentralmodul (7) auszugeben, wobei das Zentralmodul (7) signalleitend mit dem Vorderachs-Druckmodulator (6) und dem Hinterachs-Druckmodulator (11) verbunden ist zum Übertragen von dem Betriebsbrems-Betätigungssignal (S4) abhängigen Steuersignalen (S2, S3) an die Druckmodulatoren (6, 11), wobei das Betriebsbremsventil (4) weiterhin ausgebildet ist, in Abhängigkeit der Betriebsbrems-Bremsvorgabe (VB) einen pneumatischen Betriebsbrems-Steuerdruck (pV; pR) auszugeben, wobei der Vorderachs-Druckmodulator (6) im Redundanzfall über einen Redundanz-Anschluss (6a) mit einem Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruck (pV) ansteuerbar ist,

wobei das Bremssystem (1) weiterhin ein Parkbremsventil (5) aufweist und das Parkbremsventil (5) in Abhängigkeit einer Parkbrems-Bremsvorgabe (VP) einen Parkbrems-Steuerdruck (p5) an einen zweiten Steuereingang (12b) eines Steuerventils (12) ausgibt, wobei das Steuerventil (12) in Abhängigkeit des Parkbrems-Steuerdruckes (p5) einen Federspeicher-Bremsdruck (p3b) erzeugt und über einen Steuerausgang (12c) an die Federspeicherteile (3b) der Hinterachs-Radbremse (3) ausgibt,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Steuerventil (12) zur Erzeugung des Federspeicher-Bremsdruckes (p3b) ein Steuerventil (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche ist, wobei das Betriebsbremsventil (4) pneumatisch mit einem ersten Steuereingang (12a) des Steuerventils (12) verbunden ist zum Übertragen des Betriebsbrems-Steuerdruckes (pV; pR) an das Steuerventil (12) und zur Ausgabe eines Federspeicher-Bremsdruckes (p3b) in Abhängigkeit des Parkbrems-Steuerdruckes (p5) und/oder des Betriebsbrems-Steuerdruckes (pV; pR).

14. Elektronisch steuerbares Bremssystem (1) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Zentralmodul (7) signalleitend mit dem Steu-

erventil (12) verbunden ist zum Übermitteln eines Umschaltsignals (S1) zum wahlweisen Verbinden des ersten Steueranschlusses (12a) des Steuerventils (12) mit dem ersten Steuerraum (14a) oder der Atmosphäre (A) mit dem ersten Steuerraum (14a), wobei im Normalbetrieb ohne Vorliegen eines Defektes oder eines Ausfalls bei der elektrischen Ansteuerung des Hinterachs-Druckmodulators (11) über das Umschaltsignal (S1) vorgebar ist, dass die Atmosphäre (A) mit dem ersten Steuerraum (14a) verbunden ist und sonst der erste Steueranschluss (12a) des Steuerventils (12) mit dem ersten Steuerraum (14a) verbunden ist.

15. Elektronisch steuerbares Bremssystem (1) nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Betriebsbremsventil (4) einkanalig ausgeführt ist und der dem Vorderachs-Druckmodulator (6) vom Betriebsbremsventil (4) zugeführte Vorderachs-Steuerdruck (pV) über eine Abzweigung (13) auch dem ersten Steueranschluss (12a) des Steuerventils (12) zuführbar ist.
16. Elektronisch steuerbares Bremssystem (1) nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Betriebsbremsventil (4) zweikanalig ausgeführt ist, wobei ein erster Kanal (K1) mit dem Redundanz-Anschluss (6a) des Vorderachs-Druckmodulators (6) verbunden ist zur pneumatischen Ansteuerung des Vorderachs-Druckmodulators (6) mit dem Vorderachs-Betriebsbrems-Steuerdruckes (pV) und ein zweiter Kanal (K2) mit dem ersten Steueranschluss (12a) des Steuerventils (12) verbunden ist zur Übertragung eines im Betriebsbremsventil (4) erzeugten Redundanz-Steuerdruckes (pR) an das Steuerventil (12).
17. Verfahren zum Steuern eines elektrisch steuerbaren Bremssystems (1) nach einem der Ansprüche 13 bis 16, wobei der erste Steuereingang (12a) des Steuerventils (12) bei Feststellen eines elektrischen Defektes oder eines Ausfalls bei der elektrischen Ansteuerung der Hinterachs-Radbremmen (3) durch den Membranteil (3c) (St0) mit dem ersten Steu-

