

(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
19. Juli 2018 (19.07.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/130482 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60T 8/32 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/050326

(22) Internationales Anmeldedatum:
08. Januar 2018 (08.01.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 200 345.6

11. Januar 2017 (11.01.2017) DE

10 2017 222 440.1

12. Dezember 2017 (12.12.2017) DE

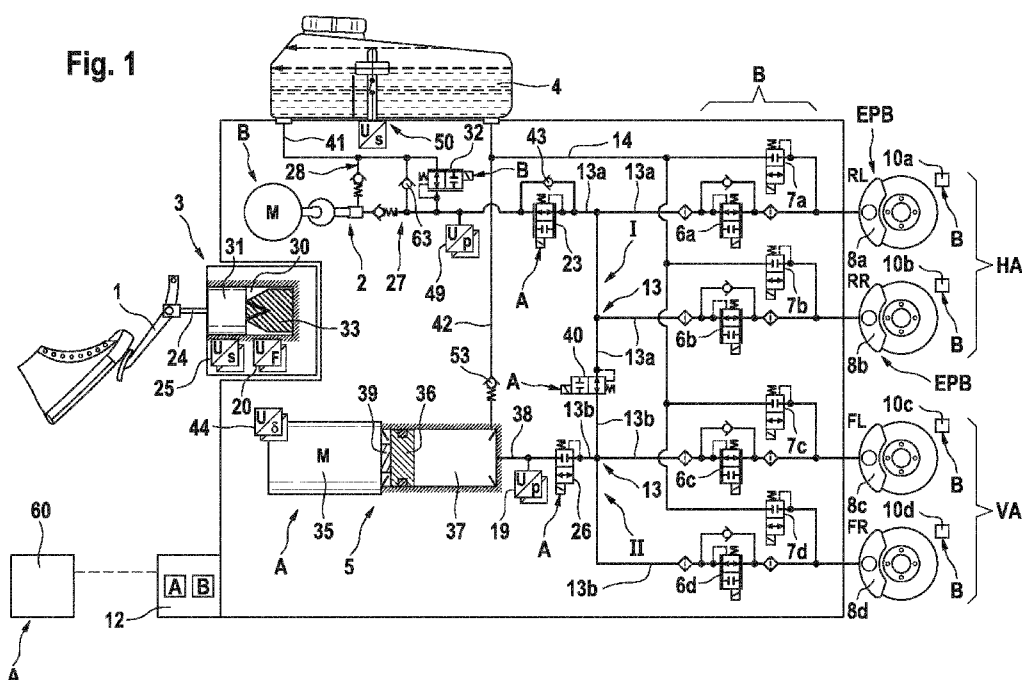
(71) Anmelder: CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG
[DE/DE]; Guerickestr. 7, 60488 Frankfurt (DE).

(72) Erfinder: BILLER, Harald; Gehspitz 9, 65760 Eschborn (DE). ZIMMERMANN, Jochen; Hauptstraße 7, 56357 Oberwallmenach (DE). GRIMM, Robert; Theodor-Körnerstr. 12, 65719 Hofheim (DE). COURTH, Christian; Niederurseler Landstraße 18, 60439 Frankfurt (DE). BRIESEWITZ, Rüdiger; Udo-Müller-Ring 23, 63486 Bruchköbel (DE). DRUMM, Stefan; Burgunderstr. 18, 55291 Saulheim (DE). DINKEL, Dieter; Bahnstraße 21, 65824 Schwalbach (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,

(54) Title: BRAKE SYSTEM FOR A MOTOR VEHICLE AND TWO METHODS FOR THE OPERATION THEREOF

(54) Bezeichnung: BREMSANLAGE FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG SOWIE ZWEI VERFAHREN ZU DEREN BETRIEB



(57) Abstract: The invention relates to a brake system for a motor vehicle, having, inter alia, hydraulically actuatable wheel brakes (8a-8d), an electrically actuatable inlet valve (6a-6d) for each wheel brake (8a-8d), a first electrically controllable pressure-providing device (5), which is separably connected to a brake supply line (13) by means of a first separating valve (26), to which brake supply line the wheel brakes (8a-8d) are connected, and a second electrically controllable pressure-providing device (2), which is connected to the brake supply line (13), wherein an electrically actuatable circuit separation valve (40) is arranged in the brake supply line in such a way that, when the circuit separation valve is closed, the brake supply line is divided into a first and a second line section (13a, 13b), wherein the first line section (13a) is hydraulically connected to some of the inlet valves (6a, 6b) and the second line section (13b) is

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



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, 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)

hydraulically connected to the other inlet valves (6c, 6d), and wherein the second pressure-providing device (2) is connected to the first line section (13a) and the first pressure-providing device (5) is connected to the second line section (13b) by means of the first separating valve (26), wherein the second pressure-providing device (2) comprises a suction connection point (28), which is connected to the pressure-medium reservoir (4), and a pressure connection point (27), wherein an overflow valve (32), which is open when not supplied with current, is provided for setting or controlling the pressure provided by the second pressure-providing device (2), by means of which overflow valve the pressure connection point (27) is connected to the suction connection point (28), and wherein a second separating valve (32), which is open when not supplied with current, is provided, which is arranged in series with the overflow valve (32).

(57) Zusammenfassung: Bremsanlage für ein Kraftfahrzeug mit u.a. hydraulisch betätigbaren Radbremsen (8a-8d), einem elektrisch betätigbaren Einlassventil (6a-6d) je Radbremse (8a-8d), einer ersten elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtung (5), die über ein erstes Trennventil (26) mit einer Bremsversorgungsleitung (13) trennbar verbunden ist, an welche die Radbremsen (8a-8d) angeschlossen sind, und einer zweiten elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtung (2), die mit der Bremsversorgungsleitung (13) verbunden ist, wobei in der Bremsversorgungsleitung ein elektrisch betätigbares Kreistrennventil (40) derart angeordnet ist, dass bei geschlossenem Kreistrennventil die Bremsversorgungsleitung in einen ersten und einen zweiten Leitungsabschnitt (13a, 13b) getrennt ist, wobei der erste Leitungsabschnitt (13a) mit einem Teil der Einlassventile (6a, 6b) hydraulisch verbunden ist und der zweite Leitungsabschnitt (13b) mit dem anderen Teil der Einlassventile (6c, 6d) hydraulisch verbunden ist, und wobei die zweite Druckbereitstellungseinrichtung (2) mit dem ersten Leitungsabschnitt (13a) verbunden ist und die erste Druckbereitstellungseinrichtung (5) über das erste Trennventil (26) mit dem zweiten Leitungsabschnitt (13b) verbunden ist, wobei die zweite Druckbereitstellungseinrichtung (2) einen Sauganschluss (28), welcher mit dem Druckmittelvorratsbehälter (4) verbunden ist, und einen Druckanschluss (27) umfasst, wobei zur Einstellung oder Regelung des von der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung (2) bereitgestellten Druckes ein stromlos offenes Überströmventil (32) vorgesehen ist, über welches der Druckanschluss (27) mit dem Sauganschluss (28) verbunden ist, und wobei ein stromlos offenes zweites Trennventil (23) vorgesehen ist, welches in Reihe zu dem Überströmventil (32) angeordnet ist.

BREMSANLAGE FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG SOWIE ZWEI VERFAHREN ZU DEREN BETRIEB

Die Erfindung betrifft eine Bremsanlage gemäß dem Oberbegriff von
5 Anspruch 1 sowie ein Verfahren zum Betrieb einer Bremsanlage.

Aus der DE 10 2013 223 859 A1 ist eine Bremsanlage mit hydraulisch
betätigbaren Radbremsen und einer mittels eines Bremspedals
betätigbaren Simulationseinrichtung bekannt, wobei keine me-
10 chanische und/oder hydraulische Wirkverbindung zwischen dem
Bremspedal und den Radbremsen vorgesehen ist. Es ist eine einzige
elektrisch steuerbare Druckquelle mit einem Stufenkolben und
zwei Dichtelementen vorgesehen, um eine erhöhte Verfügbarkeit
der Bremsanlage zu erreichen.

15

Aus der DE 10 2013 217 954 A1 ist eine Bremsanlage mit zwei
elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtung und
einem Kreistrennventil bekannt, wobei für eine rein mecha-
nisch/hydraulische Rückfallebene ein Bremspedal-betätigter
20 Hauptbremszylinder vorhanden ist, welcher mit den Radbremsen
verbunden ist. Eine Simulationseinrichtung ist mit dem
Hauptbremszylinder hydraulisch verbunden. Die Druckbereit-
stellungseinrichtungen sind beide als ein Linearaktuator
ausgebildet, in welchem ein Bremsdruck durch Vor- und Zu-
25 rückfahren eines Kolbens mittels eines Elektromotors mit
nachgeschaltetem Rotations-Translations-Getriebe eingestellt
wird. Sollte in dem Linearaktuator bzw. dessen Ansteuerung u.ä.
ein systematischer Fehler bzw. Schwachstelle vorliegen, so
besteht ein relativ hohes Risiko, dass beide Linearaktuatoren
30 gleichzeitig ausfallen könnten.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine für das
hochautomatisierte Fahren geeignete Bremsanlage bereitzu-
stellen, welche einfach aufgebaut und kostengünstig ist, aber

welche die für das hochautomatisierte Fahren notwendige, möglichst hohe Verfügbarkeit bietet. Insbesondere soll auf einen Bremspedal-betätigten Hauptbremszylinder, welcher hydraulisch mit den Radbremsen für eine Rückfallebene verbunden ist, 5 verzichtet werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Bremsanlage gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 16 oder 17 gelöst.

10 Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, eine Bremsanlage vorzusehen mit zumindest zwei hydraulisch betätigbaren Radbremsen, einem unter Atmosphärendruck stehenden Druckmittelvorratsbehälter, zumindest einem elektrisch betätigbaren Einlassventil je Radbremse zum Einstellen radindividueller 15 Bremsdrücke, einer ersten elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtung, die über ein erstes Trennventil mit einer Bremsversorgungsleitung trennbar hydraulisch verbunden ist, an welche die Radbremsen angeschlossen sind, und einer zweiten elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungs- 20 einrichtung, die mit der Bremsversorgungsleitung hydraulisch verbunden ist. In der Bremsversorgungsleitung ist ein elektrisch betätigbares Kreistrennventil derart angeordnet, dass bei geschlossenem Kreistrennventil die Bremsversorgungsleitung in einen ersten und einen zweiten Leitungsabschnitt hydraulisch 25 getrennt ist, wobei der erste Leitungsabschnitt mit einem Teil der Einlassventile hydraulisch verbunden ist und der zweite Leitungsabschnitt mit dem anderen Teil der Einlassventile hydraulisch verbunden ist, und wobei die zweite Druckbereitstellungseinrichtung mit dem ersten Leitungsabschnitt hydraulisch verbunden ist und die erste Druckbereitstellungs- 30 einrichtung über das erste Trennventil mit dem zweiten Leitungsabschnitt hydraulisch verbunden ist. Die zweite Druckbereitstellungseinrichtung umfasst einen Sauganschluss, welcher mit dem Druckmittelvorratsbehälter verbunden ist, und einen

Druckanschluss, wobei zur Einstellung oder Regelung des von der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung bereitgestellten Druckes ein stromlos offenes Überströmventil vorgesehen ist, über welches der Druckanschluss mit dem Sauganschluss hydraulisch verbunden ist. D.h. das Überströmventil ist der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung parallel geschaltet. Außerdem ist ein stromlos offenes zweites Trennventil vorgesehen, welches hydraulisch in Reihe zu dem Überströmventil angeordnet ist.

