

(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
 23. Juni 2016 (23.06.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/096532 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60T 7/04 (2006.01) **B60T 15/02** (2006.01)
B60T 8/40 (2006.01) **F16K 31/06** (2006.01)
B60T 13/74 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/078945

(22) Internationales Anmeldedatum:
 8. Dezember 2015 (08.12.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
 10 2014 225 962.2
 16. Dezember 2014 (16.12.2014) DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG
 [DE/DE]; Guerickestr. 7, 60488 Frankfurt (DE).

(72) Erfinder: FEIGEL, Hans-Jörg; Ahornring 7a, 61191
 Rosbach (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, DK, DM,
 DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
 HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
 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, 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.

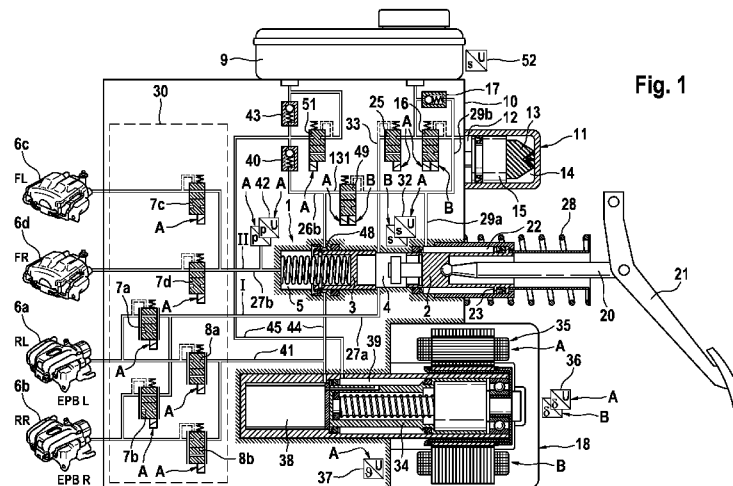
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
 jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
 GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
 SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
 KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
 CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, 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)

(54) Title: BRAKE SYSTEM FOR MOTOR VEHICLES

(54) Bezeichnung : BREMSANLAGE FÜR KRAFTFAHRZEUGE



(57) Abstract: The invention relates to a brake system for motor vehicles having a brake-by-wire operating mode, comprising a master brake cylinder (1), which has at least a first and a second master brake cylinder piston (2, 3), which are arranged one behind the other and bound a first and a second pressure chamber (4, 5), wherein the first and the second pressure chambers are each connected to wheel brakes (6a, 6b; 6c, 6d), a pressure-medium reservoir (9), a simulation device (11), an electrically controllable pressure-providing device (18), and a pressure control valve assembly (30) hydraulically connected to the master brake cylinder, the pressure-providing device (18), and the wheel brakes for setting wheel-individual wheel brake pressures at the wheel brakes, wherein the first master brake cylinder piston is designed as a stepped piston, the annular surface (23) of which bounds a hydraulic chamber (22), wherein the hydraulic chamber (22) is hydraulically connected to the simulator chamber (12), and wherein the brake system comprises at least one doubly actuatable solenoid valve (49, 16), which can be actuated by means of a first coil and a second coil electrically separated from the first coil.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/096532 A1



Bremsanlage für Kraftfahrzeuge, mit einer "Brake-by-Wire"- Betriebsart, mit einem Hauptbremszylinder (1), der zumindest einen ersten und einen zweiten Hauptbremszylinderkolben (2, 3) aufweist, die hintereinander angeordnet sind und einen ersten und einen zweiten Druckraum (4, 5) begrenzen, wobei der erste und der zweiten Druckraum je mit Radbremsen (6a, 6b; 6c, 6d) verbunden ist, einem Druckmittelvorratsbehälter (9), einer Simulationseinrichtung (11), einer elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtung (18), und einer an den Hauptbremszylinder, die Druckbereitstellungseinrichtung (18) und die Radbremsen hydraulisch angeschlossenen Druckregelventilanordnung (30) zur Einstellung radindividueller Radbremsdrücke an den Radbremsen, wobei der erste Hauptbremszylinderkolben als ein Stufenkolben ausgebildet ist, dessen Ringfläche (23) eine hydraulische Kammer (22) begrenzt, wobei die hydraulische Kammer (22) mit der Simulatorkammer (12) hydraulisch verbunden ist, und wobei die Bremsanlage mindestens ein zweifach ansteuerbares Magnetventil (49, 16) umfasst, welches mittels einer ersten Spule und einer elektrisch von der ersten Spule getrennten, zweiten Spulen betätigbar ist.

Bremsanlage für Kraftfahrzeuge

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bremsanlage für Kraftfahrzeuge gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

5

Eine derartige Bremsanlage für Kraftfahrzeuge ist beispielsweise aus der DE 10 2011 081 463 A1 bekannt. Die vorbekannte Bremsanlage umfasst einen mittels eines Bremspedals betätigbaren Hauptbremszylinder mit zwei Druckräumen, Radbremsen, eine elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung, eine Druckregelventilanordnung mit zwei Ventilen je Radbremse, zwei weitere Ventile je Bremskreis, wovon die beiden Trennventile zur Entkopplung der Hauptbremszylinder-Druckräume von den Radbremsen in der „Brake-by-wire“-Betriebsart benötigt werden, sowie eine Simulationseinrichtung, welche an die Druckräume des Hauptbremszylinders angeschlossen ist und welche über ein Simulatorfreigabeventil zu- und abschaltbar ist. Um eine hohe Verfügbarkeit der Bremsanlage, auch in der Rückfallbetriebsart zu erzielen, umfasst die Bremsanlage im Ganzen dreizehn Ventile und das Simulatorfreigabeventil muss stromlos geschlossen ausgeführt sein, damit im Falle eines Ausfalls der elektrischen Energieversorgung der Bremsanlage in der Rückfallbetriebsart eine Abschaltung der Simulationseinrichtung und die Möglichkeit eines hydraulischen Druckaufbaus an den Radbremsen durch den Fahrzeugführer gewährleistet ist. Nachteilig an der Verwendung eines stromlos geschlossenen Simulatorfreigabeventils ist es, dass im Falle einer Verschmutzung des Ventils, dieses unter Umständen nicht mehr vollständig schließt, so dass ein hydraulischer Durchgriff des Fahrzeugführers auf die Radbremsen in der Rückfallbetriebsart nicht mehr oder in eingeschränktem Umfang gegeben wäre. Weiterhin führt die große Anzahl von Ventilen zu hohen Herstellungskosten für die Bremsanlage.

