

(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
27. Dezember 2018 (27.12.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/233854 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60T 8/40 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/071738

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. August 2017 (30.08.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 113 563.4
20. Juni 2017 (20.06.2017) DE

(71) Anmelder: **IPGATE AG** [CH/CH]; Churerstraße 160a,
8808 Pfäffikon (CH).

(72) Erfinder: **LEIBER, Thomas**; Kirchenstr. 86, 81675 München (DE). **LEIBER, Heinz**; Theodor-Heuss-Straße 34, 71739 Oberriexingen (DE).

(74) Anwalt: **WÜRMSE, LL.M., Julian**; MEISSNER BOLTE PATENTANWÄLTE RECHTSANWÄLTE PARTNERSCHAFT MBB, P.O. Box 86 06 24, 81633 München (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,

(54) Title: BRAKE SYSTEM

(54) Bezeichnung: BREMSSYSTEM

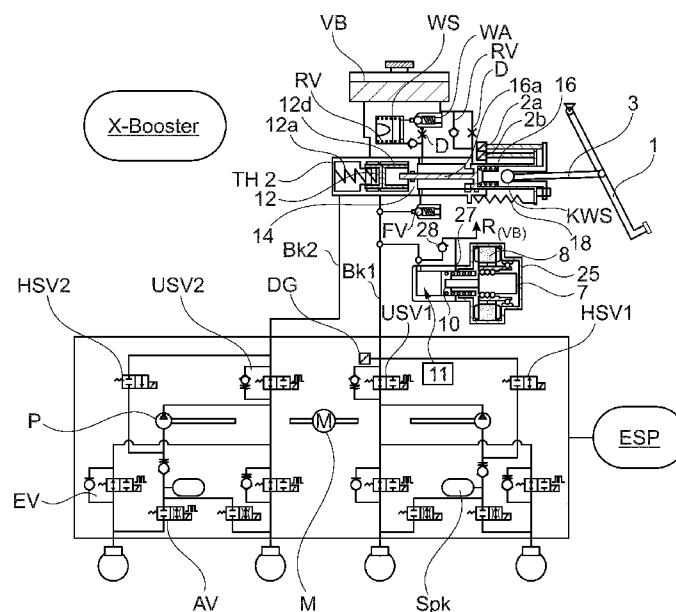


Fig. 1

(57) Abstract: The inventions relate to a brake system comprising: - an actuation device (1), in particular a brake pedal, - a first piston-cylinder unit (TH2) with two pistons (12, 16), in particular an auxiliary piston (16) and a second piston (12), in order to supply brake circuits (Bk1, Bk2) with a pressure medium via a valve device, wherein one of the pistons (16), in particular the auxiliary piston, can be actuated by means of the actuation device (1), - a second piston-cylinder unit (25) comprising an electric motor-powered drive (8), a transmission, and at least one piston (10) in order to supply pressure medium to at least one of the brake circuits (Bk1) via a valve device, and - a motor pump unit (ESP) with a valve device (EV, AV, HSV, USV) in order to supply pressure medium to the brake circuits (Bk1, Bk2). According to the first invention, the brake system comprises a hydraulic travel simulator (WS) which is connected



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)

to a pressure or working chamber of the first piston-cylinder unit (TH2). According to the second invention, the brake system comprises a controller (ECU) by means of which the motor of the electric motor-powered drive (8) of the second piston-cylinder unit (25) and the motor (M) of the motor-pump unit (ESP) can be used together or independently of each other. According to the third invention, a four-wheel blending process is carried out in order to control a recuperation, wherein pressure is controlled via the piston (10) of the second piston-cylinder unit (25) when the valves of the motor-pump unit (ESP) are open. According to the fourth invention, along with the breather hole passage of a line which leads to the storage container (VB), said passage being provided with two seals (D4, D5), the cylinder of the first piston-cylinder unit (TH2) has an additional passage at the level of the second piston (12), said additional passage being provided with an additional seal (D4r) and being connected to the line leading to the storage container (VB).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindungen betreffen ein Bremssystem mit - einer Betätigungseinrichtung (1), insbesondere einem Bremspedal, - einer ersten Kolben-Zylinder-Einheit (TH2) mit zwei Kolben (12,16), insbesondere einem Hilfskolben (16) und einem zweiten Kolben (12), um über eine Ventileinrichtung Bremskreise (Bk1, Bk2) mit Druckmittel zu beaufschlagen, wobei einer der Kolben (16), insbesondere der Hilfskolben, mittels der Betätigungseinrichtung (1) betätigbar ist, - einer zweiten Kolben-Zylinder-Einheit (25) mit einem elektromotorischen Antrieb (8), einem Getriebe und zumindest einem Kolben (10), um zumindest einem der Bremskreise (Bk1) über eine Ventileinrichtung Druckmittel zuzuführen, und - einer Motor-Pumpen-Einheit (ESP), mit Ventileinrichtung (EV,AV, HSV,USV), um den Bremskreisen (Bk1,Bk2) Druckmittel zuzuführen. Gemäß der ersten Erfindung umfasst das Bremssystem einen hydraulischen Wegsimulator (WS), der mit einem Druck- bzw. Arbeitsraum der ersten Kolben-Zylinder-Einheit (TH2) verbunden ist. Gemäß der zweiten Erfindung umfasst das Bremssystem eine Steuerungseinrichtung (ECU), womit der Motor der elektromotorischen Antriebs (8) der zweiten Kolben-Zylinder-Einheit (25) und der Motor (M) der Motor-Pumpen-Einheit (ESP) gemeinsam oder unabhängig voneinander nutzbar sind. Gemäß der dritten Erfindung wird zur Rekuperations-Steuerung ein 4-Rad-Blending erfolgt, wobei eine Drucksteuerung über den Kolben (10) der zweiten Kolben-Zylinder-Einheit (25) bei offenen Ventilen der Motor-Pumpe-Einheit (ESP) erfolgt. Gemäß der vierten Erfindung weist der Zylinder der ersten Kolben-Zylinder-Einheit (TH2) auf Höhe des zweiten Kolbens (12) neben dem mit zwei Dichtungen (D4,D5) versehenen Schnüffelloch-Durchgang einer zum Vorratsbehälter (VB) führenden Leitung einen weiteren Durchgang auf, der mit einer weiteren Dichtung (D4r) versehen ist und der mit der zum Vorratsbehälter (VB) führenden Leitung verbunden ist.

Bremssystem

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Bremssystem gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Stand der Technik

Der Trend zu Fahrzeugen mit autonomem Fahren (AD) bedingt für das Bremssystem einerseits hohe Anforderungen an die Fehlersicherheit und andererseits redundante Funktionen, z. B. für Bremsdruckerzeugung, Spannungsversorgung und Rechnerfunktionen (ECU). Favorisiert werden so genannte 1-Box- und 2-Box-Systeme. Letztere bestehen aus einem elektrischen Bremskraftverstärker (BKV), einem so genannten E-Booster, und einem ESP-System (englisch „Electronic Stability Control System“). Damit wird z. B. die Bremsdruckerzeugung über E-Motor und elektronische Steuer- und Regeleinheit – auch Motorsteuergerät (englisch „Electronic Control Unit“ bzw ECU) - bei E-Booster und Rückförderpumpe mit E-Motor und ECU redundant.

Die bekannten Lösungen haben relativ große Baulängen und ein hohes Gewicht.

In der WO2011/098178 (nachfolgend Variante A bzw. als Folgeverstärker oder e-Booster) ist eine solche Lösung beschrieben mit koaxialem Antrieb, indem ein E-Motor über ein Getriebe und Kolben auf den HZ-Kolben (=Hauptzylinderkolben) wirkt. Die BKV-Steuerung erfolgt über ein elektrisches Glied und Reaktionsscheibe als so genannter Folgeverstärker, der Pedalweg ist eine Funktion des Bremsdruckes und der Volumenaufnahme des Bremssystems, was bei Fading oder Bremskreisausfall lange Pedalwege erfordert.

Die WO2009/065709 (nachfolgend Variante B, bzw. als Folgeverstärker oder e-Booster) zeigt einen E-Booster ebenfalls als Folge-BKV. Hier erfolgt die BKV-Steuerung über Pedalweg und Druck. Eine getrennte Druckversorgung mit E-Motor und Plunger wirkt über den Verstärkerkolben auf den HZ-Kolben.

Die WO2012/019802 (nachfolgend Variante C) zeigt eine Anordnung ähnlich WO2011/098178 mit koaxialem Antrieb, indem ein E-Motor über ein Getriebe und Kolben auf den HZ-Kolben wirkt. Hier ist eine zusätzliche Kolbenzylinderereinheit eingesetzt, welche auf einen Wegsimulatorkolben (WS) wirkt. Damit ist der Pedalweg unabhängig von z. B. Fading und Bremskreisausfall. Der Aufwand und die Baulänge sind jedoch hoch.

Die DE 10 2009 033 499 (nachfolgend auch Variante D) zeigt einen Bremskraftverstärker (BKV) mit zusätzlicher ESP-Einheit mit hydraulischer Betätigung des Verstärkerkolbens und außen liegender Druckversorgung. Diese Anordnung mit vier bzw. fünf Kolben und sechs Magnetventilen (MV) ist aufwändig und in der Baulänge ungünstig. Der nicht hydraulisch wirkende Wegsimulator (WS) liegt innerhalb der dem Hauptzylinder vorgebauten Kolben-Zylinder-Einheit und kann weder gedämpft noch über ein Magnetventil (MV) geschaltet werden.

Alle o. g. Lösungen haben eine redundante Bremskraftverstärkungs (BKV)-Funktion, da bei Ausfall des BKV-Motors die ESP-Einheit mit Pumpe ähnlich den Assistenzfunktionen mit Vakuum-BKV im autonomen Fahrbetrieb die Bremsfunktion gewährleistet.

Bei Ausfall des ESP-Motors funktioniert ABS über die Möglichkeit der Druckmodulation durch den BKV-Motor wie in der WO2010/088920 der Anmelderin beschrieben. Dies ermöglicht jedoch nur eine gemeinsame Druckregelung für alle vier Räder, was keinen optimalen Bremsweg ergibt.