Die Erfindung bietet den Vorteil, dass auch nach einem schwerwiegenden Fehler, wie einem Ausfall einer der elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtungen, die wichtigsten Bremsfunktionen autonom bzw. durch eine Autopilotfunktion durchgeführt werden können, insbesondere Verzögerung aufzubauen, die Blockierreihenfolge der Fahrzeugachsen einzuhalten und ein Destabilisieren bei hohen Verzögerungen zu verhindern, sowie die Lenkbarkeit aufrechtzuerhalten. Hierzu sind individuelle und zumindest bremskreisindividuelle Drücke notwendig sowie das Einstellen von jeweiligen präzisen Bremsdruckverläufen inkl. Druckaufbau, Druckabbau und Druckhalten. Die Bremsanlage ist somit zur Realisierung von hochautomatisierten Fahrfunktionen besonders geeignet. Eine Rückfallebene mit einem fahrerbetätigten Hauptbremszylinder ist daher nicht notwendig.

Weiterhin bietet die Erfindung den Vorteil, dass zur Anbindung der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung nur stromlos offene Ventile (das Überströmventil sowie das zweite Trennventil) eingesetzt werden, so dass die Bremsanlage und insbesondere die Radbremsen in einem unbetätigten Zustand der Bremsanlage (Lösestellung) druckentlastet sind. Weiterhin besitzt die Bremsanlage den Vorteil, dass für die beiden Druckbereitstellungseinrichtungen unterschiedliche Arten von Druckquellen verwendet werden können. Während die erste Druckbereit-

stellungseinrichtung an sich zur präzisen und dynamischen Einstellung oder Einregelung des von ihr bereitgestellten Druckes ausgebildet sein muss, kann die zweite Druckbereitstellungseinrichtung kostengünstiger ausgeführt sein, da eine
5 präzise und dynamische Einstellung des von ihr bereitgestellten Druckes mittels des Überströmventils und ggf. des zweiten Trennventil möglich ist.

Bevorzugt umfasst die Bremsanlage zumindest vier hydraulisch
10 betätigbaren Radbremsen, wobei in der Bremsversorgungsleitung das elektrisch betätigbare Kreistrennventil derart angeordnet ist, dass bei geschlossenem Kreistrennventil die Bremsversorgungsleitung in den ersten und den zweiten Leitungsabschnitt hydraulisch getrennt ist, wobei der erste Leitungsabschnitt mit
15 zwei der Einlassventile hydraulisch verbunden ist und der zweite Leitungsabschnitt mit den übrigen Einlassventilen hydraulisch verbunden ist.

Bevorzugt umfasst die Bremsanlage weiterhin ein Bremspedal und
20 eine Simulationseinrichtung.

Bevorzugt umfasst die Bremsanlage ein elektrisch betätigbares Auslassventil je Radbremse.

25 Bevorzugt ist das Überströmventil analog regelbar ausgeführt, um eine präzise Einstellung oder Regelung des von der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung bereitgestellten Druckes zu gewährleisten.

30 Bevorzugt ist das Überströmventil in einer hydraulischen Verbindung zwischen dem Druckanschluss der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung bzw. dem ersten Leitungsabschnitt und dem Druckmittelvorratsbehälter angeordnet. Besonders bevorzugt wird ein Überströmventil konventioneller Bauart verwendet, in das ein

zu dem Druckmittelvorratsbehälter hin schließendes Rückschlagventil parallel integriert ist. Neben konstruktiven Vorteilen ist es dadurch einfacher, das Überströmventil analog regelbar auszuführen.

5

Bevorzugt ist auch das zweite Trennventil analog regelbar ausgeführt, um insbesondere im Falle des Ausfalls der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung möglichst viele Optionen zur Druckstellung zu haben.

10

Bevorzugt ist dem zweiten Trennventil ein zu den Radbremsen hin öffnendes Rückschlagventil parallel geschaltet. Dadurch ist es leichter, das zweite Trennventil analog regelbar auszuführen, und der Strömungswiderstand von der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung zu den Radbremsen wird verkleinert.

15

Bevorzugt ist das Kreistrennventil stromlos offen ausgeführt. So können alle Radbremsen ohne Bestromen/Schalten des Kreistrennventils von der ersten oder der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung mit einem Druck beaufschlagt werden. Die Bremsanlage kann jedoch, z.B. im Falle einer Leckage, durch Schließen des Kreistrennventils in einen ersten hydraulischen Bremskreis und einen zweiten hydraulischen Bremskreis getrennt werden. Der erste hydraulische Bremskreis umfasst die zweite Druckbereitstellungseinrichtung mit dem Überströmventil und dem zweiten Trennventil, den ersten Leitungsabschnitt, sowie zumindest eine Radbremse mit dem zugehörigen Einlassventil, besonders bevorzugt zwei der vier Radbremsen mit den zugehörigen zwei Einlassventilen. Der zweite hydraulische Bremskreis umfasst die erste Druckbereitstellungseinrichtung, das erste Trennventil, den zweiten Leitungsabschnitt sowie die andere Radbremse oder anderen Radbremsen mit dem zugehörigen Einlassventil, besonders bevorzugt die anderen Radbremsen der zumindest vier Radbremsen mit den zugehörigen Einlassventilen.

20

25

30

Bevorzugt wird der Druckmittelstand des Druckmittelvorratsbehälters mittels einer Messvorrichtung erfasst, um eine Leckage erkennen zu können und ggf. eine Kreistreunung vorzunehmen.

- 5 Bevorzugt wird die Simulationseinrichtung mittels des Bremspedals betätigt und es ist keine mechanische und/oder hydraulische Wirkverbindung zwischen dem Bremspedal und den Radbremsen vorgesehen.
- 10 Die Simulationseinrichtung vermittelt dem Fahrzeugführer ein angenehmes Bremspedalgefühl.

Bevorzugt umfasst die Bremsanlage hydraulisch betätigbare Radbremse für vier Räder, die auf eine erste Fahrzeugachse und
15 eine zweite Fahrzeugachse verteilt sind. Besonders bevorzugt sind die mit dem ersten Leitungsabschnitt verbundenen Radbremsen der zweiten Fahrzeugachse, vorteilhafterweise der Hinterachse, und die mit dem zweiten Leitungsabschnitt verbundenen Radbremsen der ersten Fahrzeugachse, vorteilhafterweise der Vorderachse,
20 zugeordnet.

- Bevorzugt umfasst die Bremsanlage pro Radbremse ein elektrisch betätigbares Einlassventil sowie ein elektrisch betätigbares Auslassventil zum Einstellen radindividueller Bremsdrücke.
- 25 Besonders bevorzugt ist die jeweilige Radbremse mittels des Auslassventils mit dem Druckmittelvorratsbehälter verbunden. Vorteilhafterweise sind die Auslassventile über eine gemeinsame hydraulische Verbindung mit dem unter Atmosphärendruck stehenden Druckmittelvorratsbehälter verbunden. Die radindividuellen
30 Bremsdrücke werden besonders bevorzugt aus einem Bremsversorgungsdruck in der Bremsversorgungsleitung abgeleitet, wobei in einem nicht angesteuerten Zustand die Einlassventile den Bremsversorgungsdruck zu den Radbremsen weiterleiten und die Auslassventile ein Abströmen von Druckmittel aus den Radbremsen

sperren.

Bevorzugt wird die zweite Druckbereitstellungseinrichtung durch eine Kolbenpumpe gebildet, besonders bevorzugt durch eine Radial-Kolbenpumpe. Diese langjährig in Kraftfahrzeugbremsanlagen erprobte und optimierte Pumpenart kann in der Bremsanlage eingesetzt werden, da mittels des Überströmventils eine Druckbegrenzung oder ein Druckabbau mit ausreichender Schnelligkeit und Präzision durchgeführt werden kann, um die oben genannten wichtigsten Bremsfunktionen bei einem Ausfall der ersten Druckbereitstellungseinrichtung bereitstellen zu können. Kolbenpumpen sind kostengünstig herstellbar und basieren auf bekannten Technologien, so dass ihr Einsatz auch ein sehr geringes Entwicklungsrisiko für die Bremsanlage darstellt.

Bevorzugt wird die erste Druckbereitstellungseinrichtung durch eine Zylinder-Kolben-Anordnung mit einem hydraulischen Druckraum gebildet, deren Kolben durch einen elektromechanischen Aktuator betätigbar ist, wobei der Kolben zum Druckaufbau mittels des elektromechanischen Aktuators vorgefahren und zum Druckabbau mittels des elektromechanischen Aktuators zurückgefahren wird. Da erste und zweite Druckbereitstellungseinrichtung eine komplementäre Technologie verwenden, wird das Risiko eines gleichzeitigen Ausfalls beider Druckbereitstellungseinrichtungen auf Grund eines systematischen Fehlers verringert. Besonders bevorzugt ist die Zylinder-Kolben-Anordnung ohne ein Schnüffelloch ausgeführt, da über das stromlos offene Überströmventil sowie das stromlos offene zweite Trennventil bereits eine Druckentlastung in der Lösestellung gegeben ist. Besonders bevorzugt ist der Druckraum der ersten Druckbereitstellungseinrichtung zum Nachsaugen von Druckmittel (unabhängig von einer Betätigung des Kolbens der ersten Druckbereitstellungseinrichtung) über eine Nachsaugleitung mit einem in Richtung des

Druckmittelvorratsbehälters schließenden Rückschlagventil mit dem Druckmittelvorratsbehälter verbunden.

Besonders bevorzugt umfasst die erste Druckbereitstellungseinrichtung einen einzigen Druckraum, wobei der Druckraum über genau ein Trennventil, nämlich das erste Trennventil, mit der Bremsversorgungsleitung trennbar verbunden ist. Besonders bevorzugt ist das erste Trennventil stromlos geschlossen ausgeführt.

10

Gemäß einer ersten Weiterbildung der Erfindung ist das zweite Trennventil hydraulisch in Reihe zu der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung angeordnet. Besonders bevorzugt ist die zweite Druckbereitstellungseinrichtung über das zweite Trennventil mit der Bremsversorgungsleitung bzw. mit dem ersten Leitungsabschnitt hydraulisch verbunden.

15

Gemäß einer zweiten Weiterbildung der Erfindung ist das zweite Trennventil hydraulisch parallel zu der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung angeordnet. Besonders bevorzugt ist der Druckanschluss der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung direkt, d.h. ohne Zwischenschaltung eines elektrisch betätigbaren Ventils, mit dem ersten Leitungsabschnitt hydraulisch verbunden.

20

25

Die Bremsanlage umfasst bevorzugt eine erste elektronische Vorrichtung, mittels welcher die erste Druckbereitstellungseinrichtung angesteuert wird, und eine zweite elektronische Vorrichtung, mittels welcher die zweite Druckbereitstellungseinrichtung angesteuert wird. Dabei ist die zweite elektronische Vorrichtung von der ersten elektronischen Vorrichtung elektrisch unabhängig, so dass ein elektrischer oder elektronischer Fehler in einer der elektronischen Vorrichtungen nicht zu einem Ausfall beider elektronischer Vorrichtungen führt.