10

15

20

25

30

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Bremsanlage bereitzustellen, die eine weiter verbesserte Verfügbarkeit besitzt und gleichzeitig kostengünstig herstellbar ist. Insbesondere ist eine Bremsanlage bereitzustellen, welche auch bei
5 Ausfall einer elektrischen Energieversorgungseinheit der Bremsanlage noch zumindest eine achsindividuelle Bremsdruckeinstellung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Bremsanlage gemäß
10 Anspruch 1 gelöst.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, dass der mit dem Bremspedal gekoppelte, erste Hauptbremszylinderkolben als ein Stufenkolben ausgebildet ist, dessen Ringfläche eine hydraulische Kammer begrenzt, welche mit der Simulatorkammer der
15 hydraulisch betätigbaren Simulationseinrichtung verbunden ist und dass die Bremsanlage zumindest ein Magnetventil umfasst, welches mittels einer ersten Spule und einer elektrisch von der ersten Spule getrennten, zweiten Spulen betätigbar ist.

20

Unter dem Begriff „zweifach ansteuerbares Magnetventil“ ist zu verstehen, dass das Magnetventil zumindest zweifach ansteuerbar ist.

Ein Vorteil der Erfindung ist es, dass ein stromlos offenes Simulatorventil eingesetzt werden kann und dass auf Trennventile zur hydraulischen Entkopplung der Hauptbremszylinder-Druckräume von den Radbremsen verzichtet werden kann. Dies wird dadurch erreicht, dass die Simulationseinrichtung nicht an einen der
25 Druckräume des Hauptbremszylinders angeschlossen ist, also von den Druckräumen des Hauptbremszylinders hydraulisch getrennt werden kann, aber dennoch direkt an die Bewegung des ersten Hauptbremszylinderkolbens gekoppelt ist. Da die Druckräume des Hauptbremszylinders nicht mehr mit der Simulatorkammer verbunden
30

sind, können in den Druckräumen des Hauptbremszylinders andere Drücke eingestellt werden als der Druck in der Simulatorkammer, welchen der Fahrer erfährt. Es ist ausreichend, dass nur ein oder zwei Magnetventile der Bremsanlage zweifach ansteuerbar ausgeführt sind und dennoch eine achsindividuelle Bremsdruck-

5 einstellung (elektronische Bremskraftverteilung) möglich ist.

Ein Vorteil der Erfindung ist es außerdem, dass die Verfügbarkeit der Bremsanlage und die Gesamtverzögerung auch bei Fahrzuständen auf niedrigem Reibwert verbessert wird, wobei nur ein oder zwei Magnetventile zweifach ansteuerbar ausgeführt sein müssen, so dass die Bremsanlage kostengünstig herstellbar ist.

10

Der erste Hauptbremszylinderkolben ist also als ein Stufenkolben mit zumindest einer Kreisfläche und einer Ringfläche ausgebildet, dessen Kreisfläche den ersten Druckraum und dessen Ringfläche die hydraulische Kammer begrenzt, wobei eine Druckwirkung in der Kammer einer Kraft entspricht, die auf den ersten Hauptbremszylinderkolben entgegen der Betätigungs-

15

20 richtung wirkt.

Bevorzugt sind alle Ventile der Bremsanlage als Magnetventile ausgeführt. Dabei sind die Ventile mittels nur einer Spule betätigbar bis auf das genau eine zweifach ansteuerbare Magnetventil oder bis auf die genau zwei zweifach ansteuerbaren Magnetventile.

25

Bevorzugt ist der erste Hauptbremszylinderkolben über eine Betätigungskräfte übertragende Druckstange mit einem Bremspedal gekoppelt.

30

Bevorzugt ist eine Bewegung des zweiten Hauptbremszylinderkolbens in Richtung des ersten Hauptbremszylinderkolbens begrenzt. Besonders bevorzugt ist die Bewegung des zweiten

Hauptbremszylinderkolbens in Richtung des ersten Hauptbremszylinderkolbens durch einen Anschlag begrenzt. So kann in dem zweiten Druckraum des Hauptbremszylinders mittels der Druckbereitstellungseinrichtung ein höherer Druck aufgebaut werden, als in dem ersten Druckraum vorliegt.

Bevorzugt umfasst die Bremsanlage genau ein zweifach ansteuerbares Magnetventil, welches mittels zwei elektrisch voneinander getrennter Spulen betätigbar ist. Alternativ ist es bevorzugt, dass die Bremsanlage höchstens zwei zweifach ansteuerbare Magnetventile umfasst, welche jeweils mittels zwei elektrisch voneinander getrennter Spulen betätigbar sind.

Die Bremsanlage umfasst bevorzugt einen ersten elektrischen Kreis mit einer ersten elektrischen Energieversorgungseinheit und ersten Ansteuermitteln und einen zweiten elektrischen Kreis mit einer zweiten elektrischen Energieversorgungseinheit und zweiten Ansteuermitteln, wobei für jedes zweifach ansteuerbare Magnetventil die erste Spule mittels des ersten elektrischen Kreises und die zweite Spule mittels des zweiten elektrischen Kreises angesteuert wird. Dabei sind besonders bevorzugt das oder die zweifach ansteuerbaren Magnetventile derart gewählt, dass eine achsindividuelle oder radindividuelle Bremsdruckregelung auch bei Ausfall eines der elektrischen Kreise durchführbar ist.

Bevorzugt werden alle Magnetventile der Bremsanlage zumindest mittels des ersten elektrischen Kreises angesteuert.

Um eine hohe Verfügbarkeit der elektrischen Energieversorgung und Ansteuerung der Magnetventile zu erzielen, ist der erste elektrische Kreis bevorzugt unabhängig von dem zweiten elektrischen Kreis.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst die

Bremsanlage eine hydraulische Verbindung zwischen dem zweiten Druckraum und der Kammer, in welcher ein elektrisch betätigbares Trennventil angeordnet ist, wobei das Trennventil das zweifach ansteuerbare Magnetventil oder eines der zweifach ansteuerbaren Magnetventile ist. Das Trennventil ist besonders bevorzugt stromlos offen ausgeführt. Diese Verbindung wird vorteilhafterweise durch eine Betätigung des zweiten Hauptbremszylinderkolbens abgesperrt.

10 Bevorzugt ist ein elektrisch betätigbares Simulatorventil zum Zu- und Abschalten der Wirkung der Simulationseinrichtung vorgesehen, wobei das Simulatorventil eines der zweifach ansteuerbaren Magnetventile ist. Das Simulatorventil ist besonders bevorzugt stromlos offen ausgeführt, so dass ein Verschmutzen oder unvollständiges Schließen des Simulatorventils keinen Einfluss auf die Funktionsfähigkeit der Rückfallbetriebsart hat.

20 Bevorzugt ist eine hydraulische Verbindung zwischen der Kammer und dem Druckmittelvorratsbehälter vorgesehen, in welcher das Simulatorventil angeordnet ist. Besonders bevorzugt ist dem Simulatorventil ein, in Richtung der Kammer hin öffnendes Rückschlagventil parallel geschaltet.