erraum (14a) verbunden wird, so dass ein vom Betriebsbrems-
Steuerdruck (pV; pR) abhängiger Federspeicher-Bremsdruck (p3b) an
die Federspeicherteile (3b) der Hinterachs-Radbremesen (3) angesteuert
werden kann (St1a).

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das
Zentralmodul (7) dem Steuerventil (12) im Normalbetrieb ohne Feststel-
len eines elektrischen Defektes oder eines Ausfalls bei der elektrischen
Ansteuerung der Hinterachs-Radbremesen (3) durch den Membranteil
(3c) (St0) über das Umschaltsignal (S1) vorgibt, dass der erste Steuer-
raum (14a) mit der Atmosphäre (A) verbunden wird (St1a).

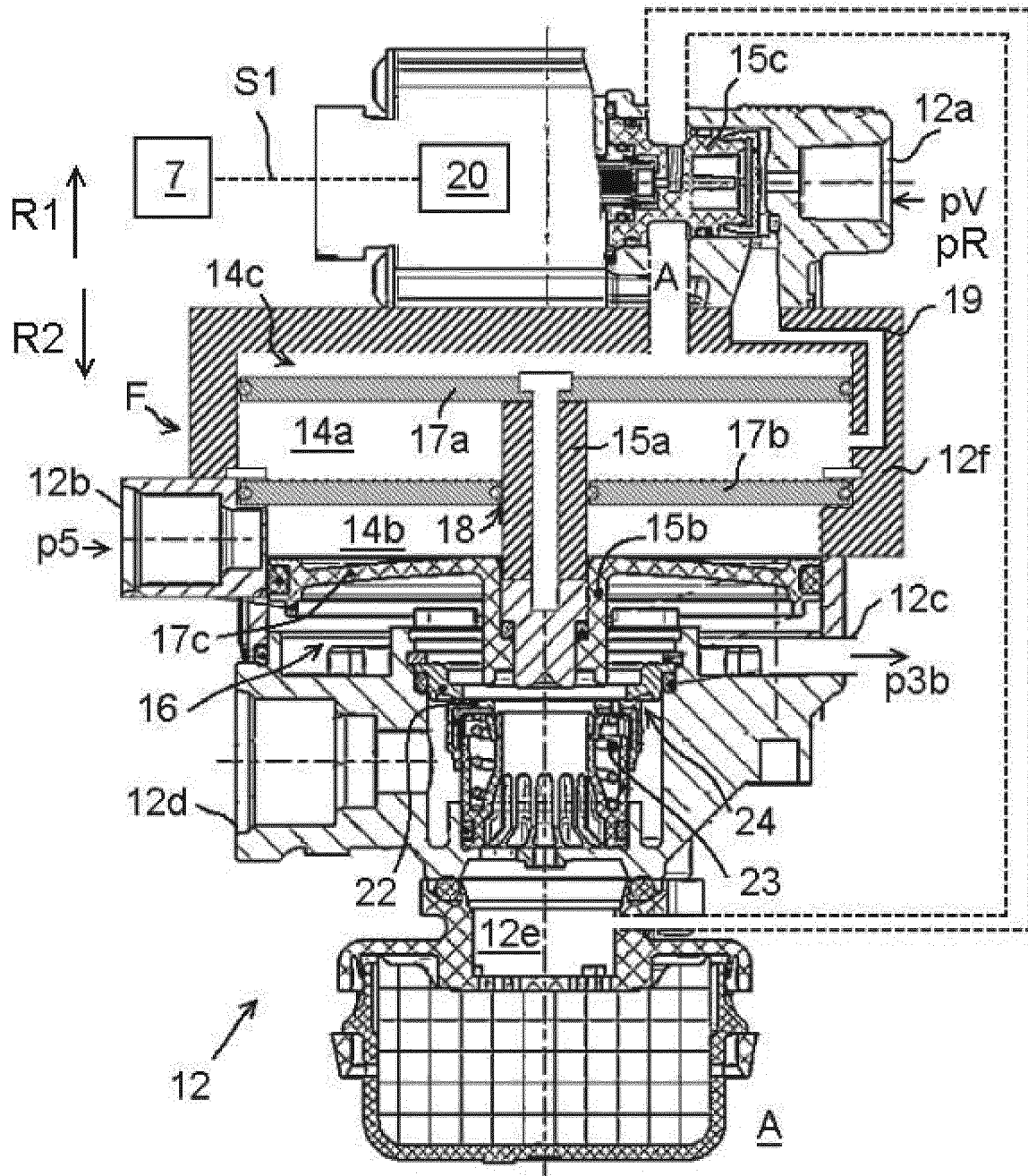


Fig. 2

3 / 3

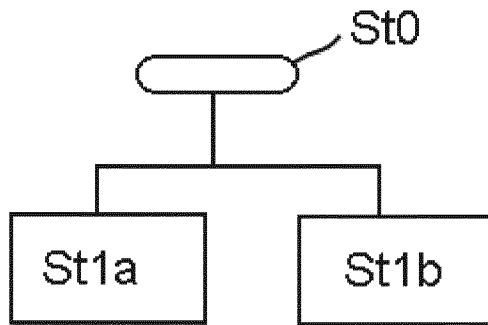


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/058046

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B60T 15/20</i> (2006.01)i; <i>B60T 13/68</i> (2006.01)n; <i>B60T 8/32</i> (2006.01)n 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 practicable, 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	EP 0131683 A2 (WABCO WESTINGHOUSE FAHRZEUG [DE]) 23 January 1985 (1985-01-23)	1-4,6,9-11
A	page 13, line 27 - page 18, line 4; figures 3,4	13
A	SU 610699 A1 (POLTAV AVTOAGREGATNYJ Z [SU]) 15 June 1978 (1978-06-15) figure	1-12
A	WO 2015169418 A1 (WABCO GMBH [DE]) 12 November 2015 (2015-11-12) the whole document	13,17
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 23 May 2019		Date of mailing of the international search report 04 June 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Meijs, Paul Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/058046