Alle bisher bekannten 1-Box-Systeme haben einen so genannten Wegsimulator (insbesondere für brake-by-wire) wegen der fortschrittlichen Pedalwegcharakteristik.

Aufgabe der Erfindung

Ausgehend vom Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein verbessertes Bremssystem anzugeben.

Insbesondere liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Bremssystem für den Einsatz für autonomen Fahrbetrieb (nachfolgend AD) und/oder E-Fahrzeuge/Hybridfahrzeuge mit zunehmend starker Rekuperationsleistung (Energierückgewinnung durch Bremsen über Generators/ bzw. Antriebsmotor im Generatorbetrieb) zu schaffen. Vorzugsweise wird das Gewicht verringert und/oder die Abmessungen des Systems verkleinert und/oder die Zuverlässigkeit erhöht.

Vorzugsweise soll ein kostengünstiges Bremssystem für den autonomen Fahrbetrieb geschaffen werden, das alle geforderten Redundanzen sowie sehr hohe Sicherheitsanforderung erfüllt.

Erfindungsgemäße Lösung

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

Die Verbesserung zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass der Aufbau des Bremskraftverstärkers sehr wenige sowie einfache Komponenten mit geringen Toleranzanforderungen (z.B. Ventile nur im Offen/Zu-Betrieb) aufweist und damit kostengünstig ist, sehr kurz und schmal baut sowie eine konstante Pedalwegcharakteristik insbesondere bei starker Rekuperation ermöglicht.

Vorteilhafte Ausführungsformen bzw. Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Ansprüchen, der Zeichnung und der Figurenbeschreibung enthalten, auf die an dieser Stelle verwiesen wird.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung bzw. ihren Ausführungsformen bzw. Ausgestaltungen wird ein Bremssystem geschaffen, das eine sehr kurze Bauweise aufweist sowie eine vorteilhafte Pedalcharakteristik.

Insbesondere wird erfindungsgemäß ein 2-Box-System geschaffen, mit einem elektrischen Bremskraftverstärker der an eine Standard-ESP-Einheit über zwei hydraulische Leitungen angeschlossen wird (in folgenden X-Boost und ESP/ABS-Einheit bezeichnet, zusammen 2-Box-System), wobei der Bremskraftverstärker eine Pedalcharakteristik aufweist, welche unabhängig von der Volumenaufnahme des Bremssystems ist und Grad der Rekuperation ist.

Weiterhin wird mit der Erfindung eine kompakte Bauform des Bremskraftverstärkers mit geringem Boxvolumen erreicht, welche sehr kurz und schmal ist und viele Redundanzen, z.B. für Druckerzeugung, elektrische Versorgung, Ausfall Pumpenmotor der ESP-Einheit aufweist und auch bei Ausfall der ESP-Einheit eine ABS-Funktion mit reduzierter Leistungsfähigkeit beinhaltet. Die ABS-Funktion sollte im Notbetrieb ohne ESP zumindest eine achsweise individuelle Regelung zur Verbesserung des Bremswegs umfassen („Select-low“-Druckregelung).

Die Einbauräume im Aggregaterraum werden immer kleiner, daher sollten die Abmessungen des Bremsaggregats, insbesondere im Breiten- und Längenmaß, möglichst klein sein. Diese kompakte Bauweise ist einerseits möglich durch Entkopplung des Hauptzylinder(HZ)-Kolbens vom Motorantrieb und andererseits durch einen speziellen kurzbauenden Hauptzylinder (HZ) nach der WO2016/023994 der Anmelderin auf die hier insoweit Bezug genommen wird mit parallel angeordneter Druckversorgung (nachfolgend Druckversorgung oder DV) bestehend aus E-Motor mit Kolbenantrieb.

Die Druckversorgung (DV) wirkt nur bis zur Radblockiergrenze 80 bis 100 bar. Für höhere Drucke (z.B. bei Fahrerassistenzfunktionen) wird die Pumpe des ESP-Aggregats eingeschaltet. Dies kann bei der erfindungsgemässen Lösung im Vergleich zu Variante A des eingangs beschriebenen Standes der Technik daher realisiert werden, da die ESP-Pumpen-Funktion keinen Einfluss auf das Pedalgefühl hat, da das Bremspedal entkoppelt ist.

In der Pedalcharakteristik sollte eine Rückwirkung von der Volumenaufnahme, z. B. bei Bremskreisausfall, ausgeschlossen werden. Andererseits sollte die Möglichkeit bestehen, eine gewollte Pedalrückwirkung zu erzeugen, z. B. bei Einsatz der ABS-Funktion eine kleine Pedalbewegung, ggf. auch intermittie-

rend. Auch können Fehler, z. B. Bremskreisausfall, durch Pedalbewegung parallel zur Warnlampe angezeigt werden.

Zum Pedalwegsimulator sind verschiedene Lösungen denkbar. Im gesamten Druckbereich (150 bis 200) bar soll der Pedalwegsimulator eine gute Pedalwegcharakteristik liefern, z. B. bis zu 30 bar mit flacher Kennlinie und anschließend progressiv ansteigend ohne Einfluss, ob der X-Boost oder die ESP-Einheit den Druck liefert. In der Ausführung des E-Boosters als Folgeverstärker (**Variante A** nach Stand der Technik) ändert sich beim Übergang von E-Booster zu ESP die Pedalkraftkennlinie sehr deutlich und erfordert für den hierfür notwendigen PWM-Betrieb der Ventile viel Softwareaufwand. Dies ist bei der erfindungsgemäßen Lösung nicht der Fall, da der Betrieb der ESP-Pumpe keinen Einfluss auf die Pedalcharakteristik hat, da das Pedal über den Wegsimulator entkoppelt ist.

Zur Reduzierung des Bauvolumens kann im flachen Teil der Pedalwegkennlinie die Rückstellfeder (18) eingesetzt werden, so dass das Volumen im Kolben-Wegsimulator kleiner ist und nur noch dem progressiven Teil der Kennlinie entspricht, wie auch in WO2013/072198 des Anmelders dargestellt, auf die insoweit hier Bezug genommen wird.

Eine weitere Möglichkeit zur Realisierung eines Pedalwegsimulators besteht in einem THZ (= Tandemhauptbremszylinder) mit Stößel ohne Kolbenwegsimulator wie dies in der WO2016/023994 der Anmelderin, auf die hier insoweit Bezug genommen wird, beschrieben bzw. dargestellt ist. Hier wirkt der vom Pedalweg abhängige Steuerdruck zum BKV auf den Stößel und erzeugt so die Pedalrückwirkung.

Abhängig von der Pedalstellung wird von dem Kolben der Druckversorgung ein Druck auf den SK-Kolben des Hauptbremszylinders (T)HZ geleitet, wodurch der Bremsdruck entsteht. Die Druckversorgung besteht aus einem E-Motor, der über eine Spindel den Kolben antreibt. Als Getriebe können sowohl ein Kugelgewindetrieb (KGT) als auch eine Trapezspindel mit Mutter eingesetzt werden. Letztere ist kostengünstiger und geräuscharm, hat aber einen schlechteren Wirkungsgrad und ist selbsthemmend. Das Letztere hat den Vorteil, dass bei Ausfall der Druckversorgung DV, z. B. des Motors, der Kolben in der Stel-

lung verharret, so dass keine Volumenzunahme im Bremskreis unter Bremsdruckeinfluss entsteht.

Beim Kugelgewindetrieb (KGT) muss für diesen Ausfall ein zusätzliches Schließventil eingesetzt werden. Das Ansaugen der Flüssigkeit aus dem Vorratsbehälter (VB) erfolgt über ein Saugventil oder über die Kolbenmanschetendichtung mit Schnüffelloch wie bei einem Hauptzylinder (HZ).

Der Zugang zum Kolbenwegsimulator kann mit einem Magnetventil (WA) geschlossen werden, da bei Ausfall der Druckversorgung (DV) die Pedalkraft auf den Hauptzylinder (HZ) wirkt und somit Bremsdruck in der so genannten Rückfallebene (RFE) erzeugt. Ohne das Ventil (WA) würde der Pedalweg in der Rückfallebene (RFE) durch die Volumenaufnahme des Kolbenwegsimulators (WS) verlängert werden.

Da durch die Zusammenschaltung von X-Boost und ESP-Einheit zwei redundante Systeme zur Druckerzeugung mit redundanter Spannungsversorgung vorliegen, wirkt die Rückfallebene (RFE) nur beim Abschleppen, eigentlich nur zum Tiefladen, z. B. für den Fall, dass das Getriebe des Fahrzeugs blockiert sein kann. Diese Fakten erlauben größere Freiheitsgrade in der System- und Kolbengestaltung, z. B. Einsparung eines WA-Magnetventils.

X-Boost und ESP-Einheit haben in einer Ausführungsform getrennte Spannungsversorgungen, z. B. ESP wird an 12V-Batterie angeschlossen und X-Boost an DC/DC-Konverter eines Mehrspannungsbordnetzes angeschlossen. Alternativ können sowohl X-Boost als auch ESP-Einheit sowohl an 12V-Batterie und DC/DC-Converter angeschlossen werden. Damit haben beide Module des Bremssystems der 2-Box jeweils eine redundante Stromversorgung.

Gegenüber der Variante A Stand der Technik haben einige der erfindungsgemäßen Lösungen noch weitere Vorteile:

- I. Bei Bremskreisausfall gibt es keinen Pedaldurchfall;
- II. Bei Ausfall ESP-Motor kann auch der Druck achsweise gesteuert werden, was eine erhebliche Bremswegverkürzung ermöglicht;

- III. Viele Fahrerassistenzfunktionen sind im X-Boost umsetzbar und können mit höherer Präzision umgesetzt werden als in der ESP-Einheit;
und/oder
- IV. Rekuperationssteuerung ist einfacher, leiser und genauer durch Steuerung über die DV als über Einlass- und Auslassventile und der Pumpe der ESP-Einheit.

Pedaldurchfall I) kann dadurch vermieden werden, da eine Undichtheit in dem System keine Auswirkung auf das Pedalgefühl hat, da der Wegsimulator entkoppelt ist. Im Gegensatz zur erfindungsgemäßen Lösung wirkt sich z.B. bei Variante A und B eine Undichtheit im System unmittelbar auf das Pedalgefühl aus, sodass im schlimmsten Fall sich plötzlich der Pedalweg verlängert und die Veränderung vom Fahrer nicht beherrschbar ist und zu Unfällen führt.