25 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bremsanlage weist der Elektromotor mindestens zwei, unabhängig voneinander betreibbare Antriebseinheiten mit je zumindest einer Wicklung zum Antreiben des Rotors des Elektromotors auf.

30 Bevorzugt wird eine der Antriebseinheiten mittels des ersten elektrischen Kreises und die andere der Antriebseinheiten mittels des zweiten elektrischen Kreises angesteuert, so dass auch bei Ausfall eines der elektrischen Kreise eine elektrisch gesteuerte Bremsung mit elektrischer Bremskraftverteilung

durchführbar ist.

Bevorzugt ist eine hydraulische Verbindung zwischen dem erste Druckraum und dem Druckmittelvorratsbehälter vorgesehen, in
5 welcher ein elektrisch betätigbares Ablassventil angeordnet ist. Hierdurch kann, insbesondere auch in einem betätigten Zustand des ersten Hauptbremszylinderkolbens, der erste Druckraum in der „Brake-by-wire“-Betriebsart drucklos gehalten werden. Dadurch wird die Bremspedalkennlinie im Ansprechbereich nicht durch die
10 Bewegung des zweiten Hauptbremszylinderkolbens beeinflusst. Das Ablassventil ist besonders bevorzugt stromlos geschlossen ausgeführt, damit in einer Rückfallbetriebsart ohne jegliche elektrische Energieversorgung eine Betätigung der Radbremsen durch den Fahrzeugführer möglich ist. Das Ablassventil bietet
15 weiterhin den Vorteil, dass im Falle, dass während einer Bremspedalbetätigung ein Übergang in die Rückfallbetriebsart stattfindet, durch ein Schließen des Ablassventils eine bremspedalwegverlustfreie, direkte Betätigung der Radbremsen durch den Fahrzeugführer möglich ist.

20

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bremsanlage ist in dem zweiten Hauptbremszylinderkolben zu-
mindest eine radiale Bohrung derart angeordnet, dass der zweite Druckraum in der unbetätigten Stellung des zweiten Haupt-
25 bremszylinderkolbens über die radiale Bohrung und einen Behälteranschluss mit dem Druckmittelvorratsbehälter in Verbindung steht, wobei die Verbindung durch eine Betätigung des zweiten Hauptbremszylinderkolbens abgesperrt wird, und zwischen dem Behälteranschluss und der Kammer ist eine hydraulische
30 Verbindung vorgesehen, in welcher das Trennventil angeordnet ist. Dies ermöglicht eine kompakte Bauform.

In dem ersten Hauptbremszylinderkolben ist bevorzugt zumindest eine radiale Bohrung derart angeordnet, dass der erste Druckraum

in der unbetätigten Stellung des ersten Hauptbremszylinderkolbens über die radiale Bohrung mit der Kammer in Verbindung steht, wobei die Verbindung durch eine Betätigung des ersten Hauptbremszylinderkolbens abgesperrt wird. Dies ist vorteilhaft, um die mit dem ersten Druckraum verbundenen Radbremsen mit dem Druckmittelvorratsbehälter zwecks Druckausgleich in Verbindung zu bringen.

Um in der „Brake-by-wire“-Betriebsart die Radbremsen des zweiten Bremskreises mittels der Druckbereitstellungseinrichtung mit Druck zu beaufschlagen, ist bevorzugt eine hydraulische Verbindung zwischen der Druckbereitstellungseinrichtung und dem zweiten Druckraum vorgesehen. Diese Verbindung wird besonders bevorzugt durch eine Betätigung des zweiten Hauptbremszylinderkolbens abgesperrt. In der „Brake-by-wire“-Betriebsart werden also die dem zweiten Druckraum zugeordneten Radbremsen über die Verbindung zwischen der Druckbereitstellungseinrichtung und dem zweiten Druckraum und die ersten Radventile mit Druck beaufschlagt.

Den dem ersten Druckraum zugeordneten Radbremsen ist bevorzugt je ein zweites, elektrisch ansteuerbares Radventil der Druckregelventilanordnung zugeordnet, welches in einer hydraulischen Verbindung zwischen der Druckbereitstellungseinrichtung und der Radbremse angeordnet ist.

Bevorzugt umfasst die Druckregelventilanordnung für jede Radbremse ein erstes, elektrisch ansteuerbares, stromlos offenes Radventil.

Jedes erste Radventil ist bevorzugt in der Verbindung zwischen der Radbremse und dem zugeordneten Druckraum angeordnet, wobei kein weiteres Ventil in der Verbindung zwischen erstem Radventil und Druckraum vorgesehen ist.

Die Druckregelventilanordnung umfasst bevorzugt nur für die dem ersten Druckraum zugeordneten Radbremsen je ein zweites, elektrisch ansteuerbares Radventil, welches in einer hydraulischen Verbindung zwischen der Druckbereitstellungseinrichtung und der Radbremse angeordnet ist. Besonders bevorzugt sind die
5 zweiten Radventile stromlos geschlossen ausgeführt und es ist jeweils kein weiteres Ventil in der Verbindung zwischen der Druckbereitstellungseinrichtung und dem zweiten Radventil vorgesehen.

10

Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung anhand von Figuren.

15 Es zeigen schematisch

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bremsanlage, und

20 Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bremsanlage.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bremsanlage, welches im Wesentlichen aus einem
25 mittels eines Betätigungs- bzw. Bremspedals 21 betätigbaren hydraulischen Hauptbremszylinder 1, einer mit dem Hauptbremszylinder 1 zusammen wirkenden, hydraulisch betätigbaren Simulationseinrichtung 11, einem dem Hauptbremszylinder 1 zugeordneten Druckmittelvorratsbehälter 9, einer elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtung 18, hydraulisch
30 betätigbaren Radbremsen 6a-6d, einer elektrisch steuerbaren Druckregelventilanordnung 30 zur Regelung und/oder Steuerung der an den Radbremsen eingesteuerten Radbremsdrücke sowie zumindest

einer (nicht dargestellten) elektronischen Steuer- und Regeleinheit (ECU) besteht.

Der Hauptbremszylinder 1 weist in einem Gehäuse 10 zwei hintereinander angeordnete hydraulische Hauptbremszylinderkolben 2, 3 (Primärkolben 2, Sekundärkolben 3) auf, die mit dem Gehäuse 10 hydraulische Druckräume 4, 5 begrenzen. Die Druckräume 4, 5 stehen mittels hydraulischer Verbindungen (Leitungen) 27a, 27b mit der Druckregelventilanordnung 30 in Verbindung. Der über eine Druckstange 20 mit dem Bremspedal 21 gekoppelte, erste Hauptbremszylinderkolben (Primärkolben) 2 ist als ein Stufenkolben mit einer Kreisfläche und einer Ringfläche 23 ausgebildet, wobei die Kreisfläche den ersten Druckraum 4 und die Ringfläche 23 eine hydraulische Kammer 22 begrenzt. Dabei entspricht eine Druckwirkung in der Kammer 22 einer Kraft, die auf den ersten Hauptbremszylinderkolben 2 entgegen der Betätigungsrichtung wirkt. Beispielsgemäß ist eine Rückstellfeder 28 wirkungsmäßig zwischen Gehäuse 10 und Bremspedal 21 angeordnet, welche das Bremspedal 21 und damit den Primärkolben 2 bei unbetätigtem Bremspedal 21 in eine Ausgangsstellung positioniert. Der Druckraum 5 nimmt eine nicht näher bezeichnete Rückstellfeder auf, die den Kolben 3 bei unbetätigtem Hauptbremszylinder 1 in einer Ausgangslage positioniert. Die Rückstellfeder ist vorteilhafterweise am Gehäuse 10 fixiert.