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	0131683	A2	23 January 1985	DE	3321566	A1	20 December 1984
				EP	0131683	A2	23 January 1985
				PL	248236	A1	09 April 1985
				US	4575157	A	11 March 1986

SU	610699	A1	15 June 1978	NONE			

WO	2015169418	A1	12 November 2015	CN	106132793	A	16 November 2016
				DE	102014006613	A1	12 November 2015
				EP	3140165	A1	15 March 2017
				WO	2015169418	A1	12 November 2015

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/058046

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60T15/20 ADD. B60T13/68 B60T8/32		
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	EP 0 131 683 A2 (WABCO WESTINGHOUSE FAHRZEUG [DE]) 23. Januar 1985 (1985-01-23)	1-4,6, 9-11
A	Seite 13, Zeile 27 - Seite 18, Zeile 4; Abbildungen 3,4	13
A	-----	
A	SU 610 699 A1 (POLTAV AVTOAGREGATNYJ Z [SU]) 15. Juni 1978 (1978-06-15) Abbildung	1-12
A	-----	
A	WO 2015/169418 A1 (WABCO GMBH [DE]) 12. November 2015 (2015-11-12) das ganze Dokument	13,17

<input 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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
23. Mai 2019		04/06/2019
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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/058046

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0131683	A2	23-01-1985	DE 3321566 A1 20-12-1984
			EP 0131683 A2 23-01-1985
			PL 248236 A1 09-04-1985
			US 4575157 A 11-03-1986

SU 610699	A1	15-06-1978	KEINE

WO 2015169418	A1	12-11-2015	CN 106132793 A 16-11-2016
			DE 102014006613 A1 12-11-2015
			EP 3140165 A1 15-03-2017
			WO 2015169418 A1 12-11-2015