30

Die zwei elektronischen Vorrichtungen sind voneinander elektrisch unabhängig in dem Sinne, dass ein Ausfall der ersten elektronischen Vorrichtung keinen Ausfall der zweiten elektronischen Vorrichtung bewirkt und umgekehrt, d.h. die beiden
5 elektronischen Vorrichtungen sind galvanisch getrennt.

Bevorzugt wird die erste elektronische Vorrichtung von einer ersten elektrischen Energieversorgung versorgt oder umfasst eine erste elektrische Energieversorgung. Die zweite elektronische
10 Vorrichtung wird von einer zweiten elektrischen Energieversorgung versorgt oder umfasst eine zweite elektrische Energieversorgung. Dabei ist die erste elektrische Energieversorgung von der zweiten elektrischen Energieversorgung unabhängig.

15 Die beiden elektronischen Vorrichtungen können in einem gemeinsamen Gehäuse oder auf einer gemeinsamen Leiterplatte, z.B. in einer gemeinsamen elektronischen Steuer- und Regeleinheit (ECU), angeordnet sein. Alternativ können die beiden elektronischen Vorrichtungen in zwei getrennten Gehäusen oder auf zwei
20 getrennten Leiterplatten, z.B. in zwei elektronischen Steuer- und Regeleinheiten, angeordnet sein.

Die erste elektronische Vorrichtung ist zur Betätigung bzw. Ansteuerung der ersten Druckbereitstellungseinrichtung ausgebildet. Bevorzugt wird die erste Druckbereitstellungseinrichtung auch von der ersten elektronischen Vorrichtung mit elektrischer Energie versorgt. Entsprechend wird mittels der zweiten elektronischen Vorrichtung die zweite Druckbereitstellungseinrichtung betätigt bzw. angesteuert. Bevorzugt wird
25 die zweite Druckbereitstellungseinrichtung auch von der zweiten elektronischen Vorrichtung mit elektrischer Energie versorgt.
30

Das Überströmventil wird bevorzugt mittels der zweiten elektronischen Vorrichtung angesteuert bzw. mit elektrischer

Energie versorgt. So ist bei einem Ausfall der ersten Druck-
bereitstellungseinrichtung oder der ersten elektronischen
Vorrichtung oder der ersten Energieversorgung eine Druckregelung
des von der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung für die
5 Radbremsen bereitgestellten Bremsdruckes möglich, indem mittels
der zweiten elektronischen Vorrichtung die zweite Druckbe-
reitstellungseinrichtung betätigt und das Überströmventil an-
gesteuert wird. Das Überströmventil wird besonders bevorzugt
ausschließlich mittels der zweiten elektronischen Vorrichtung
10 angesteuert bzw. betätigt, um auf ein kostenintensiveres,
doppelt ansteuerbares Ventil zu verzichten.

Die Einlassventile, und falls vorhanden die Auslassventile,
werden bevorzugt mittels der zweiten elektronischen Vorrichtung
15 angesteuert bzw. mit elektrischer Energie versorgt. So können bei
einem Ausfall der ersten Druckbereitstellungseinrichtung oder
der ersten elektronischen Vorrichtung oder der ersten Ener-
gieversorgung dennoch radindividuelle Bremsdruckverläufe
mittels der zweiten elektronischen Vorrichtung angestellt
20 werden. Die Einlassventile, und falls vorhanden die Auslass-
ventile, werden besonders bevorzugt ausschließlich mittels der
zweiten elektronischen Vorrichtung angesteuert bzw. betätigt, um
auf kostenintensivere, doppelt ansteuerbare Ventile zu ver-
zichten.

25 Die Bremsanlage umfasst gemäß einer bevorzugten Ausführungsform
einen Raddrehzahlsensor für jedes einer Radbremse zugeordnete
Rad oder ist mit solchen verbunden. Dabei werden die Rad-
drehzahlsensoren bevorzugt mittels der zweiten elektronischen
30 Vorrichtung mit elektrischer Energie versorgt und/oder aus-
gewertet. So stehen bei einem Ausfall der ersten elektronischen
Vorrichtung die zur radindividuellen Bremsdruckregelung not-
wendigen Raddrehzahlen der zweiten elektronischen Vorrichtung
zur Verfügung. Besonders bevorzugt werden die Raddreh-

zahlsensoren ausschließlich mittels der zweiten elektronischen Vorrichtung mit elektrischer Energie versorgt und/oder ausgewertet. So werden redundante Raddrehzahlsensoren und die zugehörigen Signalverbindungen zur ersten elektronischen
5 Vorrichtung eingespart.

Das erste Trennventil wird bevorzugt mittels der ersten elektronischen Vorrichtung angesteuert und/oder mit elektrischer Energie versorgt, damit bei einem Ausfall der zweiten
10 Druckbereitstellungseinrichtung oder der zweiten elektronischen Vorrichtung oder der zweiten Energieversorgung mittels der ersten elektronischen Vorrichtung die erste Druckbereitstellungseinrichtung durch Öffnen des ersten Trennventils mit der Bremsversorgungsleitung verbunden und die Radbremsen mit dem
15 Druck der erste Druckbereitstellungseinrichtung beaufschlagt werden können. Aus den oben bereits genannten Gründen wird das erste Trennventil besonders bevorzugt ausschließlich mittels der ersten elektronischen Vorrichtung angesteuert bzw. betätigt.

20 Bevorzugt wird das zweite Trennventil mittels der ersten elektronischen Vorrichtung angesteuert und/oder mit elektrischer Energie versorgt. So kann bei einem Ausfall der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung oder der zweiten elektronischen Vorrichtung oder der zweiten Energieversorgung mittels der
25 ersten elektronischen Vorrichtung das zweite Trennventil geschlossen werden, um bei einem Druckaufbau mittels der ersten Druckbereitstellungseinrichtung ein Abfließen von Druckmittel aus der Bremsversorgungsleitung über das Überströmventil in den Druckmittelvorratsbehälter zu verhindern. Um weitere Redundanz
30 und damit Kosten zu vermeiden, wird das zweite Trennventil besonders bevorzugt ausschließlich mittels der ersten elektronischen Vorrichtung angesteuert bzw. betätigt.

Das Kreistrennventil wird bevorzugt mittels der ersten

elektronischen Vorrichtung angesteuert bzw. mit elektrischer Energie versorgt. So können bei einem Ausfall der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung oder der zweiten elektronischen Vorrichtung oder der zweiten Energieversorgung dennoch
5 bremskreisindividuelle (d.h. bremskreisweise unterschiedliche) Bremsdruckverläufe angestellt werden, indem mittels der ersten elektronischen Vorrichtung die erste Druckbereitstellungseinrichtung und das Kreistrennventil betätigt werden. Die bremskreisweise unterschiedlichen Bremsdrücke werden nach einem
10 Bremskreis-Multiplex-Verfahren eingestellt. Bei entsprechender Zuordnung der Radbremsen zu den Achsen des Kraftfahrzeugs sind mittels des Kreistrennventils achsindividuelle Bremsdruckverläufe und ein achsweises Blenden möglich. Das Kreistrennventil wird besonders bevorzugt ausschließlich mittels der
15 ersten elektronischen Vorrichtung angesteuert bzw. betätigt bzw. mit elektrischer Energie versorgt, um auf ein kostenintensiveres, doppelt ansteuerbares Ventil zu verzichten.

Die Bremsanlage umfasst gemäß einer weiteren bevorzugten
20 Ausführungsform eine Fahrdynamik-Sensorik oder mit einer solchen verbunden. Die Fahrdynamik-Sensorik umfasst besonders bevorzugt zumindest eine Messeinrichtung zur Erfassung einer oder mehrerer der folgenden Größen: Längsbeschleunigung, insbesondere Fahrzeuglängsbeschleunigung; Querb beschleunigung, insbesondere
25 Fahrzeugquerbeschleunigung; Gierrate; Lenkwinkel. Dabei wird die Fahrdynamik-Sensorik bevorzugt mittels der ersten elektronischen Vorrichtung mit elektrischer Energie versorgt und/oder ausgewertet. So stehen bei einem Ausfall der zweiten elektronischen Vorrichtung die zur bremskreisindividuellen Bremsdruckregelung und Aufrechterhaltung der Stabilität notwendigen
30 fahrdynamischen Größen der ersten elektronischen Vorrichtung zur Verfügung. Die Fahrdynamik-Sensorik wird besonders bevorzugt ausschließlich mittels der ersten elektronischen Vorrichtung mit elektrischer Energie versorgt und/oder ausgewertet. So werden

redundante Sensoren/Messeinrichtungen und die zugehörigen Signalverbindungen zur zweiten elektronischen Vorrichtung eingespart.

5 Bevorzugt sind der Simulationseinrichtung ein erster Sensor zur Erfassung einer ersten Fahrerbremswunschgröße (z.B. eines Bremspedalwegs) und ein zweiter Sensor zur Erfassung einer zweiten, von der ersten Fahrerbremswunschgröße verschiedenen Fahrerbremswunschgröße (z.B. einer Pedalkraft oder -drucks)
10 zugeordnet. Dabei ist der eine der Sensoren, vorteilhafterweise ausschließlich, mit der ersten elektronischen Vorrichtung verbunden und wird von dieser mit elektrischer Energie versorgt und/oder ausgewertet. Der andere der Sensoren ist, insbesondere ausschließlich, mit der zweiten elektronischen Vorrichtung
15 verbunden und wird von dieser mit elektrischer Energie versorgt und/oder ausgewertet. So liegt auch bei Ausfall einer der elektronischen Vorrichtung der anderen elektronischen Vorrichtung ein Fahrerbremswunschsignal zur Ansteuerung der zugeordneten Druckbereitstellungseinrichtung vor.

20

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betrieb einer erfindungsgemäßen Bremsanlage.

Bevorzugt bleibt bei einem Ausfall der ersten Druckbereitstellungseinrichtung oder der ersten elektronischen Vorrichtung
25 oder der ersten Energieversorgung das erste Trennventil geschlossen und es wird mittels der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung ein Druckaufbau durchgeführt und es werden mittels der Einlassventile, und falls vorhanden der Auslassventile, und des Überströmventils radindividuelle Bremsdrücke an
30 den Radbremsen eingestellt.

Bevorzugt wird bei einem Ausfall der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung oder der zweiten elektronischen Vor-

richtung oder der zweiten Energieversorgung das zweite
Trennventil geschlossen und es werden mittels der erste
Druckbereitstellungseinrichtung ein Druckaufbau durchgeführt
und mittels des Kreistrennventils und des zweiten Trennventils
5 für den ersten und den zweiten Leitungsabschnitt individuelle
Bremsdrücke eingestellt.

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

Es zeigen schematisch

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsge-
15 mäßigen Bremsanlage, und

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungs-
gemäßen Bremsanlage.

20 In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen
Bremsanlage für ein Kraftfahrzeug mit vier hydraulisch betä-
tigbaren Radbremsen 8a-8d schematisch dargestellt. Bei-
spielsgemäß ist die Radbremse 8a dem linken Hinterrad (RL), die
Radbremse 8b dem rechten Hinterrad (RR), die Radbremse 8c dem
25 linken Vorderrad (FL) und die Radbremse 8d dem rechten Vorderrad
(FR) zugeordnet. Die Radbremsen 8a, 8b sind also der Hinterachse
HA und die Radbremsen 8c, 8d der Vorderachse VA zugeordnet. Andere
Zuordnungen der Radbremsen 8a-8d zu den Rädern (FL, FR, RL, RR)
sind denkbar.