Die individuelle Druckregelung II) von Achsen ist durch die erfindungsgemäße Lösung dadurch möglich, weil bei Ausfall des ESP-Motors der E-Motor der Druckversorgung DV des X-Boost die Druckregelung übernimmt und die Druckregelung keinen Einfluss auf das Pedal hat. Dadurch gibt es im Gegensatz zu Folgeverstärkerlösungen (Variante A und B) wesentlich mehr Freiheitsgrade. Dazu wird die Drucksteuerung der Erfindung über den Kolbenweg und Motorstrom gemäß (DE 10 2005 018649 der Anmelderin) und Druckgradientenregelung (DE 10 2005 055751 der Anmelderin), auf die hier insoweit Bezug genommen wird, für eine hochpräzise Drucksteuerung eingesetzt, die mit Pulsweiten-Modulation- (PWM) -Steuerung von Ventilen der ESP-Einheit nicht erreicht werden kann.

Die Systementkopplung (Pedal vom System) hat auch bei der Umsetzung von III) Fahrerassistenzfunktionen eine hohe Bedeutung, wie weiter unten näher beschrieben ist.

Der Rekuperationssteuerung (IV) kommt durch die zunehmende Hybridisierung und Verbreitung von E-Fahrzeugen eine zunehmende Bedeutung zu. Abhängig von der möglichen Generatorbremswirkung und der geforderten gesamten Bremswirkung vom Fahrer wird der Bremsdruck variiert. Man spricht hier vom Bremsdruck-Blending.

Die Rekuperationssteuerung (IV) bei einer der erfindungsgemäßen Lösungen wird z.B. beim 4-Rad-Blending ausschließlich über die Kolbenwegsteuerung der Druckversorgung DV durchgeführt. Entsprechend der Verzögerungswirkung des Generators des Fahrzeuges oder im Generatorbetrieb betriebenen Antriebmotors eines E-Fahrzeuges wird ein entsprechender Bremsdruck eingestellt durch Verstellung des Kolbens, damit die Summe der hydraulischen Bremskraft und der Bremswirkung durch den Antriebsmotor die gewünschte Gesamtverzögerungskraft ergibt.

Dies ist völlig variabel möglich, da die Druckstellung der Druckversorgung DV des X-Boost keine Auswirkung auf das Pedalgefühl hat. Dies hat erhebliche Vorteile insbesondere gegenüber der Variante A und B des Standes der Technik, bei der durch die Kopplung zwischen Pedal und HZ-Volumen in die Speicherkammern der ESP-Einheit abgelassen werden muss, um bei gleichbleibenden Pedalgefühl eine reduzierte Verzögerung zu erzielen. Dafür ist ein Eingriff in ESP erforderlich und eine sehr aufwändige Steuerung der Auslassventile der ESP-Einheit erforderlich. Zudem können bei einigen der erfindungsgemäßen Lösungen unterschiedliche ESP-Varianten für unterschiedliche Bremskreisverteilung (diagonal und parallel/achsweis Bremskreise, Heck- und Frontantriebe) vermieden werden, da die Steuerung ausschließlich über den Kolben erfolgt, unabhängig von der Bremskreisaufteilung und der Antriebsart. Insbesondere ergeben sich auch folgende Vorteile des X-Boost bei der Rekuperation. Eingie der erfindungsgemäßen Lösungsansätze weisen gegenüber dem Stand der Technik folgende Vorteile im Pedalgefühl auf:

- Keine Änderung im Pedalgefühl durch Blending
- Keine Änderung im Pedalgefühl durch Änderungen im Bremssystem (z.B. Änderungen im Bremslüftspiel, Änderungen in der PV-Kennlinie)

Beim Blending ergeben sich zusammenfassend folgende Vorteile:

- Präzise Einstellung der Bremsdrücke, auch bei schnellen Änderungen des Drehmomentes des Generators => Einfache Punktbremungen;
- Keine wahrnehmbare Geräusche, z.B. durch Schalten von Ventilen in der ESP-Einheit;
- Blending im gesamten Fahrzeugverzögerungsbereich;

- Erheblich einfachere Software für Blending als beim herkömmlichen E-Booster;
- Bremskraftverteilung beliebig darstellbar, bis zur Radblockiergrenze. Dadurch sind ESP-Eingriffe zur Fahrzeugstabilisierung, vor allem auf rutschigen und unebenen Fahrbahnen, und Unterbrechungen der Rekuperation mit komplexer Umschaltung von Rekuperation zur rein hydraulischen Bremsung und umgekehrt, vermeidbar;
- Änderungen an den Rad-Bremsen (z.B. Druck-Volumen-Kennlinien oder p-V-Kennlinien) an der nicht angetriebenen Achse haben keinen Einfluss auf die hydraulische Bremsung;
- Keine zusätzlichen Komponenten zur Aufnahme von Hydraulikflüssigkeit erforderlich (z.B. kein "smart actuator");
- Keine härtere Rückstellfeder für das Pedal erforderlich (wichtig für $P_{\max}$ in der RFE); und/oder
- Änderungen in der PV-Kennlinie des Bremssystems werden diagnostiziert.

In bekannten Systemen nach Variante A mit Folgeverstärker ist der Pedalweg eine Funktion der Volumenaufnahme. Damit die Pedalwege im Normalbetrieb nicht groß werden, ist eine angepasste Dimensionierung des Hauptzylinders HZ für unterschiedliche Fahrzeugtypen mit unterschiedlich großem Kolbendurchmesser erforderlich. Dies führt bei Systemausfall in der Rückfallebene RFE bei gleichem Pedalweg zu hohen Pedalkräften bei Bremsanlagen mit größerer Volumenaufnahme. Entsprechend den Vorschriften der ECE-13H ist bei einer maximalen Fußkraft von 500 N eine Fahrzeugverzögerung von mindestens 0,24-0,3 g vorgeschrieben.

Einige der erfindungsgemäßen Lösungen ermöglichen den Einsatz eines kleinen Hilfskolbendurchmessers im Vergleich zum SK-Kolben und damit höhere Bremsdrücke in der Rückfallebene RFE bei 500 N Fußkraft. Weiterhin kann bei Bremsfading das Volumen in den Bremskreisen noch erhöht werden, indem die DV nachfördert. Dieses zusätzliche Volumen muss von dem SK-Kolben in den Schwimmkreis übertragen werden können, entweder durch einen größeren Durchmesser des SK-Kolbens als der Hilfskolben oder durch einen größeren Hub des SK-Kolbens.

Die Steuerung des BKV erfolgt in einer Ausführungsform gemäß DE 10 2005 018649 und DE 10 2005 055751 der Anmelderin, auf die hier insoweit Bezug genommen wird, über den Kolben der Druckversorgung DV, indem über eine BKV-Kennlinie als Funktion des Pedalwegs ein Druck im Bremskreis eingesteuert wird. Der Druck wird im ESP-Gerät gemessen und von der Druckversorgung DV über einen entsprechenden Kolbenweg bereitgestellt. Bei Drucksensorausfall steht dieses Drucksignal nicht zur Verfügung. Der Drucksensorausfall wird von der Druckversorgung DV erkannt über Auswertung der Druckvolumenkennlinie (p-V-Kennlinie). Hier fehlt zum Kolbenweg der entsprechende Druckwert.

Hier kann auch als Ersatz der Druckmessung die Strommessung des DV-Motors eingesetzt werden. Generell ist auch denkbar, nur die Strommessung einzusetzen. Für die entsprechende Genauigkeit für Druckaufbau und -abbau muss in die Kennlinie der Druckversorgung DV (Kolbenweg und Druck alternativ Strom) die Hysterese durch die Reibungskräfte im Antrieb mit eingerechnet werden, ggf. mit Korrekturwerten, z. B. durch Korrelation des Stroms mit der Fahrzeugverzögerung.

Beschreibung der Figuren:

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung und ihren Ausgestaltungen.

Es zeigen:

Fig. 1: Gesamtsystem X-Boost mit ESP;

Fig. 1a: Hauptzylinder THZ mit Druckversorgung DV und Kolbenwegsimulator KS;

Fig. 1b: eine beispielhafte Detailausführung der ersten Kolben-Zylinder-Einheit;

Fig. 2: Pedalcharakteristik;

Fig. 3: Hauptkomponenten des Systems.

Fig. 1 zeigt ein Prinzipschaltbild des Bremssystems mit einer Betätigungseinrichtung, insbesondere Bremspedal 1, einer ersten Kolben-Zylinder-Einheit THZ, die mittels der Betätigungseinrichtung betätigbar ist, einer zweiten Kolben-Zylinder-Einheit mit einem elektromotorischen Antrieb und einem Getriebe (nachfolgend auch X-Boost bzw. Verstärker) und einer ABS/ESP-Einheit. Die ABS/ESP-Einheit ist bekannt mit den Hauptkomponenten Pumpe P mit Motor M, den Ventilen HSV1 und HSV2, USV1 und USV2, den Radbremsen zugeordnete Einlass- und Auslassventile EV und AV, und Speicherkammer (SpK). In vielen Publikationen und Patentanmeldungen ist dieses System beschrieben. Es ist bereits als E-Booster auf dem Markt und wird vor allem in E- und Hybrid-Fahrzeugen eingesetzt, weil hier die Steuerung des Bremssystems in Zusammenwirken mit dem Bremsmoment des Generators, d. h. Rekuperation erfolgt. Hier können bekanntlich sowohl der E-Booster als auch die Elemente des ESP mitwirken, insbesondere bei der Pedalcharakteristik. Ein weiteres Einsatzgebiet sind Fahrzeuge mit autonomem Fahren. Hier steht die Fehlersicherheit und Redundanz der Funktionen im Vordergrund, wie z. B. Druckversorgung und ABS-Funktion. Der Hauptunterschied im Systemaufbau liegt bei dem neuen Konzept X-Boost. Dieser besteht aus einem speziellen Hauptzylinder HZ mit Wegsimulator WS und Druckversorgung DV, welche parallel oder senkrecht zum Hauptzylinder HZ angeordnet ist, um eine kurze Baulänge zu erzielen, siehe auch Fig. 3.