Der Betätigungsweg des Hauptbremszylinderkolbens 2 wird durch eine Wegsensorik 32 erfasst und repräsentiert den Bremswunsch des Fahrzeugführers. Die Wegsensorik 32 weist zumindest zwei redundant geschaltete Wegsensoren auf.

Druckregelventilanordnung 30 umfasst für jede Radbremse 6a-6d beispielsweise ein stromlos offenes, erstes Radventil 7a-7d und für die dem Primärdruckraum 4 zugeordneten Radbremsen 6a, 6b je ein stromlos geschlossenes, zweites Radventil 8a, 8b. Die

Radventile 7a und 7b sowie 8a und 8b sind beispielsweise analogisiert oder analog ansteuerbar ausgeführt. Die Radventile 7a-7d sind in der jeweiligen hydraulischen Verbindung zwischen dem zugeordneten Druckraum 4, 5 und der Radbremse 6a-6d angeordnet, wobei beispielsweise kein weiteres Ventil in dieser Verbindung angeordnet ist. Beispielsgemäß sind dem ersten Bremskreis I, der an den Druckraum 4 angeschlossen ist, die hinteren Radbremsen (6a: hinten links (RL), 6b: hinten rechts (RR)) und dem zweiten Bremskreis II die vorderen Radbremsen (6c: vorne links (FL), 6d: vorne rechts (FR)) zugeordnet. Die Radventile 8a und 8b sind in einer hydraulischen Verbindung 41 zwischen der Druckbereitstellungseinrichtung 18 und den Radbremsen 6a, 6b angeordnet, wobei beispielsweise kein weiteres Ventil in dieser Verbindung 41 angeordnet ist.

15

In jedem der Hauptbremszylinderkolben 2, 3 sind radiale Bohrungen ausgebildet. Im unbetätigten Zustand des Hauptbremszylinderkolbens 3 ist der Druckraum 5 über die radialen Bohrungen, einen Behälteranschluss 48 und einen Leitungsabschnitt 26b mit einem ersten Rückschlagventil 40 und einem zweiten Rückschlagventil 43, dem ein, vorteilhafterweise stromlos geschlossenes, Zuschaltventil 51 parallel geschaltet ist, mit dem Druckmittelvorratsbehälter 9 verbunden. Die Rückschlagventile 40, 43 sind in Richtung des Druckraums 5 öffnend angeordnet, so dass Druckmittel aus dem Druckmittelvorratsbehälter 9 über die Verbindung 26b in den Druckraum 5 nachgesaugt werden kann. Im unbetätigten Zustand des Hauptbremszylinderkolbens 2 ist der Druckraum 4 über die radiale Bohrung mit der Kammer 22 verbunden. Die Verbindung über die radialen Bohrungen wird durch eine Betätigung (ein Verschieben) des Kolbens 2 bzw. 3 im Gehäuse 10 abgesperrt. Der erste Druckraum 4 und die hydraulische Kammer 22 sind somit in einem betätigten Zustand des ersten Hauptbremszylinderkolbens gegeneinander hydraulisch abgedichtet.

Weiterhin ist der erste Druckraum 4 mittels einer hydraulischen Verbindung 33, unabhängig von dem Betätigungszustand des Kolbens 2, mit einem, vorteilhafterweise stromlos geschlossenen, Ablassventil 25 mit dem Druckmittelvorratsbehälter 9 trennbar
5 verbunden. So kann der Druckraum 4 auch im betätigten Zustand des Kolbens 2 „drucklos“ geschaltet werden, indem Druckraum 4 durch Öffnen des Ablassventils 25 mit dem Druckmittelvorratsbehälter 9 verbunden wird. Weiterhin kann das überschüssige Druckmittelvolumen, welches bei einer Bremsregelung (z.B. Schlupfregelung) aus den Radbremsen 6a, 6b in den Druckmittelvorrats-
10 behälter 9 abgeführt werden muss, über das Ablassventil 25 abgeführt werden.

Die Simulationseinrichtung 11, welche dem Fahrzeugführer in der
15 „Brake-by-wire“-Betriebsart ein angenehmes Bremspedalgefühl vermitteln soll, umfasst im Wesentlichen eine hydraulische Simulatorkammer 12, eine Simulatorfederkammer 14 mit einem elastischen Element 13 sowie einen die beiden Kammern 12, 14 voneinander trennenden Simulatorkolben 15. Die Kammer 22 des Hauptbremszylinders 1 ist über eine hydraulische Verbindung 29a,
20 29b mit der Simulatorkammer 12 verbunden, wobei die Verbindung 29b weiterhin über ein stromlos offenes Simulatorventil 16 trennbar mit dem Druckmittelvorratsbehälter 9 verbunden ist. Dem Simulatorventil 16 ist ein in Richtung der Kammer 22 bzw. der
25 Kammer 12 hin öffnendes Rückschlagventil 17 parallel geschaltet. Durch das Simulatorventil 16 kann die Wirkung der Simulationseinrichtung 11 zu- und abgeschaltet werden.

Beispielsgemäß ist weiterhin der Behälteranschluss 48 des
30 Sekundärdruckraums 5 über eine hydraulische Verbindung mit der hydraulischen Verbindung 29a, 29b verbunden, wobei die Verbindung durch ein zweites, vorteilhafterweise stromlos offenes, Trennventil 49 trennbar ist. Trennventil 49 ist beispielsweise in einem Leitungsabschnitt 131 angeordnet, welcher den Lei-

tungsabschnitt 26b mit dem Leitungsabschnitt zwischen Kammer 22 und Simulatorventil 16 (Verbindung 29a, 29b) verbindet.

Bei Vorgabe einer Bremspedalkraft und geschlossenem

5 Simulatorventil 16 sowie geschlossenem Behälter-Trennventil 49 strömt Druckmittel von der Kammer 22 des Hauptbremszylinders 1 in die Simulatorkammer 12, wobei das dabei generierte Pedalgefühl im Wesentlich durch das elastische Element 13 bestimmt wird.