30 Die Bremsanlage umfasst eine mittels eines Bremspedals 1 be-
tätigbare Simulationseinrichtung 3, eine erste elektrisch
steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung 5, eine zweite
elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung 2, einen

unter Atmosphärendruck stehenden Druckmittelvorratsbehälter 4, radindividuelle Bremsdruckmodulationsventile, welche bei- spielsgemäß als ein Einlassventile 6a-6d und ein Auslassventile 7a-7d je Radbremse 8a-8d ausgeführt sind. Weiterhin ist bei- 5 spielsgemäß eine elektronische Steuer- und Regeleinheit 12 vorgesehen zur Ansteuerung der elektrisch betätigbaren Kom- ponenten der Bremsanlage, zur Energieversorgung von elektrischen Komponenten der Bremsanlage und/oder zur Auswertung von Signalen von Sensoren der Bremsanlage oder von Umgebungssensoren.

10

Simulationseinrichtung 3 weist in einem Gehäuse einen Simu- latorkolben 31 auf, welcher sich durch ein in einer Simula- torrückkammer 30 angeordnetes elastisches Element 33 (z.B. Simulatorfeder) am Gehäuse abstützt. Kolbenstange 24 koppelt die 15 Schwenkbewegung des Bremspedals 1 infolge einer Pedalbetätigung mit der Translationsbewegung des Simulatorkolbens 31, dessen Betätigungsweg von einem vorzugsweise redundant ausgeführten Wegsensor 25 erfasst wird. Dadurch ist das entsprechende Kolbenwegsignal ein Maß für den Bremspedalbetätigungswinkel. Es repräsentiert einen Bremswunsch eines Fahrzeugführers. Zur 20 Fahrerwunscherfassung ist ein weiterer Sensor 20 vorgesehen, der eine von dem Kolbenweg des Simulatorkolbens 31 unabhängige physikalische Größe, welche den Bremswunsch des Fahrzeugführers charakterisiert, erfasst. Dies kann z.B. ein Kraftsensor oder ein 25 Drucksensor sein.

Die erste elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung 5 ist als eine hydraulische Zylinder-Kolben-Anordnung (bzw. ein einkreisiger elektrohydraulischer Aktuator (Linearaktuator)) 30 ausgebildet, deren Kolben 36 von einem schematisch angedeuteten Elektromotor 35 unter Zwischenschaltung eines ebenfalls schematisch dargestellten Rotations-Translationsgetriebes 39 betätigt wird, insbesondere vor- und zurückgefahren werden kann, um einen Druck in einem Druckraum 37 auf- und abzubauen. Der

Kolben 36 begrenzt den Druckraum 37 der Druckbereitstellungseinrichtung 5. Zur Ansteuerung des Elektromotors ist ein die Rotorlage des Elektromotors 35 erfassender, lediglich schematisch angedeuteter Rotorlagensensor 44 vorgesehen.

5

An den Druckraum 37 der ersten elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtung 5 ist ein Systemdruckleitungsabschnitt 38 angeschlossen. Der Leitungsabschnitt 38 ist über ein elektrisch betätigbares, vorzugsweise stromlos geschlossenes, erstes Trennventil 26 mit einer Bremsversorgungsleitung 13 verbunden, über welche die Eingangsanschlüsse aller Einlassventile 6a-6d mit dem Druckraum 37 der ersten elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtung 5 verbunden sind. Durch das erste Trennventil 26 kann die hydraulische Verbindung zwischen dem Druckraum 37 bzw. der ersten elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtung 5 und der Bremsversorgungsleitung 13 (und damit den Eingangsanschlüssen der Einlassventile 6a-6d) gesteuert geöffnet und abgesperrt werden.

Druckraum 37 ist, unabhängig vom Betätigungszustand des Kolbens 36, über eine (Nachsaug-)Leitung 42 mit dem Druckmittelvorratsbehälter 4 verbunden. In der Leitung 42 ist ein in Richtung des Druckmittelvorratsbehälters 4 schließendes Rückschlagventil 53 angeordnet. Ein Nachsaugen von Druckmittel in den Druckraum 37 ist so durch ein Zurückfahren des Kolbens 36 bei geschlossenem Trennventil 26 möglich. Die Zylinder-Kolben-Anordnung 5 weist keine Schnüffellöcher auf.

Die erste Druckbereitstellungseinrichtung 5 ist ein high-Performance Drucksteller, der in der fehlerfreien Bremsanlage die Normalbremsfunktion mit höchstem Komfort und höchster Dynamik realisiert.

Die zweite elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung 2 ist vorteilhafterweise als eine Kolbenpumpe, insbesondere eine Radialkolbenpumpe, ausgeführt. Sie besitzt einen Sauganschluss 28, welcher über eine hydraulische Verbindung 41 mit dem Druckmittelvorratsbehälter 4 in Verbindung steht, und einen Druckanschluss 27. Der Druckanschluss 27 der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2 ist mit der Bremsversorgungsleitung 13 verbunden, so dass die Eingangsanschlüsse der Einlassventile 6a-6d mit dem Druckanschluss 27 der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2 verbunden sind.

Der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2 ist zum einen ein Überströmventil 32 zugeordnet, dessen Ansteuerung eine Druckbegrenzung und Druckabbau realisieren kann. Hierzu ist der Druckanschluss 27 der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2 über das Überströmventil 32 mit dem Sauganschluss 28 und damit dem Druckmittelvorratsbehälter 4 verbunden. Das Überströmventil 32 ist stromlos offen ausgeführt, und vorteilhafterweise analog regelbar ausgeführt. Mittels des Überströmventils 32 kann der von der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2 für die Radbremsen bereitgestellte Druck begrenzt oder abgebaut werden.

Beispielsgemäß ist zwischen der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2 und dem Druckmittelvorratsbehälter 4 eine Parallelschaltung des stromlos offenen, analog regelbaren Überströmventils 32 und einem zum Druckmittelvorratsbehälter 4 hin schließenden Rückschlagventil 63 angeordnet.

Der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung bzw. Kolbenpumpe 2 ist außerdem ein (zweites) Trennventil 23 zugeordnet, welches hydraulisch in Reihe zu dem Überströmventil 32 angeordnet ist.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist das Trennventil 23

hydraulisch in Reihe zu der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2 angeordnet. Entsprechend ist die zweite Druckbereitstellungseinrichtung 2 über das (zweite) Trennventil 23 mit der Bremsversorgungsleitung 13 bzw. mit dem ersten Leitungsabschnitt 13a hydraulisch verbunden. Dem zweiten Trennventil 23 ist vorteilhafterweise ein zu den Radbremsen 8a-8d bzw. der Bremsversorgungsleitung 13 hin öffnendes Rückschlagventil 43 parallel geschaltet.

10 Gemäß einem nicht dargestellten, alternativen Ausführungsbeispiel ist das (zweite) Trennventil 23 hydraulisch parallel zu der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2 angeordnet. D.h. der Druckanschluss 27 der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2 ist über eine Hintereinanderschaltung / Reihenschaltung von (zweitem) Trennventil 23 und Überströmventil 32 mit
15 dem Sauganschluss 28 und damit dem Druckmittelvorratsbehälter 4 verbunden, während in der hydraulischen Verbindung zwischen dem Druckanschluss 27 und dem ersten Leitungsabschnitt 13a kein elektrisch betätigbares Ventil angeordnet ist.

20

Über die beiden beschriebenen stromlos offenen Ventile 32 und 23 ist die Druckentlastung der Bremsanlage in der Lösestellung gewährleistet. Insbesondere kann als erste Druckbereitstellungseinrichtung 5 ein Linearaktuator ohne Schnüffelloch
25 verwendet werden, und das Trennventil 26 zwischen Druckbereitstellungseinrichtung 5 und Bremsversorgungsleitung 13 kann ein an sich bekanntes, stromlos geschlossenes Ventil ausgeführt sein.

30 Die Bremsanlage umfasst, wie bereits erwähnt, je hydraulisch betätigbarer Radbremse 8a-8d ein Einlassventil 6a-6d und ein Auslassventil 7a-7d, die paarweise über Mittenanschlüsse hydraulisch zusammengeschaltet und an die Radbremse 8a-8d angeschlossen sind. Den Einlassventilen 6a-6d ist jeweils ein zu

der Bremsversorgungsleitung 13 hin öffnendes, nicht näher bezeichnetes Rückschlagventil parallel geschaltet. Die Ausgangsanschlüsse der Auslassventile 7a-7d sind über eine gemeinsame Rücklaufleitung 14 mit dem Druckmittelvorratsbehälter 4 verbunden. Die Eingangsanschlüsse aller Einlassventile 6a-6d können mittels der Bremsversorgungsleitung 13 mit einem Druck versorgt werden, der von der ersten Druckbereitstellungseinrichtung 5 oder, z.B. bei Ausfall der ersten Druckbereitstellungseinrichtung, von der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2 bereitgestellt wird.

In der Bremsversorgungsleitung 13 ist ein elektrisch betätigbares, stromlos offenes Kreistrennventil 40 angeordnet, durch welches die Bremsversorgungsleitung 13 in einen ersten Leitungsabschnitt 13a, welcher (beispielsgemäß über das zweite Trennventil 23) mit der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2 verbunden ist, und einen zweiten Leitungsabschnitt 13b, welcher (über das erste Trennventil 26) mit der ersten Druckbereitstellungseinrichtung 5 verbunden ist, getrennt werden kann. Dabei ist der erste Leitungsabschnitt 13a mit zwei der Einlassventile, nämlich den Einlassventilen 6a und 6b, hydraulisch verbunden und der zweite Leitungsabschnitt 13b ist mit den übrigen Einlassventilen, nämlich den Einlassventilen 6c und 6d, hydraulisch verbunden. Durch Schließen des Kreistrennventils 40 wird die Bremsanlage somit hydraulisch in zwei (Teil)Bremskreise I und II aufgetrennt oder aufgeteilt. Dabei ist im ersten Bremskreis I die zweite Druckbereitstellungseinrichtung 2 mit nur noch den Radbremsen 8a und 8b verbunden, und im zweiten Bremskreis II die erste Druckbereitstellungseinrichtung 5 mit nur noch den Radbremsen 8c und 8d verbunden (über das Trennventil 26).

Die Bremsanlage umfasst je Bremskreis I bzw. II einen Drucksensor: einen ersten Drucksensor 19, welcher der ersten

Druckbereitstellungseinrichtung 5 zugeordnet ist, und einen zweiten Drucksensor 49, welcher der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2 zugeordnet ist. Vorteilhafterweise sind die Drucksensoren nahe an der jeweiligen Druckbereit-

5 stellungseinrichtung angeschlossen, was für den Betrieb und die Eigendiagnose vorteilhaft ist.

Beispielsgemäß umfasst die Bremsanlage zur Leckageüberwachung eine Pegelmesseinrichtung 50 zur Bestimmung eines Druckmit-

10 tel-Pegels in dem Druckmittelvorratsbehälter 4.

Jedem Rad ist außerdem beispielsweise ein Raddrehzahlsensor 10a-10d zugeordnet, welche z.B. für Antiblockierregelfunktionen (ABS) benötigt werden.