Der Hauptzylinder HZ besteht im Wesentlichen aus einem Hilfskolben (HiKo) 16 und einem Schwimmkolben (SK-Kolben) 12 mit Rückstellfeder 12a. Der Hilfskolben 16 ist mit einem Stößel 16a verbunden, welcher durch eine Trennwand 14 mit Dichtung in den Druckraum 12d wirkt. Von Stößelende zu SK-Kolben ist ein Abstand von ca. 50 % des Hubes des Hilfskolbens (HiKo) 16. Der Stößel (16a) hat eine signifikant kleinere Querschnittsfläche als die Kolben der ersten Kolben-Zylinder-Einheit ($>$ Faktor 5 kleiner) und trägt unwesentlich zum Druckaufbau bei und zur Drucksensierung im Bremskreis dient und diese Kraft auf das Bremspedal überträgt und somit eine haptische Rück-

meldung auf das Bremspedal insbesondere beim ABS-Betrieb und/oder Fading erzeugt.

Im Normalfall wird zu Beginn der Bremsung ein Ventil FV geschlossen, und der Hilfskolben HiKo wirkt auf den Wegsimulator WS, dessen Funktion und Varianten später beschrieben werden. Der Hilfskolben HiKo hat zwei Funktionen: für den Normalbetrieb und für eine Rückfallebene bei Ausfall der Druckversorgung DV. Im ersten Fall, der Normalbetrieb, speist er den Wegsimulator WS bei geschlossenem Ventil FV, und der Pedalweg ist das Eingangssignal für die Druckversorgung DV. In der Rückfallebene, bei Ausfall der Druckversorgung DV, speist er auch den Wegsimulator WS bei geschlossenem Ventil FV, jedoch ist der Pedalweg nun das Eingangssignal für den ESP-Booster.

Bei Betätigung des Bremspedals 1 mit Pedalstößel 3 werden gleichzeitig redundante Pedalwegsensoren 2a / 2b aktiviert. Diese können zusätzlich über ein elastisches Glied KWS entkoppelt werden, wie dies in der DE 11 2011 103274 der Anmelderin, auf die hier insoweit Bezug genommen wird, beschrieben ist.. Vorteile sind einerseits Erkennung wenn der Hilfskolben (HiKo) 16 blockiert ist, und andererseits liefert der Differenzweg der Sensoren bei blockiertem Hilfskolben (HiKo) 16 ein Steuersignal für eine Hilfsbremsung. Das elastische Glied kann auch Bestandteil der Federcharakteristik des Wegsimulators WS sein. Der Hilfskolben (HiKo) 16 hat eine normale Schnüffellochbohrung eines THZ-Kolbens, die mit dem Vorratsbehälter VB verbunden ist. Bekanntlich fällt ein Bremskreis aus bei Ausfall der Primärdichtung. Dies kann vermieden werden durch Einsatz eines Rückschlagventils RV, welches zum Entlüften gebraucht wird und einer Drossel in der Verbindungsleitung zum VB. Die Drossel ist so dimensioniert, mit kleiner Durchflussmenge, dass die Pedalcharakteristik bei Ausfall der Dichtung nicht wesentlich verändert wird (3 mm Pedalweg in 10 s) und noch diagnostiziert werden kann. Dieselbe Anordnung kann auch beim Schwimmkolben (SK) 12 eingesetzt werden (nicht eingezeichnet), welche den Ausfall beider Dichtungen unkritisch macht. Alternativ kann auch in der Rückführleitung ein stromlos offenes Magnetventil eingesetzt werden, welches nach Pedalbetätigung oder Diagnose schliesst. Diese gilt für beide Kolben des HZ (Hilfskolben HiKo und den zweiten Kolben SK).

Der Wegsimulator WS kann verschieden ausgestaltet werden. Die gezeichnete Gestaltung entspricht dem Stand der Technik, der in verschiedenen Patentanmeldungen beschrieben ist, bestehend aus einem WS-Kolben mit Federkombinationen, welche als Funktion des Pedalhubs die Pedalwegcharakteristik ergeben. Das Ventil RV dient hierbei zum schnellen Druckabbau P_{ab} aus dem Wegsimulator WS, falls das Pedal sehr schnell gelöst wird, und die Drossel D zum gewünschten gedrosselten Druckaufbau P_{auf} mit der entsprechenden Pedalcharakteristik. Zusätzlich kann der Wegsimulator WS über das Ventil WA abgeschaltet werden. Dies ist notwendig bei nicht redundanten Systemen in der Rückfallebene (RFE), damit das Aufnahmevermögen des Wegsimulators WS das Fördervolumen des Hilfskolbens HiKo zum Bremskreis BK1 und Druckraum 12d nicht beeinträchtigt. Bei diesem System (Fig. 1) wirkt bei Ausfall des X-Boost das ESP redundant, bei dem die ESP-Pumpe über den Hauptzylinder THZ und die Druckversorgung DV Volumen aus dem Vorratsbehälter ansaugt. Somit kann auf das Ventil WA verzichtet werden. Eine weitere Version wird in Fig. 1a beschrieben. Der Hilfskolben (HiKo) 16 mit Pedalstößel 16a wird von der Pedalrückstellfeder 18 nach Bremsbetätigung in die Ausgangsstellung bewegt.

Zur BKV-Funktion wird die Druckversorgung bzw. DV benötigt. Diese besteht aus einem EC-Motor 8, welcher über eine Spindel 7 und Mutter einen Kolben 10 bewegt und Druckmittel in den Bremskreis BK1 und in den Druckraum 12d fördert. Die Bemessung des Volumens wird aus der BKV-Steuerung abgeleitet, welche aus Pedalweg $2a / 2b$ über die BKV-Kennlinie einen Druck einsteuert, der vom Druckgeber DG im ESP gemessen wird. Alternativ kann anstelle des Druckes auch der Motorstrom, über einen Shunt gemessen, eingesetzt werden. Zur Verbesserung der Genauigkeit der Drucksteuerung über die Strommessung benötigt dieser die Erfassung der Reibungsverluste im P_{auf} und P_{ab} in einem Kennfeld, ggf. zusätzlich verbessert durch Korrekturfaktoren, z. B. durch Vergleich mit der Fahrzeugverzögerung. Dies wird vor allem wichtig, wenn beim Spindelantrieb nicht ein Kugelgewindetrieb KGT, sondern eine Trapezspindel mit z. B. Kunststoffmutter eingesetzt wird.

Der Kolben 10 hat in der Ausgangsstellung ein Schnüffelloch 27 wie beim Hauptzylinder THZ. Das Ansaugen des Volumens kann über die Manschetten

erfolgen oder über ein Saugventil (SV) 28, welches einen geringeren Unterdruck zum Öffnen braucht und temperaturunabhängig ist.

Bei Verwendung eine Trapezspindel verharzt infolge der Selbsthemmung der Kolben in der Stellung, bei der der Motorantrieb nicht mehr wirkt.

Die Dimensionierung der Druckversorgung DV kann so gestaffelt werden, dass der Vollhub des DV-Kolbens der Volumenaufnahme von Bremskreis BK2 bzw. des Hubes vom SK-Kolben 2 entspricht. Für größere Volumenaufnahmen kann der SK-Kolben größer im Durchmesser und auch im Hub gestaltet werden. Die Druckversorgung DV wiederum kann im Volumen (Kolben und Hub) dementsprechend oder kleiner gestaltet werden, indem das fehlende Volumen durch Nachfördern mit Kolbenrückhub über das Saugventil SV ermöglicht wird. Hierzu ist ein stromlos geschlossenes Magnetventil PD1 erforderlich, welches in Fig. 1 nicht eingezeichnet ist (siehe Fig. 1a). Zum vollen Volumenausgleich bei Druckabbau P_{ab} muss der Kolben in die Ausgangsstellung mit offenem Schnüffelloch bewegt werden. Das Saugventil 28 und das Schnüffelloch 27 sind mit dem Rücklauf zum VB verbunden. Alle Komponenten der Druckversorgung DV sind in einem Gehäuse 25 zusammengefasst.

Der Druckaufbau P_{auf} und Druckabbau P_{ab} im Bremskreis BK1 und Bremskreis BK2 erfolgt über die BKV-Steuerung und Pedalwegsensoren, und dementsprechend bewegt sich der Kolben der DV. Im Normalfall fördert der X-Boost Volumen in die Bremskreis BK bis zur Blockiergrenze 80-120 bar. Bei höheren Drücken wird die ESP-Pumpe eingeschaltet und erzeugt einen Druckaufbau auf ca. 200 bar mit entsprechend geringerer Leistung und somit langsamer als der Druckaufbau mit dem X-Boost. Dies ist zulässig, da der Druckaufbau bis 200 bar nur für Fading-Fälle relevant ist und nicht so schnell erfolgen muss wie der Druckaufbau bis zum Blockiergrenze (z.B. für die Umsetzung von Notbremsfunktionen) Die ESP-Pumpe wird somit auf 200 bar aufgelegt, der X-Boost auf 80-120 bar.

Fällt die Druckversorgung DV während eines Bremsvorgangs aus, dann wird der DV-Kolben unter Druck im Bremskreis BK1 zurückgedrückt, so dass der Bremsdruck komplett abgebaut werden kann. Wird ein selbsthemmendes Getriebe für den DV-Kolben verwendet (Trapezspindel mit Kunststoffmutter), so

ist ein derartiger Druckabbau nicht möglich. Für diesen Fall ist ein stromlos geschlossenes Magnetventil AV in Bremskreis BK1 mit Verbindung zum Vorratsbehälter vorgesehen (nicht eingezeichnet) oder in Verbindung vom Schnüffelloch des Hiko zum Vorratsbehälter VB.