10 Die elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung 18 ist beispielsweise als eine hydraulische Zylinder-Kolben-Anordnung bzw. ein elektrohydraulischer Aktuator ausgebildet, dessen Kolben 34 von einem schematisch angedeuteten Elektromotor 35 unter Zwischenschaltung eines ebenfalls
15 schematisch dargestellten Rotations-Translations-Getriebes betätigbar ist. Eine der Erfassung der Rotorlage des Elektromotors 35 dienende, lediglich schematisch angedeutete Rotorlagesensorik ist mit dem Bezugszeichen 36 bezeichnet. Rotorlagesensorik 36 weist zumindest zwei redundant geschaltete
20 Rotorlagesensoren auf. Zusätzlich kann auch ein Temperatursensorik 37 zum Erfassen der Temperatur der Motorwicklung verwendet werden. Das Gehäuse sowie der Kolben 34 der Druckbereitstellungseinrichtung 18 sind gestuft ausgeführt, so dass der Kolben 34 einen Druckraum 38 sowie einen zweiten,
25 ringförmigen Druckraum 39 begrenzt.

Druckraum 38 ist zum einen über die Leitung 41 mit den Radbremsen 6a, 6b des ersten Bremskreises I über je das stromlos geschlossene, zweite Radventil 8a, 8b der Druckregelventilan-
30 ordnung 30 verbunden. In der hydraulischen Verbindung zwischen Druckraum 38 und jeweiliger Radbremse 6a, 6b ist beispielsweise kein weiteres Ventil angeordnet. Zum anderen ist der Druckraum 38 über eine hydraulische Verbindung 44 mit dem Behälteranschluss 48 des Druckraums 5 des Hauptbremszylinders 1 verbunden, so dass

Druckmittel aus dem Druckmittelvorratsbehälter 9 über die Verbindungen 44 und 26b in den Druckraum 38 der Druckbereitstellungseinrichtung 18 nachgesaugt werden kann. Außerdem ist der Druckraum 38 bei unbetätigtem Sekundärkolben 3 so mit dem Druckraum 5 verbunden, so dass in der „Bra-

5 ke-by-wire“-Betriebsart eine Druckbeaufschlagung der Radbremsen 6c, 6d des zweiten Bremskreises II mittels der Druckbereitstellungseinrichtung 18 erfolgen kann.

10 Druckraum 38 und Druckraum 39 stehen durch eine Bohrung im Kolben 34 miteinander in hydraulischer Verbindung. Druckraum 39 ist über eine hydraulische Verbindung 45 mit dem Leitungsabschnitt 26b zwischen dem ersten Rückschlagventil 40 und dem zweiten Rückschlagventil 43 verbunden, so dass Druckraum 39 über die

15 Parallelschaltung von Ventil 51 und Rückschlagventil 43 mit dem Druckmittelvorratsbehälter 89 verbunden ist.

Elektromotor 35 umfasst einen Rotor und einen Stator und ist beispielsweise als ein bürstenloser DC-Motor ausgeführt, der

20 zwei, unabhängig voneinander betreibbare Antriebseinheiten mit je einer Wicklung zum Antreiben des Rotors des Elektromotors 35 aufweist. Jede Antriebseinheit ist für sich dazu geeignet, ein Drehmoment auf den Rotor auszuüben und damit die Funktion des Elektromotors 35 aufrecht zu erhalten. Auf diese Weise liegt eine

25 Redundanz an Antriebseinheiten innerhalb des Elektromotors 35 vor, die dazu führt, dass im Falle eines Ausfalls einer Antriebseinheit mit der anderen Antriebseinheit ein ausreichendes Drehmoment erzeugbar ist.

30 Neben der Wegsensorik 32 zur Bremswunscherfassung und der Sensorik 36 zur Erfassung einer Position der Druckbereitstellungseinrichtung 18 umfasst die beispielsgemäße Bremsanlage eine Drucksensorik 42, mittels welcher in der „Bra-

ke-by-wire“-Betriebsart der Systemdruck der Druckbereitstel-

lungeinrichtung 18 erfasst wird. Beispielsgemäß ist die Drucksensorik 42 an der Verbindung 27b angeordnet. Die Drucksensorik 42 umfasst zumindest zwei redundant geschaltete Drucksensoren. Weiterhin ist beispielsweise eine
5 Bremsflüssigkeitssensorik 52 vorgesehen.

Bei einer Normalbremsung in der Normal-Betriebsart der Bremsanlage („Brake-by-wire“-Betriebsart) wird bei einer Betätigung des Bremspedals 21 durch den Fahrzeugführer der
10 Primärkolben 2 betätigt, wobei die Kolbenbewegung mittels der Wegsensorik 32 erfasst wird. Mittels der elektronischen Steuer- und Regeleinheit werden das Simulatorventil 16 und das Trennventil 49 geschlossen und das Ablassventil 25 geöffnet. In der (Ring)Kammer 22 baut sich entsprechend der Simula-
15 tor-Kennlinie der Simulationseinrichtung 11 ein Druck auf. Da aufgrund des geöffneten Ablassventils 25 kein Druckaufbau in dem (Primär)Druckraum 4 möglich ist, ist die einzige statische Gegenkraft die Simulatordruckkraft. Eine hydraulische Dämpfungswirkung kann durch die Öffnungscharakteristik des Ab-
20 lassventils 25 erzielt werden. So sind auch primärkolbenwegabhängige Dämpfungswerte realisierbar (hydraulisch / mechanisch und/oder elektronisch). Durch die drucklose Primärkammer 4 bleibt auch die Sekundärkammer 5 drucklos oder nahezu drucklos. Die stromlos offenen Radventile 7c, 7d des Bremskreises II
25 bleiben geöffnet, wohingegen die stromlos offenen Radventile 7a, 7b des Bremskreises I geschlossen werden. Die stromlos geschlossenen Radventile 8a, 8b des Bremskreises I werden geöffnet. Mittels der Druckbereitstellungseinrichtung 18 wird durch Verschieben des Kolbens 34 mittels des Elektromotors 35 ein
30 Systemdruck aufgebaut, welcher über die Verbindung 41 bzw. die Verbindung 44, 5, 27b zu einem Raddruckaufbau an den Radbremsen 6a-6d führt. Der Systemdruck wird von der Drucksensorik 42 gemessen.

Bei einem Lösen des Bremspedals 21 durch den Fahrzeugführer wird der entsprechend geringere Verzögerungswunsch mittels Wegsensorik 32 erfasst und entsprechend der Kolben 34 der Druckbereitstellungseinrichtung 18 zurückgefahren, wodurch über die (offenen) Multiplex-Radventile 7c, 7d im Bremskreis II und über die geöffneten, zweiten Radventile 8a, 8b im Bremskreis I ein Abbau der Radbremsdrücke erfolgt.

Zur Versorgung der Bremsanlage mit elektrischer Energie sind beispielsweise eine erste elektrische Energieversorgungseinheit A und eine zweite elektrische Energieversorgungseinheit B vorgesehen (nicht dargestellt in Fig. 1 und 2), wobei die beiden Energieversorgungseinheiten A, B unabhängig voneinander sind.