15

Die Bremsanlage ist weiterhin mit einer Fahrdynamik-Sensorik 60 verbunden oder umfasst eine solche. Die Fahrdynamik-Sensorik 60 umfasst zumindest eine Messeinrichtung zur Erfassung einer oder mehrerer der folgenden Größen:

- 20
- Längsbeschleunigung, insbesondere Fahrzeuglängsbeschleunigung
 - Querb beschleunigung, insbesondere Fahrzeugquerbeschleunigung
 - Gierrate
 - 25 • Lenkwinkel

Beispielsgemäß umfasst die Bremsanlage an den Rädern der Hinterachse HA je eine elektrische Parkbremse (EPB). Diese kann in die hydraulischen Radbremsen integriert sein, sogenannte

30 integrierte elektrische Parkbremse.

Der ersten Druckbereitstellungseinrichtung 5 ist zu deren Ansteuerung eine erste Elektronik oder erste elektronische

Vorrichtung A zugeordnet. Die elektronische Vorrichtung A ist beispielsweise Teil der elektronischen Steuer- und Regeleinheit 12, sie kann aber auch als eine separate Einheit oder elektronische Steuer- und Regeleinheit ausgeführt sein.

5

Der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2 ist zu deren Ansteuerung eine zweite Elektronik oder zweite elektronische Vorrichtung B zugeordnet. Die elektronische Vorrichtung B ist beispielsweise Teil der elektronischen Steuer- und Regeleinheit 12, sie kann aber auch als eine separate Einheit oder elektronische Steuer- und Regeleinheit ausgeführt sein.

10

Dabei ist die zweite elektronische Vorrichtung B von der ersten elektronischen Vorrichtung A elektrisch unabhängig.

15

Die erste elektronische Vorrichtung A wird von einer ersten elektrischen Energiequelle bzw. Energieversorgung versorgt oder umfasst diese. Die erste Druckbereitstellungseinrichtung 5 wird ebenfalls von der ersten elektrischen Energiequelle bzw. Energieversorgung mit Energie versorgt. Der Einfachheit wegen wird beispielsweise die erste Druckbereitstellungseinrichtung 5 über die erste elektronische Vorrichtung A mit Energie (von der ersten elektrischen Energiequelle) versorgt. Die erste elektrische Energiequelle ist z.B. ein erstes Bordnetz.

20

25

Die zweite elektronische Vorrichtung B wird von einer zweiten elektrischen Energiequelle bzw. Energieversorgung versorgt oder umfasst diese. Die zweite Druckbereitstellungseinrichtung 2 wird ebenfalls von der zweiten elektrischen Energiequelle bzw. Energieversorgung versorgt. Der Einfachheit wegen wird beispielsweise die zweite Druckbereitstellungseinrichtung 2 über die zweite elektronische Vorrichtung B mit Energie (von der zweiten elektrischen Energiequelle) versorgt. Die zweite elektrische Energiequelle ist z.B. ein zweites Bordnetz.

30

Die zweite elektrische Energiequelle bzw. Energieversorgung ist von der ersten Energiequelle bzw. Energieversorgung unabhängig.

Übrige Komponenten der Bremsanlage sind in vorteilhafterweise
5 entweder der ersten elektronischen Vorrichtung A (welche die erste Druckbereitstellungseinrichtung 5 ansteuert bzw. betätigt) oder der zweiten elektronischen Vorrichtung B (welche die zweite Druckbereitstellungseinrichtung 2 ansteuert bzw. betätigt) zugeordnet. D.h. sie werden durch diese Vorrichtung angesteuert
10 bzw. betätigt und/oder mit elektrischer Energie versorgt und/oder sind Signalseitig mit dieser Vorrichtung verbunden und/oder werden durch diese Vorrichtung ausgewertet. In Fig. 1 sind diejenigen Komponenten, welche der ersten elektronischen Vorrichtung A zugeordnet sind (d.h. der sogenannten Partition A
15 zugeordnet sind), durch einen Pfeil mit A gekennzeichnet, während diejenigen Komponenten, welche der zweiten elektronischen Vorrichtung B zugeordnet sind (d.h. der sogenannten Partition B zugeordnet sind), durch einen Pfeil mit B gekennzeichnet sind. Um weitere Redundanzen zu vermeiden, ist vorteilhafterweise eine
20 Komponente lediglich bzw. ausschließlich von einer der beiden elektronischen Vorrichtungen, nicht aber von der anderen elektronischen Vorrichtung, ansteuerbar bzw. betätigbar oder mit elektrischer Energie versorgbar oder signalseitig verbunden oder auswertbar.

25 Das erste Trennventil 26 und das Kreistrennventil 40 sind der ersten elektronischen Vorrichtung A zugeordnet und werden folglich mittels der ersten elektronischen Vorrichtung A angesteuert und/oder mit elektrischer Energie versorgt. Da das
30 erste Trennventil 26 der ersten elektronischen Vorrichtung A zugeordnet ist, kann bei einem Ausfall der zweiten elektronischen Vorrichtung B oder der zweiten Energieversorgung ein Druck in der Bremsversorgungsleitung 13 (und damit den Radbremsen 8a-8d) mittels der ersten Druckbereitstellungseinrichtung 5 auf- und

abgebaut werden. Bei einem Ausfall der ersten elektronischen Vorrichtung A oder der ersten Energieversorgung ist dagegen die Druckbereitstellungseinrichtung 5 durch das stromlos geschlossene Trennventil 26 hydraulisch abgetrennt.

5

Auch das zweite Trennventil 23 ist der ersten elektronischen Vorrichtung A zugeordnet und wird mittels der ersten elektronischen Vorrichtung A angesteuert und/oder mit elektrischer Energie versorgt. Bei Ausfall der zweiten elektronischen Vorrichtung B oder der zweiten Energiequelle kann so das stromlos offene Trennventil 23 geschlossen werden, um einen Druckabbau über das Überströmventil 32 zu vermeiden. Das zweite Trennventil 23 wird beispielsweise lediglich von der ersten elektronischen Vorrichtung A angesteuert bzw. versorgt.

10

Die Fahrdynamik-Sensorik 60 ist ebenfalls der Partition A zugeordnet und wird mittels der ersten elektronischen Vorrichtung A mit elektrischer Energie versorgt und/oder ausgewertet.

15

Jedoch ist das Überströmventil 32 der Partition B zugeordnet und wird mittels der zweiten elektronischen Vorrichtung B angesteuert und/oder mit elektrischer Energie versorgt, welche auch die zweite Druckbereitstellungseinrichtung 2 ansteuert / versorgt. Überströmventil 32 wird beispielsweise lediglich mittels der zweiten elektronischen Vorrichtung B angesteuert und/oder mit elektrischer Energie versorgt.

20

Die Einlass- und Auslassventile sind ebenso der Partition B zugeordnet und werden mittels der zweiten elektronischen Vorrichtung B angesteuert und/oder mit elektrischer Energie versorgt.

25

Die Raddrehzahlsensoren 10a-10d sind der Partition B zugeordnet

und werden mittels der zweiten elektronischen Vorrichtung B mit elektrischer Energie versorgt und/oder von der zweiten elektronischen Vorrichtung B ausgewertet.

- 5 Die zweite Partition A (zweite elektronischen Vorrichtung A und/oder zweite Energieversorgung) und die erste Partition B (erste elektronischen Vorrichtung B und/oder erste Energieversorgung) sind elektrisch unabhängig.
- 10 Beispielsgemäß sind die hydraulischen Komponenten, insbesondere die Komponenten 2, 5, 6a-6d, 7a-7d, 32, 23, 40 und 26, in einem ersten Modul, d.h. in einer ersten hydraulischen Steuer- und Regeleinheit (HCU), angeordnet, während die Simulationseinrichtung 3 mit den Sensoren 25, 20 in einem getrennten, zweiten
- 15 Modul ausgeführt ist. Der ersten hydraulischen Steuer- und Regeleinheit ist zumindest eine elektronische Steuer- und Regeleinheit (ECU) 12 zugeordnet, welche in Fig. 1 stark schematisch dargestellt ist. HCU und ECU 12 sind vorteilhafterweise in bekannter Weise als eine Einheit (HECU) ausgeführt.
- 20 Dem Modul der Simulationseinrichtung 3 ist bevorzugt eine eigene, zweite elektronische Steuer- und Regeleinheit (ECU) zugeordnet, welche in Fig. 1 nicht dargestellt ist (siehe jedoch Bezugszeichen 112 in Fig. 2 und 3).
- 25 Alternativ ist auch eine Anordnung der hydraulischen bzw. mechanischen Komponenten 2, 3, 5, 6a-6d, 7a-7d, 32, 23, 40 und 26 in einem gemeinsamen Modul, d.h. in einer gemeinsamen hydraulischen Steuer- und Regeleinheit (HCU) denkbar.
- 30 Die Bremsanlage umfasst keinen durch ein Bremspedal betätigbaren Hauptbremszylinder, welcher mit den Radbremsen oder zumindest einem Teil der Radbremsen verbunden bzw. verbindbar ist, und so eine Rückfallebene durch Fahrerbetätigung der Radbremsen ermöglicht.

Die Simulationseinrichtung 3 wird mittels des Bremspedals 1 betätigt und es ist keine mechanische und/oder hydraulische Wirkverbindung zwischen dem Bremspedal 1 und den Radbremsen 8a-8d vorgesehen. Die Simulationseinrichtung 3 ist mit keiner der Radbremsen 8a-8d hydraulisch verbunden.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bremsanlage. Das zweite Ausführungsbeispiel umfasst zum einen bzgl. des hydraulischen Layouts einige Unterschiede zum Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und zum anderen zusätzliche Komponenten oder Anbindungen an weitere Komponenten. Die zusätzlichen Komponenten bzw. Anbindungen an weitere Komponenten können einzeln oder in verschiedenen Kombinationen auch in Verbindung mit dem ersten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 vorgesehen sein.

Zunächst werden die Unterschiede zu Fig. 1 bzgl. des hydraulischen Layouts beschrieben.

Die zweite Druckbereitstellungseinrichtung 2 ist als eine zweikreisige Radialkolbenpumpe ausgebildet, deren zwei Druckseiten zusammengeschaltet sind zu einem Druckanschluss 27. Entsprechend sind die zwei Druckseiten der zweikreisigen Radialkolbenpumpe zu einem Sauganschluss 28 zusammengeschaltet, der an den Druckmittelvorratsbehälter 4 angeschlossen ist.

Das zweite Trennventil 23 ist stromlos offen, aber nicht analog regelbar ausgeführt.

Dem zweiten Trennventil 23 ist kein Rückschlagventil parallel geschaltet.

Nun werden die weiteren Komponenten der Bremsanlage oder die Anbindung der Bremsanlage an weitere Komponenten, z.B. Fahrzeugkomponenten oder Bedienelemente, beschrieben.

- 5 Beispielsgemäß umfasst die Bremsanlage an den Rädern der Hinterachse HA je eine elektrische Parkbremse (EPB). Diese ist beispielsweise in die hydraulischen Radbremsen integriert, sogenannte integrierte elektrische Parkbremse (IPB).
- 10 Die Komponenten 2, 5, 6a-6d, 7a-7d, 32, 23, 40 und 26 sind in einer ersten hydraulischen Steuer- und Regeleinheit (HCU1) angeordnet, der eine erste elektronische Steuer- und Regeleinheit (ECU 1) 12 zugeordnet ist. ECU 12 umfasst einen Teil der ersten elektronischen Vorrichtung A und einen Teil der zweiten elektronischen
- 15 Vorrichtung B. Der Teil der elektronischen Vorrichtung A wird von einer ersten elektrischen Energiequelle 57, z.B. einer Batterie oder einem Bordnetz, versorgt. Der Teil der elektronischen Vorrichtung B wird von einer zweiten elektrischen Energiequelle 67, z.B. einer zweiten Batterie oder einem zweiten Bordnetz,
- 20 versorgt. Die ECU 12 umfasst hierfür z.B. zwei getrennte Leiterplatten, eine erste Leiterplatte für den Teil der ersten Elektronik/elektronischen Vorrichtung A und eine zweite Leiterplatte für den Teil der zweiten Elektronik/ elektronischen Vorrichtung B.
- 25
- Der Teil der Elektronik A in ECU 12 umfasst z.B. die elektrischen und elektronischen Bauelemente sowie Ventilsolenoiden zur Ansteuerung der Ventile 23, 26 und 40. Er umfasst weiter die elektrischen und elektronischen Bauelemente zur Ansteuerung des
- 30 Elektromotors 35 der ersten Druckbereitstellungseinrichtung 5.