Bei Ausfall beider elektronischen Steuer-bzw- Regeleinheiten (ECU) vom X-Boost und ESP, was sehr selten vorkommt, wird in der Rückfalleben RFE vom Hilfskolben (HiKo) 16 Volumen durch das geöffnete Ventil FV in den Bremskreis BK1 und in den Hauptzylinder HZ auf der Rückseite des SK-Kolbens gefördert und der Bremsdruck erhöht, wobei der Bremsdruck im Hauptzylinder HZ den SK-Kolben verschiebt und den Druck in Bremskreis BK2 erhöht. Damit dieses Volumen nicht durch das geöffnete Schnüffelloch der DV entweicht, ist ein stromlos geschlossenes Magnetventil PD1 vorgesehen (in Fig. 1 nicht eingezeichnet, siehe Fig. 1a).

Funktion bei Bremskreis (BK)-Ausfall

Der Ausfall von einem Bremskreis wird von der Druckversorgung DV erkannt durch Vergleich der p-V-Kennlinie des Bremssystems, welche in gewissen Abständen im Rahmen eines Diagnosezyklus in einem Kennfeld abgelegt ist. Wenn z. B. der Kolbenhub / Volumen größer als der Normwert ist, ist entsprechend Luft im Bremskreis BK oder ein Leck. Dies kann über die p-V-Kennlinie identifiziert werden. Bei Leck kann durch nacheinander Schließen von den 4 Ventilen EV das Leck identifiziert werden, sofern sich dieses außerhalb der Aggregate z. B. im Radzylinder befindet. Ist dies z. B. im Bremskreis BK1 der Fall, so werden die Ventile EV des Bremskreises BK1 geschlossen. Die Druckversorgung DV wirkt dann über den SK-Kolben in den Bremskreis BK2 (entsprechende Beschreibung der Diagnoselogik in den Patentanmeldungen DE 10 2015 106 089.2 und 10 2016 112 971.2, auf die hier insoweit Bezug genommen wird). Wirkt dies nicht, so erfolgt ein Ausfall der Druckversorgung DV, damit auch der Bremskraftverstärkung BKV. In diesem Fall wirkt dann die ESP-Pumpe als Bremskraftverstärker BKV im Bremskreis BK2.

Ausfall von Bremskreis BK2 hat keinen Ausfall der Druckversorgung DV zur Folge, da der Schwimmkolben SK ein wichtiges Sicherheitstor mit Trennung der Bremskreise BK1 und BK2 darstellt.

In beiden Fällen bleibt die Pedalcharakteristik erhalten und es erfolgt kein Pedaldurchfall.

ABS-Funktion bei Ausfall der Pumpe / Motor bei ESP.

Wenn das ABS-Signal zum Druckabbau P_{ab} erfolgt, korrigiert die DV-Steuerung den Bremsdruck, um ein Blockieren der Räder zu verhindern. Ein entsprechender Druckabbau P_{ab} in beiden Bremskreisen ist notwendig, um das Blockieren eines Rades aus einem der beiden Bremskreise zu verhindern. Das bedeutet aber keine optimale Bremswirkung. Dies kann aber verbessert werden.

Zum Beispiel kann beim Radblockieren mit entsprechendem Druckabbau P_{ab} in einem Bremskreis der andere Bremskreis durch Schließen des Ventils USVs kein Druckabbau P_{ab} erfahren. Dies kann optimiert werden mit individueller Radregelung durch Modifikation der Ventile EV ohne paralleles Rückschlagventil RV wie in der Patentanmeldung DE 11 2009 004636 (E112) auf die hier insoweit Bezug genommen wird) beschrieben.

Fig. 1a zeigt die Hauptzylinder (HZ)-Anordnung von Fig. 1 mit Änderungen in der Wegsimulator WS-Ventilschaltung. Der Wegsimulator WS hat das stromlos geschlossene WA-Ventil als Bypassventil. Der Kolben-WS hat entsprechend Fig. 2 die Aufgabe entsprechend der Pedalcharakteristik, ein Volumen mit einer entsprechenden Gegenkraft (Druck) auf den Hilfskolben (Hiko) 16 aufzunehmen, was Kosten und Baugröße verursacht. Die Pedal- und WS-Charakteristik ist im unteren Druckbereich flach. Es bietet sich an, hier die Rückstellfeder 18 zu verwenden, was ca. 40 % des Volumens des WS ausmacht, dementsprechend wird der WS-Kolben kleiner. Das Ventil WA wird bei Beginn der Bremsung geöffnet. Dies hat zur Folge, dass nach einem bestimmten Pedalhub nach Ende von Bereich A (siehe Fig. 2) das Ventil WA geschlossen wird, damit der progressivere Teil B + C eingeschaltet wird.

Die Druckversorgung DV hat hier ein zusätzliches stromlos geschlossenes Magnetventil PD1. Dieses ist notwendig, wenn in der Rückfallebene RFE der DV-Kolben unter Druck zurückgeschoben wird und dem Bremskreis BK1 und BK2 das entsprechende Volumen verloren geht. Dies kann zwar durch das große Volumen des Hilfskolbens HiKo kompensiert werden, was aber eine negative Auswirkung auf die Pedalcharakteristik hat. Gerät der DV-Kolben in die Ausgangsstellung, dann öffnet das Schnüffelloch, und Bremsflüssigkeit fließt ab in den Vorratsbehälter. In der Rückfallebene RFE wird das Ventil PD1 geschlossen. Bei ESP-Eingriffen bzw. ESP-Boost kann das Ventil PD1 wieder geöffnet werden.

In dem Bereich A (Fig. 2) kann während der Bremsung nicht entdeckt werden, ob das Ventil WA eine Leckage aufweist. Deshalb ist eine regelmäßige Diagnose vorgesehen, z.B. am Ende der Bremsung, bei der die Druckversorgung DV durch die geöffneten Ventile PD1 und FV den Raum des Hilfskolbens mit Druck beaufschlagt. Das Ventil leckt nicht, wenn bei konstanter Position des DV-Kolbens der Druck nicht kleiner wird.

Wenn während der Bremsung die ECU des X-Boosts ausfällt, dann muss der ESP-Booster die Funktion der Bremskraftverstärkung BKV übernehmen. Dazu muss das ESP Volumen aus dem Vorratsbehälter VB ansaugen können und am Ende der Bremsung wieder an den Vorratsbehälter VB abgeben können. Bei ECU-Ausfall ist das Ventil PD1 aber geschlossen, so dass die Verbindung zwischen ESP und Vorratsbehälter VB durch das Schnüffelloch der Druckversorgung DV unterbrochen ist. Bei redundanter Stromversorgung der ECU wird dieser Ausfall sehr selten vorkommen. Ist die ESP-Booster trotzdem erforderlich, so kann ein stromlos geschlossenes Magnetventil (nicht eingezeichnet) zwischen Bremskreis BK1 und Vorratsbehälter VB vorgesehen werden (Ventil AV, siehe Beschreibung von Fig.1).

In einem Ausführungsbeispiel ist im Zylinder des Schwimmkolbens SK 12 eine Dichtung D4 angordnet.

Fig. 1b zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des Zylinders, in dem beim Schwimmkolben SK 12 eine weitere Dichtung D4r als Redundanz zur Dichtung D4 vorgesehen ist. Fällt diese Dichtung aus, so folgt ein Ausfall des Bremskrei-

ses BK1 und der Druckversorgung DV. In diesem Fall übernimmt die ESP-Einheit die Aufgabe der Druckversorgung, d.h. Druckverstärkung. Dies kann vermieden werden durch die weitere Dichtung D4r deren Verbindung zum Vorratsbehälter wie beim Hilfskolben (HiKo) 16 mit einer Drossel versehen wird. Ein Ausfall dieser Dichtung hat bei dem geringen Leckfluss durch die Drossel keinen Ausfall des Bremskreises BK1 bzw. der Druckversorgung DV zur Folge. Ausserdem ist mit dieser Anordnung vorteilhaft eine Diagnose möglich.

Fig. 2 zeigt die Pedalcharakteristik über dem Pedalweg S_p . Im Bereich A verläuft der Kraftanstieg mit Kurve 1 relativ flach bis ca. 30 bar Bremsdruck, was ca. 85 % aller Bremsungen entspricht. Dieser Verlauf kann auch über die Pedalrückstellfeder erfolgen. Anschließend wirkt der progressivere Teil B bis zur Blockiergrenze, danach kommt der Bereich höherer Drücke, z. B. bei Fading. Hier soll der Fahrer auch spüren, dass eine Veränderung im Bremssystem stattfand.

Kurve 1 entspricht dem X-Boost mit Wegsimulator WS. Ohne WS, d.h. mit Folgeverstärker, ergibt sich Kurve 2, bei der der Pedalweg abhängig vom Entlüftungszustand oder Fading ist. Dementsprechend ist eine nicht dargestellte Streuung zu 2a vorhanden, bei Bremskreis (BK)-Ausfall noch extremer. Beim herkömmlichen e-Booster erfolgt bei x eine Umschaltung des BKV von E-Booster auf ESP-Booster. Hierbei ändert sich die Pedalcharakteristik. Ohne Einfluss auf die BKV-Steuerung würde bei gleichem Druck und Pedalkraft das Pedal mit Hauptzylinder (HZ)-Kolben weiteres Volumen zur ESP-Pumpe fördern, bis der Druck in den Radzylindern ihre Zielwerte erreicht haben, und das Volumen durch überströmen der Ventile USVs wieder dem Hauptzylinder HZ zurückgeführt wird.

Eine geänderte Pedalcharakteristik bei größerem Pedalweg wird hier durch Reduzierung des Verstärkungsfaktors des X-Boost erzielt, was das skizzierte Streuband zur Folge hat. Zusätzlich können noch die Ventile HSV1 und HSV2 moduliert werden.

Hier verhält sich der erfindungsgemäße x-Boost mit Wegsimulator WS wie Kurve A mit entsprechend progressivem Kraftanstieg als Funktion des Pedalhübes.

Pedalrückwirkung bei ABS

Bei der ABS-Funktion ändert sich der von der DV gelieferte Vordruck ständig. Dies ist als kleine Kraftänderung am Stößel 16a und damit am angekoppelten Pedalstößel 3 spürbar, was von vielen Bremsenfachleuten gefordert wird. Dies kann zu Beginn der ABS oder intermittierend während der Abbremsung geändert werden durch kurzzeitig höhere Vordruckänderung.

Sollte die Rückwirkung deutlicher spürbar werden, so kann das FV-Ventil öffnen, und der Steuerdruck der DV wirkt direkt auf den Hilfskoleben HiKo.