Weiterhin sind erste Ansteuermittel vorgesehen, z.B. in Form eines ersten Mikrocontrollers, welche von der ersten Energieversorgungseinheit A mit elektrischer Energie versorgt werden und welche zur Ansteuerung der Ventile 7a-7d, 8a, 8b der Druckregelventilanordnung 30, der Ventile 16, 25, 49, 51 und einer der Antriebseinheiten des Elektromotors 35 ausgebildet sind. Die Ansteuerung bzw. Versorgung der genannten Komponenten mittels der ersten Energieversorgungseinheit A ist in den Figuren durch ein A gekennzeichnet. Die ersten Ansteuermittel sind vorteilhafterweise in der elektronischen Steuer- und Regelungseinheit angeordnet.

Den ersten Ansteuermitteln sind auch die redundanten Drucksensoren der Drucksensorik 42, einer der Wegsensoren der Wegsensorik 32 und einer der Lagesensoren der Lagesensorik 36 des Elektromotors 35 zugeordnet. Die genannten Sensoren werden über die ersten Ansteuermittel von der ersten Energieversorgungseinheit A mit elektrischer Energie versorgt und ihre Signale werden den ersten Ansteuermitteln zugeführt und vorteilhaft-

erweise von diesen verarbeitet. Die genannten Sensoren sind daher in den Figuren ebenfalls durch ein A gekennzeichnet.

Außerdem sind zweite Ansteuermittel vorgesehen, z.B. in Form eines zweiten Mikrocontrollers, welche von der zweiten Energieversorgungseinheit B mit elektrischer Energie versorgt werden und welche zur Ansteuerung der Ventile 16 und 49 und der zweiten Antriebseinheit des Elektromotors 35 ausgebildet sind. Den zweiten Ansteuermitteln sind auch der zweite Wegsensor der Wegsensorik 32 und der zweite Lagesensor der Lagesensorik 36 des Elektromotors 35 zugeordnet. Die Ansteuerung bzw. Versorgung der genannten Komponenten mittels der zweiten Energieversorgungseinheit B ist in den Figuren durch ein B gekennzeichnet. Die zweiten Ansteuermittel können wie die ersten Ansteuermittel in der elektronischen Steuer- und Regeleinheit oder in einer weiteren, vorteilhafterweise unabhängigen, elektronischen Steuer- und Regeleinheit angeordnet sein.

Entsprechend können die Ventile 7a-7d, 8a, 8b der Druckregelventilanordnung 30 sowie die Ventile 25 und 51 lediglich bei intakter erster Energieversorgungseinheit A angesteuert werden. Das Simulatorventil 16 und das Trennventil 49 sowie der Elektromotor 35 können auch bei Ausfall einer der Energieversorgungseinheiten A, B noch durch die andere Energieversorgungseinheiten B, A betätigt werden.

Damit das Ventil 16 bzw. 49 unabhängig mittels der ersten und der zweiten Ansteuermittel betätigt werden kann, umfasst das Ventil 16 bzw. 49 zwei elektrisch voneinander getrennte Spulen, von welchen es betätigbar ist, wobei die erste Spule nur von den ersten Ansteuermitteln bestrombar ist und die zweite Spule nur von den zweiten Ansteuermitteln bestrombar ist. Die Spulen sind zur Vermeidung eines Kurzschlusses bevorzugt in zwei Lagenpaketen übereinander oder nebeneinander gewickelt.

Bei Ausfall der zweiten Energieversorgungseinheit B kann jedes der zehn Ventile 7a-7d, 8a, 8b, 16, 25, 49, 51 der Bremsanlage sowie die Druckbereitstellungseinrichtung 18 betätigt werden und es liegen Signale der Sensoriken 32, 36 und 42 zur Bremsdrucksteuerung/-regelung vor. Normalbremsungen in der „Brake-by-wire“-Betriebsart mittels der Druckbereitstellungseinrichtung 18, wie oben beschrieben, sowie radindividuelle Bremsregelungen (z.B. ABS- oder ESC-Regelungen (ABS: Anti-blockiersystem, ESC: Fahrdynamikregelsystem)) oder achsindividuelle Regelungen (z.B. elektronische Bremskraftverteilung (EBD)) in der „Brake-by-wire“-Betriebsart sind somit uneingeschränkt möglich.

Bei Ausfall der ersten Energieversorgungseinheit A können immer noch die Ventile 16 und 49 der Bremsanlage sowie die Druckbereitstellungseinrichtung 18 betätigt werden und es liegen Signale der Sensoriken 32 und 36 zur Bremsdruckeinstellung vor. Bei einer Betätigung des Bremspedals 21 durch den Fahrzeugführer kann daher die Bewegung des Kolbens 2 mittels des von der Energieversorgungseinheit B versorgten Wegsensors der Wegsensorik 32 erfasst werden. Mittels der von Energieversorgungseinheit B versorgten zweiten Ansteuermittel können das Simulatorventil 16 und das Trennventil 49 geschlossen werden. Ein Öffnen des Ablassventils 25 ist jedoch nicht möglich, da Ablassventil 25 nur durch die von Energieversorgungseinheit A versorgten ersten Ansteuermittel betätigbar ist. Die Betätigung des Bremspedals 21 durch den Fahrzeugführer führt so zu einem Druckaufbau in den beiden Druckräumen 4 und 5, was aufgrund der stromlos offenen Radventile 7a-7d zu einem Druckaufbau an den Radbremsen 6a-6d führt.

Die Radbremsen 6a und 6b der Hinterachse umfassen beispielsweise je einen elektrisch betätigbaren Parkbremsaktuator (EPB L, EPB R), so dass im Notfall, insbesondere bei Ausfall der hydrau-

lischen Bremsanlage, eine Betriebsbremsung mittels der Parkbremsaktuatoren durchführbar ist bzw. die hydraulische Bremsanlage bei Bedarf durch die Parkbremsaktuatoren an der Hinterachse unterstützt werden kann.

5

Das in Fig. 2 dargestellte zweite Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bremsanlage entspricht bezüglich des hydraulischen Aufbaus sowie der elektrisch betätigbaren Parkbremsaktuatoren weitgehend dem ersten Ausführungsbeispiel der Fig. 1. Zusätzlich ist eine zweite Drucksensorik 31 vorgesehen, welche an die Verbindung 29a angeschlossen ist und so den in der Kammer 22 bzw. Simulatorkammer 12 durch ein Verschieben des Primärkolbens 2 aufgebauten Druck erfasst. Die Drucksensorik 31 weist zumindest zwei redundant geschaltete Drucksensoren auf.