Der Teil der Elektronik A in ECU 12 umfasst weiter die elektrischen und elektronischen Bauelemente zur Signalbearbeitung oder Auswertung des Rotorlagensensors 44.

Der Teil der Elektronik A in ECU 12 umfasst weiter die elektrischen und elektronischen Bauelemente zur Signalbearbeitung oder Auswertung des ersten Drucksensors 19 der ersten Druckbereitstellungseinrichtung 5.

5

Der Teil der Elektronik A in ECU 12 ist mit einem ersten Datenbus 58, z.B. einem ersten CAN-Bus, verbunden.

Der Teil der elektronischen Vorrichtung/Elektronik A in ECU 12 werden Signale von (z.B. vier) radindividuellen Raddrehzahlensensoren zugeführt, welche in Fig. 2 durch den Block 56 angedeutet sind.

Der Teil der elektronischen Vorrichtung/Elektronik A in ECU 12 wird weiter das Signal einer Mensch-Maschine-Schnittstelle 55 (HMI), z.B. einem Schalter, zum Aktivieren oder Deaktivieren einer Fahrdynamikregelfunktion (ESC) o.ä. zugeführt. Abhängig hiervon werden in dem Teil der elektronischen Vorrichtung/Elektronik A in ECU 12 die Signale einer Fahrdynamik-Sensorik (Fahrdynamik-Sensorik 60 in Fig. 1) ausgewertet und zur Druckstellung berücksichtigt.

Der Teil der Elektronik B in ECU 12 umfasst die elektrischen und elektronischen Bauelemente zur Ansteuerung des Elektromotors der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2. Er umfasst weiter die elektrischen und elektronischen Bauelemente sowie Ventilsolenoiden zur Ansteuerung der Ventile 32, 6a-6d und 7a-7d.

Der Teil der Elektronik B in ECU 12 umfasst weiter die elektrischen und elektronischen Bauelemente zur Signalbearbeitung oder Auswertung des zweiten Drucksensors 49 der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2.

Der Teil der Elektronik B in ECU 12 umfasst weiter elektrische

und elektronische Bauelemente zur Ansteuerung der elektrischen Parkbremsen IPB der Hinterachse HA. In Fig. 2 sind entsprechende Ansteuerleitungen 70 angedeutet.

- 5 Dem Teil der Elektronik B in ECU 12 wird das Signal einer Mensch-Maschine-Schnittstelle 54 (HMI), z.B. eines Schalters, zur Betätigung der elektrischen Parkbremse (IPB, EPB), welche an den Rädern der Hinterachse HA angeordnet ist, zugeführt.
- 10 Der Teil der Elektronik B in ECU 12 ist mit einem zweiten Datenbus 68, z.B. einem zweiten CAN-Bus, verbunden. Der erste und der zweite Datenbus sind vorteilhafterweise unabhängig voneinander.

Dem Teil der Elektronik B in ECU 12 werden Signale von (z.B. vier)
15 weiteren bzw. unabhängigen radindividuellen Raddrehzahlsensoren zugeführt, welche in Fig. 2 durch den Block 66 angedeutet sind.

Die Simulationseinrichtung 3 mit den Sensoren 25, 20 ist in einem zweiten Modul angeordnet, dem eine zweite elektronische Steuer- und Regeleinheit (ECU) 112 zugeordnet ist. Ein Teil der
20 Elektronik von ECU 112 gehört zu der ersten elektronischen Vorrichtung / Elektronik A. Ein anderer Teil der Elektronik von ECU 112 gehört zu der zweiten elektronischen Vorrichtung / Elektronik B. Entsprechend wird der Teil der elektronischen
25 Vorrichtung A in ECU 112 von der ersten elektrischen Energiequelle 57 versorgt und der Teil der elektronischen Vorrichtung B in ECU 112 von der zweiten elektrischen Energiequelle 67.

Der Teil der elektronischen Vorrichtung / Elektronik A in ECU 112
30 ist ebenfalls mit dem ersten Datenbus 58 verbunden.

Der Teil der Elektronik A in ECU 112 umfasst die elektrischen und elektronischen Bauelemente zur Signalaufbereitung oder Auswertung des Kraft- oder Drucksensors 20.

Der Teil der Elektronik A in ECU 112 ist beispielsweise zur Übertragung der Signale von Sensor 20 zusätzlich direkt über eine Signalverbindungsleitung oder Kommunikationsverbindungsleitung 71 mit dem Teil der Elektronik A in ECU 12 verbunden.

5

Der Teil der elektronischen Vorrichtung / Elektronik B in ECU 112 ist ebenfalls mit dem zweiten Datenbus 68 verbunden.

Der Teil der Elektronik B in ECU 112 umfasst die elektrischen und elektronischen Bauelemente zur Signalaufbereitung oder Auswertung des Wegsensors 25.

Sowohl die elektrohydraulische Steuer- und Regeleinheit HCU1 und ECU 12 als auch die Einheit aus Simulationseinrichtung 3 und ECU 112 sind bevorzugt an der Spritzwand oder dem Fahrwerk angebracht, was durch den Block 59 schematisch angedeutet wird.

Im Folgenden werden verschiedene Betriebsverfahren der beispielsweise beschriebenen Bremsanlagen beschrieben.

20

Fällt eine der beiden Druckbereitstellungseinrichtungen 2 bzw. 5 fehlerbedingt aus (beispielsweise aufgrund eines Ausfalls einer der elektrischen Energiequellen oder einer der elektronischen Vorrichtungen A, B), so wird die jeweils andere Druckbereitstellungseinrichtung 5 bzw. 2 über die Bremsversorgungsbahn 13 (mit stromlos offenem Kreistreichenventil 40) alle Radbremsen 8a-8d betätigen.

Fällt die erste Druckbereitstellungseinrichtung 5 fehlerbedingt aus (beispielsweise aufgrund eines Ausfalls der zugehörigen elektrischen Energiequelle oder der elektronischen Vorrichtung A), steuert die zweite elektronische Vorrichtung B die zweite Druckbereitstellungseinrichtung 2 zum Aufbau eines Bremsdruckes an. Die erste Druckbereitstellungseinrichtung 5 ist durch das

stromlos geschlossene erste Trennventil 26 von der Bremsversorgungslleitung 13 hydraulisch getrennt. Mittels der zweiten elektronischen Vorrichtung B werden die Einlassventile (6a-6d) und Auslassventile (7a-7d) sowie das Überströmventil 32 angesteuert bzw. deren Ventilspulen mit elektrischer Energie versorgt zum Einstellen radindividueller Bremsdrücke an den Radbremsen 8a-8d.

Fällt die zweite Druckbereitstellungseinrichtung 2 fehlerbedingt aus (beispielsweise aufgrund eines Ausfalls der zugehörigen elektrischen Energiequelle oder der elektronischen Vorrichtung B), steuert die erste elektronische Vorrichtung A die erste Druckbereitstellungseinrichtung 5 zum Aufbau eines Bremsdruckes für die Radbremsen 8a-8d an. Außerdem wird mittels der ersten elektronischen Vorrichtung A das zweite Trennventil 32 geschlossen, um einen Druckmittelverlust in den Druckmittelvorratsbehälter 4 zu vermeiden.

Regelstrategie für Rest-Bremsfunktion nach einem Fehler:

a) Ausfall der ersten Druckbereitstellungseinrichtung 5
Der zweiten elektronischen Vorrichtung B / zweiten Energieversorgung der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2 (Partition B) sind neben dem Überströmventil 32 auch die Radregelventile 6a-6d, 7a-7d zugeordnet, d.h. die Radregelventile 6a-6d, 7a-7d werden, bevorzugt lediglich, durch die zweite elektronische Vorrichtung B (zweite Partition B) angesteuert bzw. mit elektrischer Energie versorgt. Ebenso sind der zweiten elektronische Vorrichtung B (zweiten Partition B) Raddrehzahlsensoren 10a-10d bzw. 66 zugeordnet, d.h. deren Signale werden der zweite elektronische Vorrichtung B zugeführt und vorteilhafterweise durch die zweite elektronische Vorrichtung B ausgewertet.

Die zweite elektronische Vorrichtung B bzw. Partition B führt nun quasi unverändert, wie grundsätzlich bekannt, Antiblockierregelungen und andere radindividuelle Bremsdruckregel-
funktionen aus und realisiert zusammen mit der Möglichkeit,
5 Bremsdruck aufzubauen, alle Rest-Bremsfunktionen.

b) Ausfall der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2
Der ersten elektronischen Vorrichtung A / ersten Energiever-
sorgung (Partition A) sind die erste Druckbereitstellungs-
10 einrichtung 5, das Kreistrennventil 40, das erste Trennventil 26
und das zweite Trennventil 23 sowie die Fahrdynamik-Sensorik 60
zugeordnet.

Die erste elektronische Vorrichtung A bzw. Partition A kann so
15 mittels der ersten Druckbereitstellungseinrichtung 5 durch
Schließen des zweiten Trennventils 23 und Öffnen des ersten
Trennventils 26 einen zentralen Druck aufbauen und mit sehr hoher
Dynamik und Genauigkeit regeln. Die Ansteuerbarkeit des
Kreistrennventils 40 durch die erste elektronische Vorrichtung
20 A ermöglicht es sogar, dass bremskreisweise bzw. achsweise
unterschiedliche Drücke eingestellt werden können. Dies erfolgt
nach einem Achs-Multiplex-Verfahren. Die Leistungsfähigkeit
dieser Regelstrategie ist in Bezug auf Bremsleistung zwar nicht
auf dem Niveau des fehlerfreien Systems. Es ist jedoch für den
25 beschriebenen Fehlerfall ausreichend zur Sicherstellung der
Rest-Bremsfunktionen.

Die beispielesgemäßen Bremsanlagen bieten die zur Realisierung
von hochautomatisierten Fahrfunktionen notwendige Redundanz, um
30 autonome Bremsanforderungen umzusetzen. Auch nach einem
schwerwiegenden Fehler, wie beispielsweise einem Ausfall der
ersten Energieversorgung der Partition A bzw. der ersten
Druckbereitstellungseinrichtung 5, ist die Bremsanlage in der
Lage, gewisse Rest-Bremsfunktionen weiterhin autonom bzw. durch

einen Autopiloten gesteuert zu realisieren. Die wichtigsten Rest-Bremsfunktionen der Bremsanlage sind:

- Verzögerung aufbauen;
- Blockierreihenfolge der Achsen einhalten und ein ungewolltes Destabilisieren bei höheren Verzögerungen vermeiden;
- Lenkbarkeit aufrechterhalten, um dem (Auto-)Pilot auch gebremste Ausweichmanöver zu ermöglichen.