Rekuperation mit Wegsimulator WS

Die Pedalcharakteristik bestimmt der Wegsimulator WS. Das Bremsmanagement mit Generator bestimmt hier für die geforderte Fahrzeugverzögerung jeweils den Anteil von Generator –Bremsmoment (elektrisches Bremsmoment) und Bremsdruck (hydraulisches Bremsmoment). Beide Größen können beliebig während einer Abbremsung geändert werden. Die Berechnung des Bremsdrucks bei einer Rekuperation ist vorzugsweise Radkraft basiert. Aus dem Pedalweg wird die erforderliche Gesamtbremskraft (Soll-Bremskraft) an den Rädern bestimmt. Wenn die Soll-Bremskraft elektrisch aufgebracht werden kann, dann ist die hydraulische Bremskraft 0N (Bremsdruck in den Radzylindern 0bar). Übersteigt die Soll-Bremskraft die maximal mögliche elektrische Bremskraft, so ist die Differenz zwischen der Soll-Bremskraft und der elektrischen Bremskraft die hydraulische Soll-Bremskraft. Die hydraulische Soll-Bremskraft wird von der Druckversorgung DV durch Druckerzeugung in den Radzylindern realisiert. Dazu werden die individuellen C_p -Werte der Radbremsen verwendet, um den Soll-Bremsdruck zu berechnen, wobei der C_p -Wert einer Radbremse das Verhältnis von Bremskraft zu Bremsdruck darstellt. Der Soll-Druck wird durch eine entsprechende Bewegung des DV-Kolbens erzeugt, wobei der Drucksensor des ESP für die Rückkoppelung der Kolbenbewegung verwendet wird. Auf dieser Weise kann die Druckversorgung DV sowohl beim

Druckaufbau als auch beim Druckabbau den Solldruck einstellen. Durch die genaue Positionsregelung des DV-Kolbens ist die Druckeinstellung sehr genau. Weiter ist die Drucksteuerung mit der DV sehr leise auch dadurch, weil keine Ventile für Pauf und Pab angesteuert werden müssen. Geräuschverursachende Ventil- und Pumpenansteuerungen des ESP-Aggregats sind nicht erforderlich. Weiter kann diese Rekuperationssteuerung einheitlich für Front-, Heck- und Allradgetriebene Fahrzeuge und X- und II-Bremskreisaufteilungen verwendet werden. Die Pedalcharakteristik bleibt unverändert.

Fahrerassistenzfunktionen

Es gibt viele Fahrerassistenzfunktionen, die automatische Bremseingriffe benötigen. So z.B.

- ACC (Adaptive Cruise Control) bei der die gewünschte Fahrzeugverzögerung durch einen aktiven Bremseingriff eingestellt wird
- AWB (Automatic Warning Brake) bei der ein Bremsimpuls den eingeschlafenen Fahrer wecken sollte
- BDW (Brake Disc Wiping) bei der ein sehr kleiner Bremsdruck in den Radzylindern bei Regen den Wasserfilm von den Bremsscheiben wischen sollte, damit bei einer nachfolgenden Bremsung sofort die maximale Bremswirkung erreicht wird

Bei diesen Assistenzfunktionen kann die Druckversorgung DV den notwendigen Bremsdruck in den Radzylindern erzeugen. Der Sollbremsdruck wird von den verschiedenen Fahrerassistenzsystemen vorgegeben. Bei der ACC ist der Soll-Bremsdruck variabel und hängt von der erforderlichen Fahrzeugverzögerung ab, während bei der BDW der Solldruck einen kleinen Wert hat (z.B. 1-3bar). Wie bei der Rekuperation wird der Bremsdruck durch eine entsprechende Bewegung des DV-Kolbens erzeugt, wobei auch hier der Drucksensor des ESP für die Rückkoppelung der Kolbenbewegung verwendet wird. Wie bei der Rekuperation ist durch eine genaue Positionsregelung des DV-Kolbens die Bremsdruckeinstellung sehr genau. Weiter ist auch bei den Fahrerassistenzsystemen die Drucksteuerung mit der Druckversorgung DV sehr leise.

Insbesondere in der Figurenbeschreibung von Fig. 2 zeigen sich neben der Baulänge die entscheidenden Vorteile der Erfindung.

Fig. 3 zeigt die Hauptkomponenten des x-Boost in einer räumlichen Darstellung mit:

- Pedalstößel 3
- Befestigungsflansch BF an der Stirnwand
- Erste Kolben-Zylinder-Einheit bzw. Hauptzylinder HZ mit Pedalinterface
- Vorteilhaft parallel zum Hauptzylinder angeordneter Motor 8 mit Gehäuse Druckversorgung I (DV) 25, (kann auch senkrecht zur Achse des HZ ausgerichtet sein)
- Hydraulischer Steuer- und Regeleinheit HCU
- Elektronischer Steuer- und Regeleinheit ECU
- Vorratsbehälter VB
- Steckverbinder ST ist unterhalb des Vorratsbehälters VB und oberhalb von HZ und HCU angeordnet und nach innen zur Gerätemitte hin gerichtet, um ein seitliches Abziehen des zugehörigen Steckers zu ermöglichen.

Aus der vorstehenden Beschreibung ergibt sich, dass durch im Einzelnen beschriebene Maßnahmen weitere Abwandlungen des erfindungsgemäßen Bremssystems möglich sind, die gleichfalls zum beanspruchten Umfang der Erfindung gehören.

Bezugszeichenliste

1	Bremspedal
2a	Pedalwegsensoren Master
2b	Pedalwegsensoren Slave
3	Pedalstößel
7	Spindel (KGT), Trapezspindel
8	EC-Motor

10	Kolben (DV)
11	Druckraum bzw. Arbeitskammer der DV
12	SK-Kolben
12a	Rückstellfeder SK-Kolben
12d	Druckraum bzw. Arbeitskammer am Schwimmkolben SK (Rückseite)
14	Trennwand
16	Hilfskolben
16a	Stößel
18	Pedalrückstellfeder
25	DV-Gehäuse
27	Schnüffelloch
28	Saugventil
28a	Rückstellfeder
28c	Ventilteller
28b	T-Stößel des Ventiltellers
30	Anker
31	Spule
32	Hubmagnet
BF	Befestigungsflansch für Stirnwand
D	Blende zur Drosselung
RV	Rückschlagventil am Hilfskolben-Schnüffelloch
R	Rücklauf zum Vorratsbehälter VB
KWS	Kraft-Weg-Sensor
WA	(stromlos geschlossenes) Magnetventil
TTL	Time to lock
BK	Bremskreis
DG	Druckgeber
VF	(stromlos offenes) Magnetventil/VB Vorratsbehälter
AV	Auslassventil ABS
EV	Einlassventil ABS
R	Rücklaufleitung zum Vorratsbehälter VB
ST	Steckverbinder
WS	Wegsimulator

HZ Hauptzylinder

PD1 Stromlos geschlossenes Magnetventil zum DV-Arbeitsraum

Patentansprüche

1. Bremssystem mit

- einer Betätigungseinrichtung, insbesondere einem Bremspedal,
- einer ersten Kolben-Zylinder-Einheit (Hauptzylinder) mit zwei Kolben, insbesondere einem Hilfskolben (HiKo) und einem zweiten Kolben (SK), um über eine Ventileinrichtung Bremskreise mit Druckmittel zu beaufschlagen, wobei einer der Kolben, insbesondere der Hilfskolben mittels der Betätigungseinrichtung betätigbar ist,
- einer zweiten Kolben-Zylinder-Einheit mit einem elektromotorischen Antrieb,
- einem Getriebe und
- zumindest einem Kolben (Druckversorgung DV), um zumindest einem der Bremskreise über eine Ventileinrichtung Druckmittel zuzuführen, und
- einer Motor-Pumpen-Einheit, mit Ventileinrichtung (ABS/ESP-Einheit), um den Bremskreisen Druckmittel zuzuführen,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein hydraulischer Wegsimulator (WS) mit einem Druck- bzw. Arbeitsraum der ersten Kolben-Zylinder-Einheit verbunden ist.

2. Bremssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Kolben-Zylinder-Einheit einen ersten Druck- bzw. Arbeitsraum aufweist, in dem ein (einziger) Kolben (SK) angeordnet ist und an den zumindest ein Bremskreis angeschlossen ist und einen zweiten Druck- bzw. Arbeitsraum, an den zumindest ein Bremskreis angeschlossen ist, und dass dieser Bremskreis über eine hydraulische Leitung mit einem Druck- bzw. Arbeitsraum der zweiten Kolben-Zylinder-Einheit (Druckversorgung DV) verbunden ist.

3. Bremssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Kolben-Zylinder-Einheit eine Trennwand mit Dichtung für einen durchgreifenden Stößel (16a) aufweist, zur Bildung eines dritten Druck- bzw. Arbeitsraumes, in dem ein Kolben (Hilfskolben 16) angeordnet ist, der insbesondere über eine Ventileinrichtung (FV) mit einem Bremskreis (BK1) verbunden ist.
4. Bremssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Stößel (16a) bei Ausfall von Bremskreis (BK1) die Kraft des Bremspedals auf den zweiten Kolben (SK) überträgt und damit Druck im zweiten Bremskreis (BK2) erzeugt.
5. Bremssystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Stößel (16a) eine signifikant kleinere Querschnittsfläche als die Kolben der ersten Kolben-Zylinder-Einheit aufweist, insbesondere um einen Faktor 5 kleinere Querschnittsfläche, und unwesentlich zum Druckaufbau beiträgt und zur Drucksensierung im Bremskreis dient und der Stößel eine Kraft auf das Bremspedal überträgt und somit eine haptische Rückmeldung auf das Bremspedal insbesondere beim ABS-Betrieb und/oder Fading erzeugt.
6. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wegsimulator eine insbesondere über eine hydraulische Verbindungsleitung mit dem Arbeitsraum des Hilfskolbens verbundener Kolbensimulator (WS) oder/und ein mit einem Arbeitsraum des zweiten Kolbens (SK) in Verbindung stehender Stößelsimulator (16a) ist.
7. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckversorgung (DV) mit einem Bremskreis (BK1) in Verbindung ist und über einen Kolben (SK) ein zweiter Bremskreis (BK2) mit Druck versorgt wird.
8. Bremssystem mit einer Betätigungseinrichtung, insbesondere einem Bremspedal, einer ersten Kolben-Zylinder-Einheit (Hauptzylinder), die mittels der Betätigungseinrichtung betätigbar ist, um über eine Ventileinrichtung zumindest einen Bremskreis mit Druckmittel zu beaufschlagen,

einer zweiten Kolben-Zylinder-Einheit (Druckversorgung), mit einem elektro-motorischen Antrieb und einem Getriebe, um zumindest einem der Bremskreise über eine Ventileinrichtung Druckmittel zuzuführen, und einer Motor-Pumpen-Einheit (ABS/ESP-Einheit) mit Ventileinrichtung, um den Bremskreisen Druckmittel zuzuführen, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mittels einer Steuerungseinrichtung der Motor des elektromotorischen Antriebes der zweiten Kolben-Zylinder-Einheit (DV) und der Motor der Motor-Pumpen-Einheit (ABS/ESP) gemeinsam oder unabhängig voneinander nutzbar sind.

9. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Ausfall der Druckversorgung der Motor-Pumpen-Einheit die ABS-Funktion durch die Kolbensteuerung der Druckversorgereinheit (DV) insbesondere zusammen mit Druckregelventilen der Motor-Pumpen-Einheit (ABS/ESP)-Einheit) ausgeführt wird.
10. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Kolben-Zylinder-Einheit (Druckversorgung DV) nur in einem bestimmten Druckbereich, insbesondere bis zur Radblockiergrenze 80-100 bar wirksam ist und dass für einen weiteren, insbesondere höheren Druckbereich die Motor-Pumpen-Einheit (ABS/ESP) zur Druckerzeugung verwendet wird.
11. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung der zweiten Kolben-Zylinder-Einheit (ABS/ESP Einheit) über den Pedalweg und den Druck mittels entsprechender Bremskraftverstärker (BKV)-Kennlinie erfolgt.
12. Bremssystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass anstelle des Druckes der Motorstrom zur Regelung der Druckversorgung DV, insbesondere schnellen Vorsteuerung verwendet wird.
13. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Steuerung der Druckversorgung sowie Diagnose die Druck-Volumen-Kennlinie verwendet wird.

14. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Wegsimulator, dadurch gekennzeichnet, dass der Wegsimulator (WS) abschaltbar ist und in einem ersten Bereich die nicht wirksam ist und die Bremspedalkraft ausschließlich durch eine Rückstellfeder (18) bestimmt wird und in einem zweiten Bereich durch Rückstellfeder (18) und Wegsimulatorkolben bestimmt wird.
15. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Wegsimulator, dadurch gekennzeichnet, dass dem Wegsimulator ein Schaltventil (WA) vorgeschaltet ist, um den Wegsimulator bei Bedarf zuzuschalten oder abzuschalten.
16. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 15, mit einem Wegsimulator, dadurch gekennzeichnet, dass dem Wegsimulator kein Schaltventil vorgeschaltet ist und dass ein Schaltventil (WA) in einer vom Druck-bzw. Arbeitsraum des Hilfskolbens zum Wegsimulator abzweigenden Zweigleitung (ZL) zum Vorratsbehälter (VB) angeordnet ist.
17. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nur ein Stößelsimulator (16a) vorgesehen ist, wobei der vom Pedalweg abhängige Steuerdruck auf den Stößel wirkt.
18. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kolben der ersten Kolben-Zylinder-Einheit (Hauptzylinder) unterschiedliche Durchmesser aufweisen und dass insbesondere der Hilfskolben 16) kleiner dimensioniert ist, zur Anpassung an kleinere Pedalkräfte in der Rückfallebene (RFE).
19. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Modul der 2-Box (X-Boost/ESP) an eine 12V-Batterie bzw. 12-V-Spannungsnetz und das andere Modul an ein DC/DC-Wandler bzw. 48V-Bordnetz bzw. andere Bordnetz mit höherer Spannung angeschlossen ist, wobei insbesondere der X-Boost vom DC/DC-Wandler bzw. vom 48V-Bordnetz versorgt wird.

20. Bremssystem nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, beide Module jeweils redundant an beide Bordnetze insbesondere 12V-Batterie und DC/DC-Wandler angeschlossen werden.

21. Bremssystem, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit

- einer Betätigungseinrichtung, insbesondere einem Bremspedal,
- einer ersten Kolben-Zylinder-Einheit (Hauptzylinder), mit zwei Kolben, einem Hilfskolben (HiKo 16) und einem zweiten Kolben (SK), um über eine Ventileinrichtung Bremskreise mit Druckmittel zu beaufschlagen, wobei einer der Kolben (HiKo, SK) mittels der Betätigungseinrichtung betätigbar ist
- einer zweiten Kolben-Zylinder-Einheit mit einem elektromotorischen Antrieb,
- einem Getriebe und
- zumindest einem Kolben (Druckversorgung DV), um zumindest einem der Bremskreise über eine Ventileinrichtung Druckmittel zuzuführen, und
- einer Motor-Pumpen-Einheit, mit Ventileinrichtung (ABS/ESP-Einheit), um den Bremskreisen Druckmittel zuzuführen,

dadurch gekennzeichnet, dass

zur Rekuperations-Steuerung ein 4-Rad-Blending erfolgt, wobei die Drucksteuerung über den DV-Kolben bei offenen Ventilen der ESP-Einheit (USV1, USV2, EV offen) erfolgt.

22. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe der Druckversorgung (DV) eine Trapezspindel mit Selbsthemmung aufweist, mit einer selbsthemmenden Wirkung bei Ausfall des Antriebes.

23. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung des Ventiles (FV) mittels Pulsweitenmodulation (PWM) erfolgt zur Erzeugung von Kraftfeedback auf das Bremspedal (haptische Rückwirkung bei ABS).

24. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steckverbindung (ST) für das System unterhalb des Vorratsbehälters (VB) angeordnet ist und nach innen zur Gerätemitte hin gerichtet ist, um ein seitliches Abziehen des zugehörigen Steckers zu ermöglichen.
25. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Kolben-Zylinder-Einheit (Druckversorgung DV) parallel oder senkrecht zur Achse der ersten Kolben-Zylinder-Einheit (Hauptzylinder) ausgerichtet ist.
26. Bremssystem, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit
- einer Betätigungseinrichtung, insbesondere einem Bremspedal,
 - einer ersten Kolben-Zylinder-Einheit (Hauptzylinder), mit zwei Kolben, insbesondere einem Hilfskolben (HiKo 16) und einem zweiten Kolben (SK), um über eine Ventileinrichtung Bremskreise mit Druckmittel zu beaufschlagen, wobei einer der Kolben mittels der Betätigungseinrichtung betätigbar ist,
 - einer zweiten Kolben-Zylinder-Einheit mit einem elektromotorischen Antrieb,
 - einem Getriebe und
 - zumindest einem Kolben (Druckversorgung DV), um zumindest einem der Bremskreise über eine Ventileinrichtung Druckmittel zuzuführen, und
 - einer Motor-Pumpen-Einheit, mit Ventileinrichtung (ABS/ESP-Einheit), um den Bremskreisen Druckmittel zuzuführen,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- der zweite Kolben (SK, 12) der ersten Kolben-Zylinder-Einheit (Hauptzylinder) neben dem mit zwei Dichtungen (D4, D5) versehenen Durchgang (Schnüffelloch) der zum Vorratsbehälter (VB) führenden Leitung einen weiteren Durchgang aufweist, der mit einer weiteren Dichtung (D4r) ver-

sehen ist und der insbesondere über eine Drossel (D) mit der zum Vorratsbehälter führenden Leitung verbunden ist. (Fig. 1b)