15

Zur Versorgung der Bremsanlage mit elektrischer Energie sind auch gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel eine erste elektrische Energieversorgungseinheit A und eine davon unabhängige zweite elektrische Energieversorgungseinheit B vorgesehen. Die von der ersten Energieversorgungseinheit A versorgten ersten Ansteuermittel sind zur Ansteuerung der Ventile 7a-7d, 8a, 8b der Druckregelventilanordnung 30, der Ventile 16, 25, 49, 51 und einer der Antriebseinheiten des Elektromotors 35 ausgebildet sind. Den ersten Ansteuermitteln sind die redundanten Drucksensoren der Drucksensorik 42, die redundanten Drucksensoren der zweiten Drucksensorik 31 und einer der Lagesensoren der Lagesensorik 36 des Elektromotors 35 zugeordnet. Die von der zweiten Energieversorgungseinheit B versorgten zweiten Ansteuermittel sind zur Ansteuerung lediglich des Ventils 49 und der zweiten Antriebseinheit des Elektromotors 35 ausgebildet. Den zweiten Ansteuermitteln sind die redundanten Wegsensoren der Wegsensorik 32 und der zweite Lagesensor der Lagesensorik 36 des Elektromotors 35 zugeordnet.

20
25
30

Entsprechend umfasst gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel nur das Ventil 49 zwei elektrisch voneinander getrennte Spulen, wobei die erste Spule nur von den ersten Ansteuermitteln bestrombar und die zweite Spule nur von den zweiten Ansteuermitteln bestrombar ist, so dass lediglich das Ventil 49 unabhängig mittels der ersten und der zweiten Ansteuermittel betätigbar ist.

Bei Ausfall der zweiten Energieversorgungseinheit B kann jedes der zehn Ventile 7a-7d, 8a, 8b, 16, 25, 49, 51 der Bremsanlage sowie die Druckbereitstellungseinrichtung 18 betätigt werden und es liegen Signale der Sensoriken 31, 36 und 42 zur Bremsdrucksteuerung/-regelung vor.

Bei Ausfall der ersten Energieversorgungseinheit A kann nur noch das Ventil 49 der Bremsanlage sowie die Druckbereitstellungseinrichtung 18 betätigt werden und es liegen Signale der Sensoriken 32 und 36 zur Bremsdruckeinstellung vor. Bei einer Betätigung des Bremspedals 21 durch den Fahrzeugführer wird die Bewegung des Kolbens 2 mittels der Wegsensorik 32 erfasst. Mittels der von Energieversorgungseinheit B versorgten zweiten Ansteuermittel kann das Trennventil 49 geschlossen werden. Ein Schließen des Simulatorventils 16 sowie ein Öffnen des Ablassventils 25 sind jedoch nicht möglich. Die Betätigung des Bremspedals 21 durch den Fahrzeugführer führt so zu einem Druckaufbau in den beiden Druckräumen 4 und 5, was aufgrund der stromlos offenen Radventile 7a-7d zu einem Druckaufbau an den Radbremsen 6a-6d führt.

Patentansprüche:

1. Bremsanlage für Kraftfahrzeuge, die in einer "Brake-by-Wire"-Betriebsart sowohl vom Fahrzeugführer als auch
5 unabhängig vom Fahrzeugführer ansteuerbar ist, mit

- einem Hauptbremszylinder (1), der zumindest einen ersten und einen zweiten Hauptbremszylinderkolben (2, 3) aufweist, die hintereinander angeordnet sind und einen ersten und einen zweiten Druckraum (4, 5) begrenzen,
10 wobei der erste und der zweiten Druckraum je mit Radbremsen (6a, 6b; 6c, 6d) verbunden ist,
- einem den Druckräumen (4, 5) zugeordneten, insbesondere unter Atmosphärendruck stehenden, Druckmittelvorratsbehälter (9),
- 15 • einer hydraulisch betätigbaren Simulationseinrichtung (11) mit einer hydraulischen Simulatorkammer (12), welche in der „Brake-by-wire“-Betriebsart dem Fahrzeugführer ein angenehmes Bremspedalgefühl vermittelt,
- einer elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtung (18) mit einem Elektromotor (35) zur Be-
20 tätigung der Radbremsen, und
- einer an den Hauptbremszylinder, die Druckbereitstellungseinrichtung (18) und die Radbremsen hydraulisch angeschlossen
25 zur Einstellung radindividueller Radbremsdrücke an den Radbremsen,

dadurch **gekennzeichnet**, dass der erste Hauptbremszylinderkolben (2) als ein Stufenkolben ausgebildet ist, dessen Ringfläche (23) eine hydraulische Kammer (22) begrenzt, wobei die hydraulische Kammer (22) mit der
30 Simulatorkammer (12) hydraulisch verbunden ist, und dass die Bremsanlage mindestens ein zweifach ansteuerbares Magnetventil (49, 16) umfasst, welches mittels einer ersten

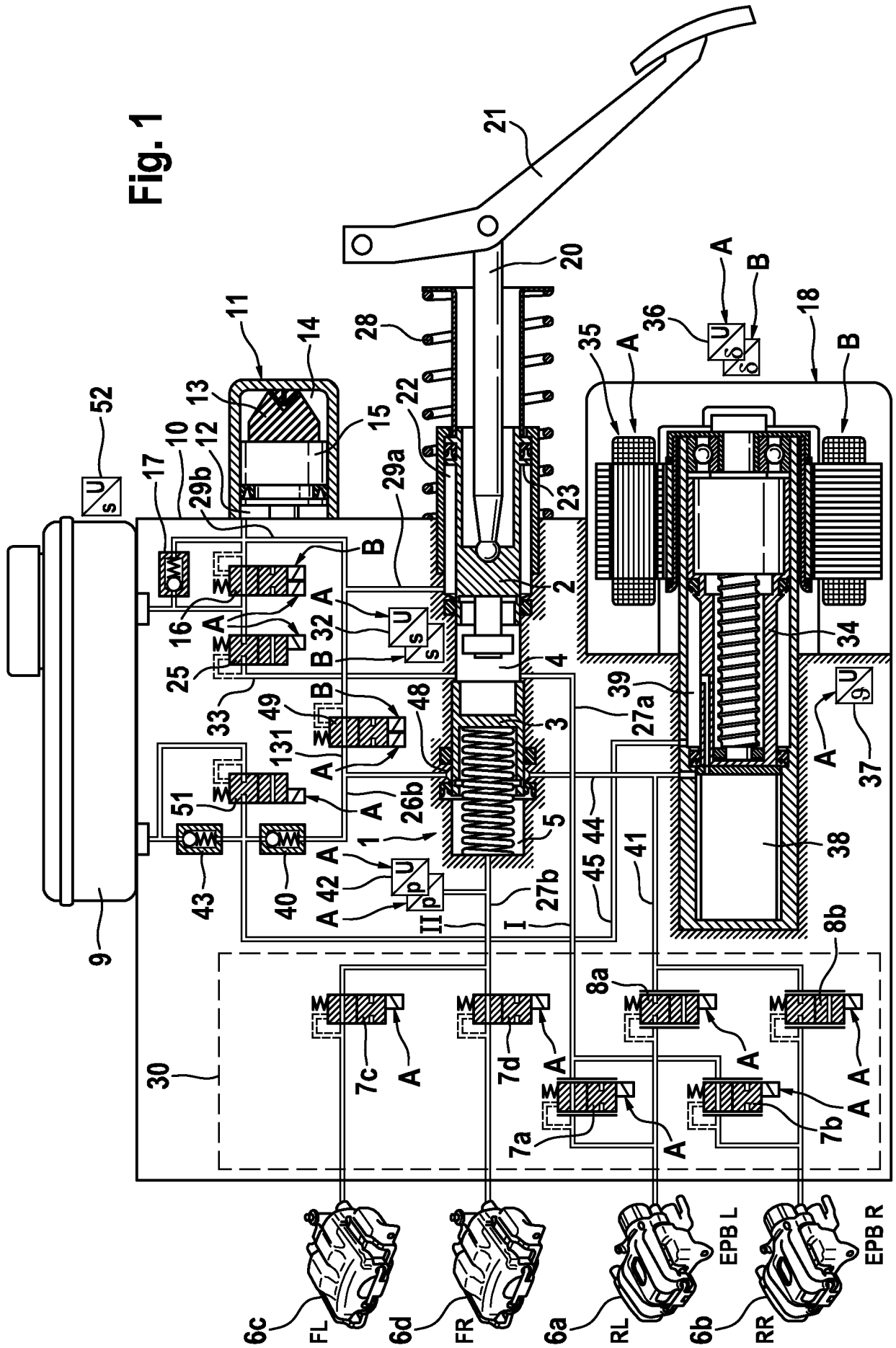
Spule und einer elektrisch von der ersten Spule getrennten, zweiten Spulen betätigbar ist.