Die beispielesgemäßen Bremsanlagen umfassen je zwei elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtungen 5, 2, eine Rad-druckmodulationsgruppe 6a-6d, 7a-7d sowie für die zweite Druckbereitstellungseinrichtung 2 ein stromlos offenes, insbesondere analog regelbares, Überströmventil 32 sowie ein zweites, stromlos offenes Trennventil 23, welches bei Bedarf geschlossen werden kann, um einen Druckabbau über das Überströmventil 32 zu vermeiden. Hierzu ist das zweite Trennventil 23 in Reihe zum Überströmventil 32 angeordnet. Zur zweiten Druckbereitstellungseinrichtung 2 ist das zweite Trennventil 23 in Reihe (siehe Fig. 1) oder parallel angeordnet. Insbesondere gibt es keine hydraulische Rückfallebene in der Bremsanlage sondern eine dauerhafte hydraulische Entkopplung des Fahrers.

Die beispielesgemäßen Bremsanlagen bieten weiterhin die folgenden Vorteile:

- In der ersten Druckbereitstellungseinrichtung 5 muss kein Schnüffelloch zur Druckentlastung der Bremsanlage in der Lösestellung vorgesehen sein, da eine Druckentlastung der Bremsanlage in der Lösestellung über die zwei stromlos offenen Ventile 23 und 32 gewährleistet ist.
- Das erste Trennventil 26 kann stromlos geschlossen ausgeführt sein, so dass an sich bekannte, kostengünstige Ventile benutzt werden können. Es muss kein besonderer

konstruktiver Aufwand betrieben werden, um ein stromlos
offenes Ventil mit sehr geringem Strömungswiderstand
bereitzustellen, um die notwendige Druckaufbaudynamik zu
erreichen.

- 5 • Aufgrund des in Reihe geschalteten zweiten Trennventils 23
kann das Überströmventil 32 ein stromlos offenes Ana-
logventil sein, so dass an sich bekannte, kostengünstige
Ventile benutzt werden können. Es muss kein besonderer
konstruktiver Aufwand betrieben werden, um ein stromlos
10 geschlossenes Analogventil bereitzustellen, welches bei
Verwendung nur eines Überströmventils 32 notwendig wäre.

Patentansprüche:

1. Bremsanlage für ein Kraftfahrzeug mit

- zumindest zwei hydraulisch betätigbaren Radbremsen
(8a-8d),
- einem unter Atmosphärendruck stehenden Druckmittel-
vorratsbehälter (4),
- einem elektrisch betätigbaren Einlassventil (6a-6d) je
Radbremse (8a-8d) zum Einstellen radindividueller
Bremsdrücke,
- einer ersten elektrisch steuerbaren Druckbereitstel-
lungseinrichtung (5), die über ein erstes Trennventil
(26) mit einer Bremsversorgungsleitung (13) trennbar
hydraulisch verbunden ist, an welche die Radbremsen
(8a-8d) angeschlossen sind, und
- einer zweiten elektrisch steuerbaren Druckbereit-
stellungseinrichtung (2), die mit der Bremsversor-
gungsleitung (13) hydraulisch verbunden ist,

wobei in der Bremsversorgungsleitung (13) ein elektrisch
betätigbares Kreistrennventil (40) derart angeordnet ist,
dass bei geschlossenem Kreistrennventil die Bremsversor-
gungsleitung (13) in einen ersten und einen zweiten Lei-
tungsabschnitt (13a, 13b) hydraulisch getrennt ist, wobei
der erste Leitungsabschnitt (13a) mit einem Teil der
Einlassventile (6a, 6b) hydraulisch verbunden ist und der
zweite Leitungsabschnitt (13b) mit dem anderen Teil der
Einlassventile (6c, 6d) hydraulisch verbunden ist, und wobei
die zweite Druckbereitstellungseinrichtung (2) mit dem
ersten Leitungsabschnitt (13a) hydraulisch verbunden ist und
die erste Druckbereitstellungseinrichtung (5) über das erste
Trennventil (26) mit dem zweiten Leitungsabschnitt (13b)
hydraulisch verbunden ist,

dadurch **gekennzeichnet**, dass

die zweite Druckbereitstellungseinrichtung (2) einen Sauganschluss (28), welcher mit dem Druckmittelvorratsbehälter (4) verbunden ist, und einen Druckanschluss (27) umfasst, wobei zur Einstellung oder Regelung des von der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung (2) bereitgestellten Druckes ein stromlos offenes Überströmventil (32) vorgesehen ist, über welches der Druckanschluss (27) mit dem Sauganschluss (28) hydraulisch verbunden ist, wobei ein stromlos offenes zweites Trennventil (23) vorgesehen ist, welches hydraulisch in Reihe zu dem Überströmventil (32) angeordnet ist.

2. Bremsanlage nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Kreistrennventil (40) stromlos offen ausgeführt ist.
3. Bremsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass die zweite Druckbereitstellungseinrichtung (2) durch eine Kolbenpumpe, insbesondere Radial-Kolbenpumpe, gebildet wird, und die erste Druckbereitstellungseinrichtung (5) durch eine Zylinder-Kolben-Anordnung mit einem hydraulischen Druckraum (37) gebildet wird, deren Kolben (36) durch einen elektromechanischen Aktuator (35, 39) betätigbar ist, wobei die Zylinder-Kolben-Anordnung insbesondere kein Schnüffelloch aufweist.
4. Bremsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Überströmventil (32) in einer hydraulischen Verbindung zwischen dem ersten Leitungsschnitt (13a) und dem Druckmittelvorratsbehälter (4) angeordnet ist, wobei dem Überströmventil (32) ein zu dem Druckmittelvorratsbehälter (4) hin schließendes Rückschlagventil (63) parallel geschaltet ist.
5. Bremsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch

gekennzeichnet, dass das zweite Trennventil (23) hydraulisch in Reihe zu der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung (2) angeordnet ist.

- 5 6. Bremsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass die zweite Druckbereitstellungseinrichtung (2) über das zweite Trennventil (23) mit dem ersten Leitungsabschnitt (13a) hydraulisch verbunden ist.
- 10 7. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass das zweite Trennventil (23) hydraulisch parallel zu der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung (2) angeordnet ist.
- 15 8. Bremsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass das erste Trennventil (26) stromlos geschlossen ausgeführt ist.
- 20 9. Bremsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass diese eine erste elektronische Vorrichtung (A), mittels welcher die erste Druckbereitstellungseinrichtung (5) angesteuert wird, und eine zweite elektronische Vorrichtung (B), mittels welcher die zweite Druckbereitstellungseinrichtung (2) angesteuert wird,
- 25 umfasst, wobei die zweite elektronische Vorrichtung (B) von der ersten elektronischen Vorrichtung (A) elektrisch unabhängig ist.
- 30 10. Bremsanlage nach Anspruch 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass die erste elektronische Vorrichtung (A) von einer ersten elektrischen Energieversorgung versorgt wird oder eine erste elektrische Energieversorgung umfasst, und dass die zweite elektronische Vorrichtung (B) von einer zweiten elektrischen Energieversorgung versorgt wird oder eine zweite elektrische

Energieversorgung umfasst, wobei die erste elektrische Energieversorgung von der zweiten elektrischen Energieversorgung unabhängig ist.

- 5 11. Bremsanlage nach Anspruch 9 oder 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Überströmventil (32), insbesondere ausschließlich, mittels der zweiten elektronischen Vorrichtung (B) angesteuert und/oder mit elektrischer Energie versorgt wird.
- 10 12. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Einlassventile, und gegebenenfalls Auslassventile, insbesondere ausschließlich, mittels der zweiten elektronischen Vorrichtung (B) angesteuert und/oder mit elektrischer Energie versorgt werden.
- 15 13. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, dass das erste Trennventil (26), insbesondere ausschließlich, mittels der ersten elektronischen Vorrichtung (A) angesteuert und/oder mit elektrischer
- 20 Energie versorgt wird.
14. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch **gekennzeichnet**, dass das zweite Trennventil (23), insbesondere ausschließlich, mittels der ersten elektronischen
- 25 Vorrichtung (A) angesteuert und/oder mit elektrischer Energie versorgt wird.
15. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Kreistrennventil (40), insbesondere
- 30 ausschließlich, mittels der ersten elektronischen Vorrichtung (A) angesteuert und/oder mit elektrischer Energie versorgt wird.
16. Verfahren zum Betrieb einer Bremsanlage nach einem der

Ansprüche 1 bis 15, dadurch **gekennzeichnet**, dass bei einem Ausfall der ersten Druckbereitstellungseinrichtung (5) oder elektronischen Vorrichtung (A) oder Energieversorgung das erste Trennventil (26) geschlossen bleibt, mittels der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung (2) ein Druckaufbau durchgeführt wird und mittels der Einlassventile (6a-6d) und des Überströmventils (32) radindividuelle Bremsdrücke an den Radbremsen eingestellt werden.

- 10 17. Verfahren zum Betrieb einer Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 15, insbesondere nach Anspruch 16, dadurch **gekennzeichnet**, dass bei einem Ausfall der zweiten Druckbereitstellungseinrichtung (2) oder elektronischen Vorrichtung (B) oder Energieversorgung das zweite Trenn-
- 15 ventil (23) geschlossen wird, mittels der ersten Druckbereitstellungseinrichtung (5) ein Druckaufbau durchgeführt wird und mittels des Kreistrennventils (40) und des zweiten Trennventils (23) für den ersten und den zweiten Leitungsabschnitt individuelle Bremsdrücke eingestellt werden.

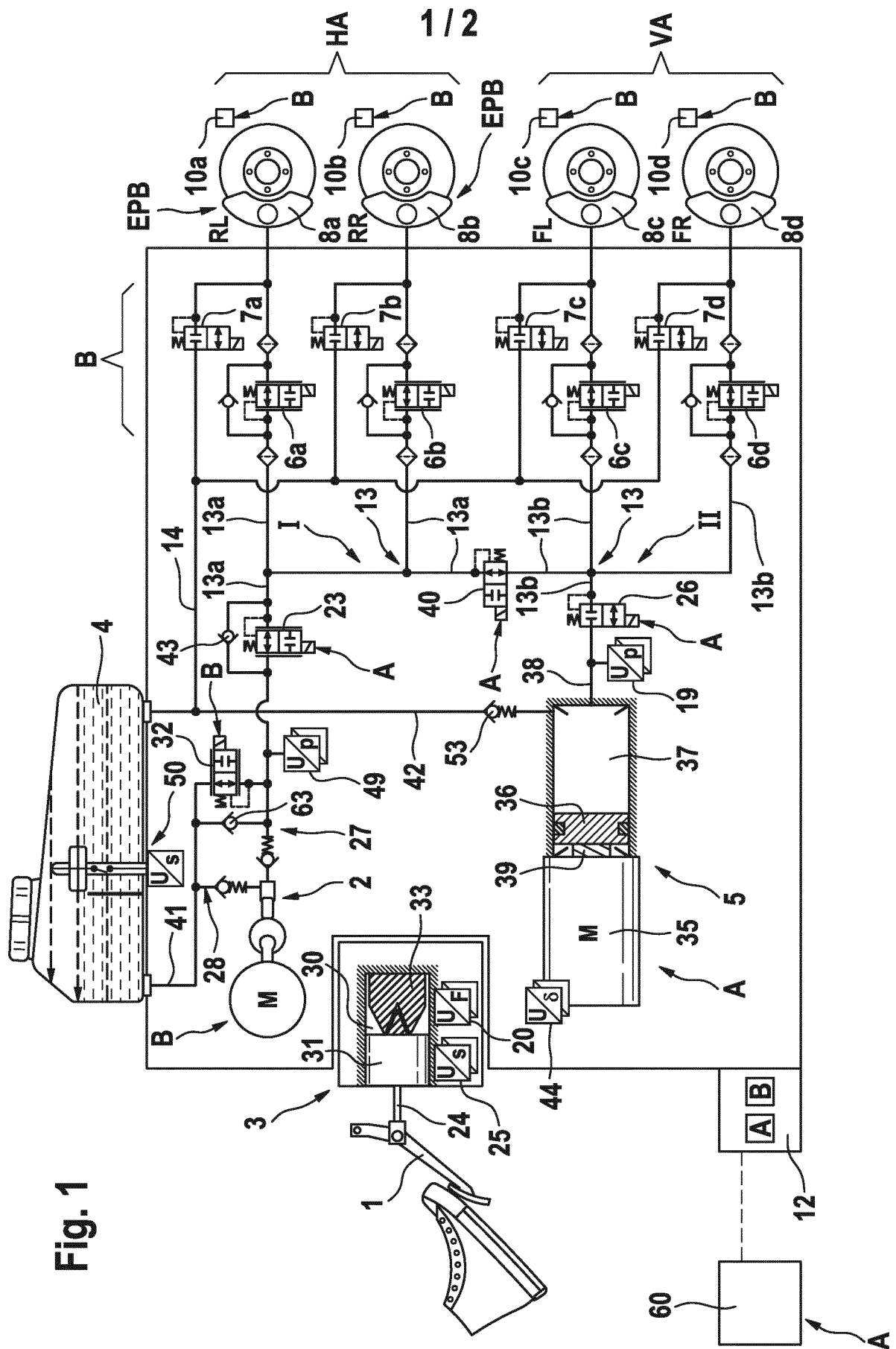
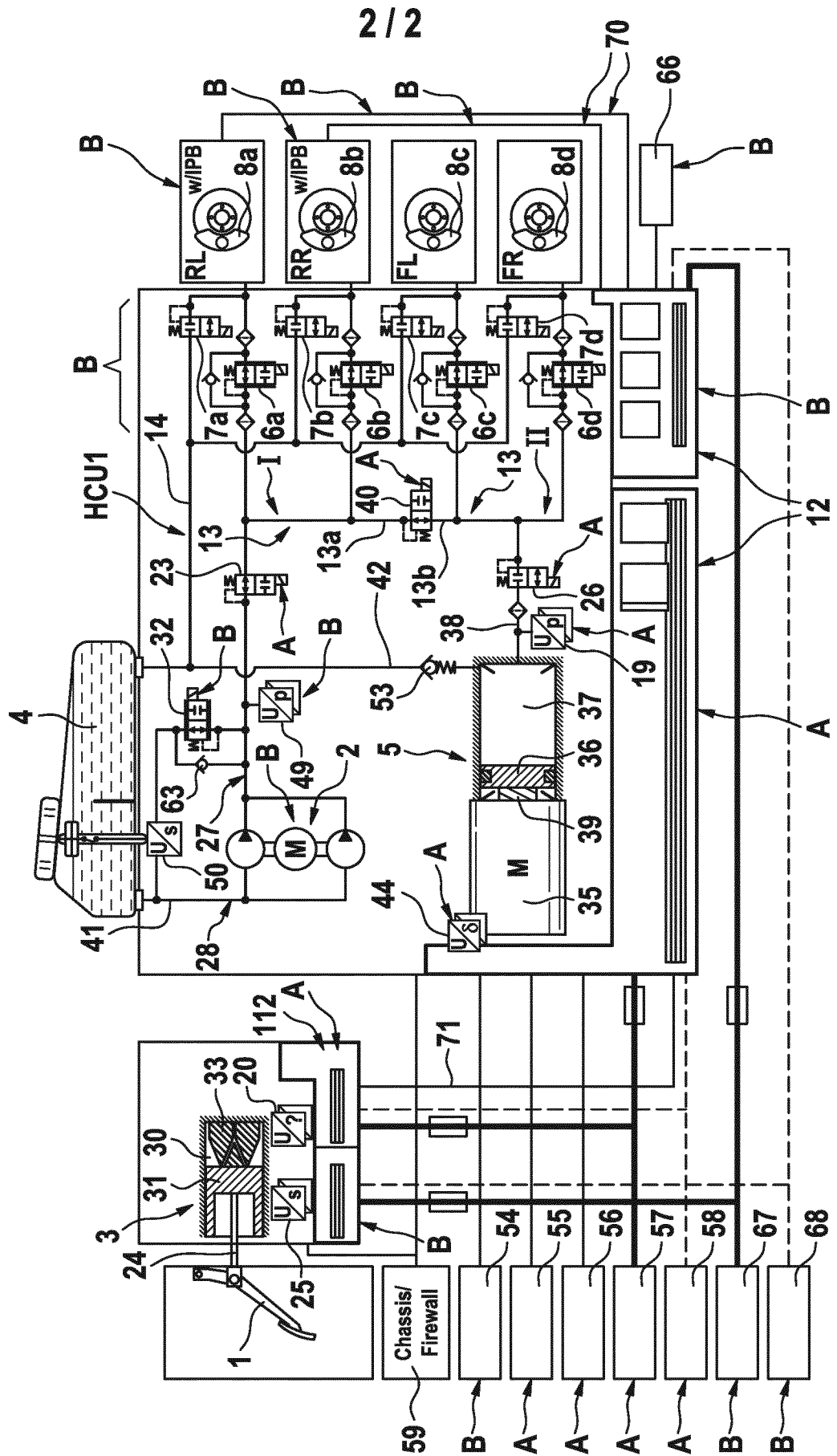


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/050326

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60T8/32
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B60T

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	DE 103 19 338 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 18 November 2004 (2004-11-18) paragraph [0026] paragraph [0035]; figure 1 -----	1,2,5,6, 8,16 3,4,17
Y	DE 199 05 660 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 4 May 2000 (2000-05-04) column 3, line 51 - line 67; claims 1,3; figure 1 -----	1,2,5,6, 8,16
A	WO 2012/146461 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; DRUMM STEFAN A [DE]; LINKENBACH ST) 1 November 2012 (2012-11-01) claims 5,6,7,12-14; figure 1 ----- -/-	3,4,8,9, 12,13,16



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

14 March 2018

Date of mailing of the international search report

27/03/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Meijs, Paul

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/050326

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2016/009267 A1 (LESINSKI JR ROGER JOHN [US]) 14 January 2016 (2016-01-14) paragraph [0036] - paragraph [0038] paragraph [0042]; figure 3A paragraph [0033] -----	3,8,9, 11-14,16
A	WO 2015/173134 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 19 November 2015 (2015-11-19) page 14, line 20 - line 30 page 11, line 33 - page 12, line 8 page 16, line 9 - line 17 page 24, line 10 - line 14; figure 2 -----	1,3-5, 8-11,13, 14,16,17
A	WO 2016/000865 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 7 January 2016 (2016-01-07) page 22, line 26 - page 23, line 20 page 19, line 26 - page 20, line 2 page 15, line 19 - page 16, line 2 -----	9,10,16, 17
A	DE 10 2013 217954 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 12 March 2015 (2015-03-12) cited in the application paragraph [0030] - paragraph [0032]; figure 1 -----	1-3,5,6, 8,9, 12-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/050326

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10319338	A1	18-11-2004	NONE
DE 19905660	A1	04-05-2000	NONE
WO 2012146461	A1	01-11-2012	DE 102012202645 A1 31-10-2012 EP 2701955 A1 05-03-2014 US 2014225425 A1 14-08-2014 WO 2012146461 A1 01-11-2012
US 2016009267	A1	14-01-2016	NONE
WO 2015173134	A1	19-11-2015	CN 106458192 A 22-02-2017 DE 102015206572 A1 19-11-2015 EP 3142905 A1 22-03-2017 KR 20170009857 A 25-01-2017 US 2017072920 A1 16-03-2017 WO 2015173134 A1 19-11-2015
WO 2016000865	A1	07-01-2016	CN 106458176 A 22-02-2017 DE 102015208148 A1 31-12-2015 EP 3160807 A1 03-05-2017 KR 20170020824 A 24-02-2017 WO 2016000865 A1 07-01-2016
DE 102013217954	A1	12-03-2015	DE 102013217954 A1 12-03-2015 WO 2015032637 A1 12-03-2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60T8/32
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60T

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 103 19 338 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 18. November 2004 (2004-11-18)	1,2,5,6,8,16
A	Absatz [0026] Absatz [0035]; Abbildung 1	3,4,17
Y	DE 199 05 660 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 4. Mai 2000 (2000-05-04) Spalte 3, Zeile 51 - Zeile 67; Ansprüche 1,3; Abbildung 1	1,2,5,6,8,16
A	WO 2012/146461 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; DRUMM STEFAN A [DE]; LINKENBACH ST) 1. November 2012 (2012-11-01) Ansprüche 5,6,7,12-14; Abbildung 1	3,4,8,9,12,13,16
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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

14. März 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/03/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Meijs, Paul

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2016/009267 A1 (LESINSKI JR ROGER JOHN [US]) 14. Januar 2016 (2016-01-14) Absatz [0036] - Absatz [0038] Absatz [0042]; Abbildung 3A Absatz [0033] -----	3,8,9, 11-14,16
A	WO 2015/173134 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 19. November 2015 (2015-11-19) Seite 14, Zeile 20 - Zeile 30 Seite 11, Zeile 33 - Seite 12, Zeile 8 Seite 16, Zeile 9 - Zeile 17 Seite 24, Zeile 10 - Zeile 14; Abbildung 2 -----	1,3-5, 8-11,13, 14,16,17
A	WO 2016/000865 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 7. Januar 2016 (2016-01-07) Seite 22, Zeile 26 - Seite 23, Zeile 20 Seite 19, Zeile 26 - Seite 20, Zeile 2 Seite 15, Zeile 19 - Seite 16, Zeile 2 -----	9,10,16, 17
A	DE 10 2013 217954 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 12. März 2015 (2015-03-12) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0030] - Absatz [0032]; Abbildung 1 -----	1-3,5,6, 8,9, 12-17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/050326

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10319338	A1	18-11-2004	KEINE
DE 19905660	A1	04-05-2000	KEINE
WO 2012146461	A1	01-11-2012	DE 102012202645 A1 31-10-2012 EP 2701955 A1 05-03-2014 US 2014225425 A1 14-08-2014 WO 2012146461 A1 01-11-2012
US 2016009267	A1	14-01-2016	KEINE
WO 2015173134	A1	19-11-2015	CN 106458192 A 22-02-2017 DE 102015206572 A1 19-11-2015 EP 3142905 A1 22-03-2017 KR 20170009857 A 25-01-2017 US 2017072920 A1 16-03-2017 WO 2015173134 A1 19-11-2015
WO 2016000865	A1	07-01-2016	CN 106458176 A 22-02-2017 DE 102015208148 A1 31-12-2015 EP 3160807 A1 03-05-2017 KR 20170020824 A 24-02-2017 WO 2016000865 A1 07-01-2016
DE 102013217954	A1	12-03-2015	DE 102013217954 A1 12-03-2015 WO 2015032637 A1 12-03-2015