2. Bremsanlage nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass
5 die Bremsanlage genau ein zweifach ansteuerbares Magnetventil umfasst, welches mittels zwei elektrisch voneinander getrennter Spulen betätigbar ist, oder dass die Bremsanlage höchstens zwei zweifach ansteuerbare Magnetventile umfasst, welche jeweils mittels zwei elektrisch voneinander ge-
10 trennter Spulen betätigbar sind.
3. Bremsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass diese einen ersten elektrischen Kreis mit einer ersten elektrischen Energieversorgungseinheit (A) und ersten
15 Ansteuermitteln und einen zweiten elektrischen Kreis mit einer zweiten elektrischen Energieversorgungseinheit (B) und zweiten Ansteuermitteln umfasst, wobei für jedes zweifach ansteuerbare Magnetventil die erste Spule mittels des ersten elektrischen Kreises und die zweite Spule mittels
20 des zweiten elektrischen Kreises angesteuert wird.
4. Bremsanlage nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass der erste elektrische Kreis unabhängig von dem zweiten elektrischen Kreis ist.
25
5. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass eine hydraulische Verbindung (44) zwischen der Druckbereitstellungseinrichtung (18) und dem zweiten Druckraum (5) vorgesehen ist, welche insbesondere
30 durch eine Betätigung des zweiten Hauptbremszylinderkolbens (3) abgesperrt wird.
6. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass eine hydraulische Verbindung (26b, 131)

- zwischen dem zweiten Druckraum (5) und der Kammer (22) bzw. Simulator-kammer (12) vorgesehen ist, in welcher ein elektrisch betätigbares, insbesondere stromlos offenes, Trennventil (49) angeordnet ist, wobei das Trennventil (49)
- 5 das zweifach ansteuerbare Magnetventil oder eines der zweifach ansteuerbaren Magnetventile ist.
7. Bremsanlage nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Verbindung (26b, 131) durch eine Betätigung des zweiten
- 10 Hauptbremszylinderkolbens (3) abgesperrt wird.
8. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein elektrisch betätigbares, insbesondere stromlos offen ausgeführtes, Simulatorventil (16)
- 15 zum Zu- und Abschalten der Wirkung der Simulationseinrichtung (11) vorgesehen ist, wobei das Simulatorventil (16) eines der zweifach ansteuerbaren Magnetventile ist.
9. Bremsanlage nach Anspruch 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass
- 20 eine hydraulische Verbindung (29a, 29b) zwischen der Kammer (22) und dem Druckmittelvorratsbehälter (9) vorgesehen ist, an welcher das Simulatorventil (16) angeordnet ist.
10. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch
- 25 **gekennzeichnet**, dass der Elektromotor (35) mindestens zwei, unabhängig voneinander betreibbare Antriebseinheiten mit je zumindest einer Wicklung zum Antreiben des Rotors des Elektromotors aufweist.
- 30 11. Bremsanlage nach Anspruch 10, wenn rückbezogen auf Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass eine der Antriebseinheiten mittels des ersten elektrischen Kreises und die andere der Antriebseinheiten mittels des zweiten elektrischen Kreises angesteuert wird.

12. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch
gekennzeichnet, dass eine hydraulische Verbindung (33)
zwischen dem erste Druckraum (4) und dem Druckmittelvor-
ratsbehälter (9) vorgesehen ist, in welcher ein elektrisch
5 betätigbares, insbesondere stromlos geschlossenes, Ab-
lassventil (25) angeordnet ist, welches mittels nur einer
Spule betätigbar ist, die mittels des ersten elektrischen
Kreises angesteuert wird.

Fig. 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/078945

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B60T7/04 B60T8/40 B60T13/74 B60T15/02 F16K31/06
 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 F16K

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.
A	DE 10 2011 081463 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 1 March 2012 (2012-03-01) cited in the application abstract claim 1 figure 1	1-12
A	JP S58 85750 A (NIPPON AIR BRAKE CO) 23 May 1983 (1983-05-23) abstract figure 2	1

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 application or patent 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

9 February 2016

Date of mailing of the international search report

23/03/2016

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

Christensen, Juan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/078945

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011081463 A1	01-03-2012	NONE	

JP S5885750 A	23-05-1983	JP S609941 B2	14-03-1985
		JP S5885750 A	23-05-1983

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/078945

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B60T7/04 B60T8/40 B60T13/74 B60T15/02 F16K31/06
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B60T F16K

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.
A	DE 10 2011 081463 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 1. März 2012 (2012-03-01) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Anspruch 1 Abbildung 1	1-12
A	----- JP S58 85750 A (NIPPON AIR BRAKE CO) 23. Mai 1983 (1983-05-23) Zusammenfassung Abbildung 2 -----	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

<p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>	<p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 9. Februar 2016	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 23/03/2016
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------

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 Christensen, Juan
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/078945

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011081463 A1	01-03-2012	KEINE	

JP S5885750 A	23-05-1983	JP S609941 B2	14-03-1985
		JP S5885750 A	23-05-1983