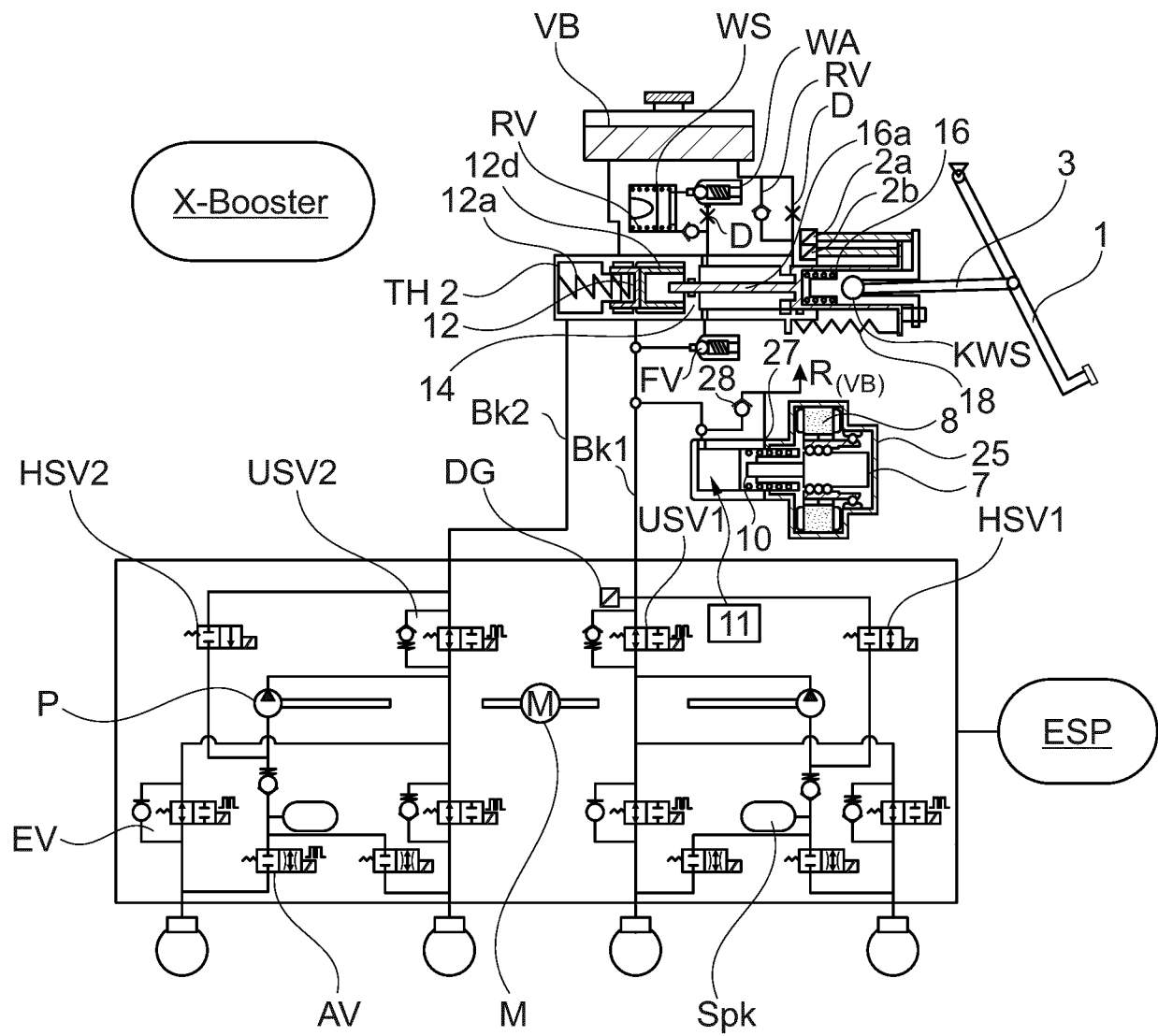


Fig. 1

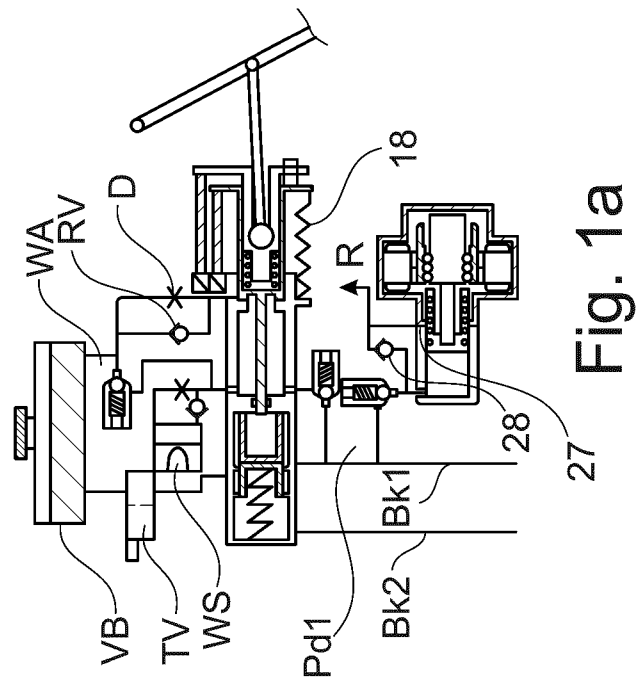


Fig. 1a

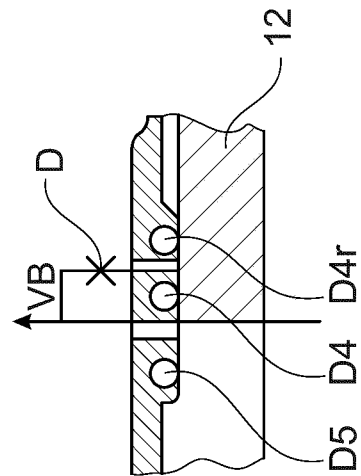


Fig. 1b

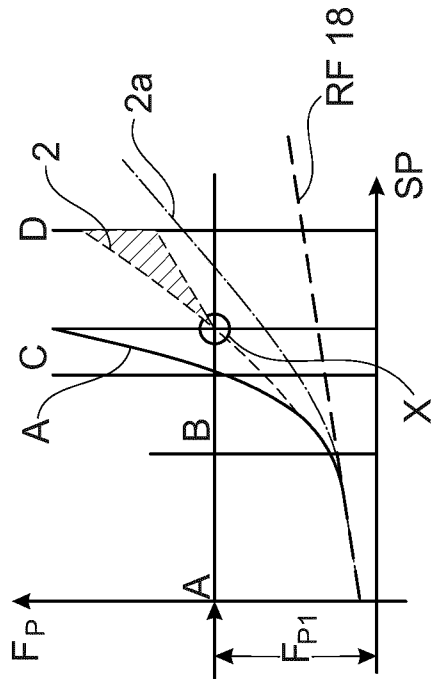


Fig. 2

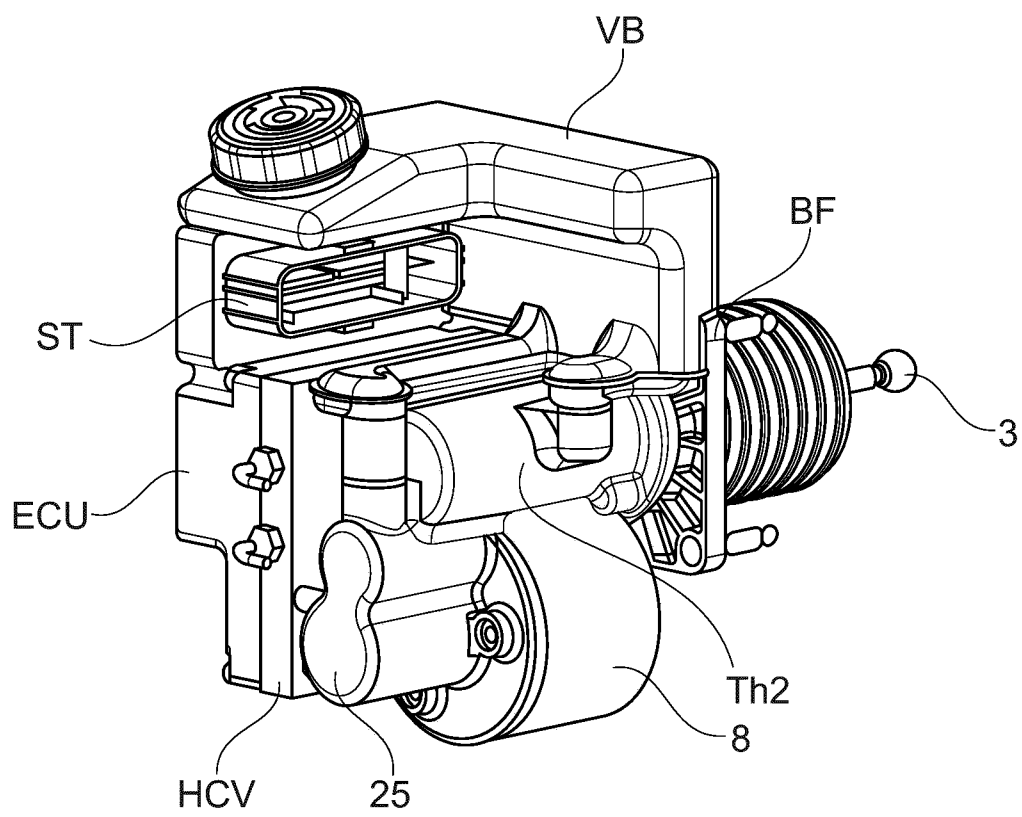


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/071738

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60T8/40
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.
X	WO 2012/143311 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; BILLER HARALD [DE]; STAUDER PETER) 26 October 2012 (2012-10-26)	1,2,6,15
Y	page 7, paragraph 2 - page 10, paragraph 2; figure 1	8,10,11,14
Y	----- WO 2013/072198 A2 (IPGATE AG [CH]) 23 May 2013 (2013-05-23) cited in the application	14
A	page 6, last paragraph - page 7, paragraph 2; claims 22,23; figure 1	15
X	----- US 2012/112525 A1 (SHIMADA TAKASHI [JP]) 10 May 2012 (2012-05-10)	1,2,6,7,15
Y	abstract; figures 1-4,10,11	3-5,14,17
	----- -/-	



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

7 March 2018

Date of mailing of the international search report

16/03/2018

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/EP2017/071738

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2016/023994 A1 (IPGATE AG [CH]) 18 February 2016 (2016-02-18) cited in the application	3-5,14, 17
A	page 21, paragraph 2 - page 23, paragraph 1; figure 2 page 25, last paragraph - page 26, last paragraph; figure 6 -----	1,2,15, 16
Y	DE 10 2014 109628 A1 (IPGATE AG [CH]) 7 January 2016 (2016-01-07)	1-3,6, 14,16
A	paragraph [0065] - paragraph [0091]; figure 5 -----	4,5
Y	DE 10 2010 003081 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 11 August 2011 (2011-08-11)	1-3,6, 14,16
A	paragraph [0008]; claim 11; figure 1 -----	15
Y	JP 2015 071382 A (HONDA MOTOR CO LTD) 16 April 2015 (2015-04-16) abstract; figures 1,2 -----	8,10,11
X	WO 2015/173134 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 19 November 2015 (2015-11-19)	8,9,11, 13,19
Y	page 11, line 33 - page 12, line 8; figure 1 page 14, line 20 - line 30 page 16, line 9 - line 17; figure 2 page 24, line 10 - line 14 -----	12,18-20
Y	DE 10 2013 214212 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 6 February 2014 (2014-02-06)	12
A	paragraph [0100] - paragraph [0155]; figures 1,3A,3B,4,5A -----	11,13
Y	US 5 051 861 A (PURKAYASTHA INDRAJIT [US] ET AL) 24 September 1991 (1991-09-24) column 9, line 10 - line 27 -----	18
Y	WO 2016/000865 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 7 January 2016 (2016-01-07)	19,20
A	page 15, line 19 - page 16, line 2 page 19, line 26 - page 20, line 2 page 22, line 26 - page 23, line 20; figure 1 -----	8,9
Y	US 2011/285200 A1 (HATANO KUNIMICHI [JP] ET AL) 24 November 2011 (2011-11-24) paragraph [0073] - paragraph [0087]; figures 1,3 -----	8,10,11
Y	WO 2011/029812 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; JUNGBECKER JOHANN [DE]; LINKENBACH) 17 March 2011 (2011-03-17) page 2, paragraph 4 - paragraph 6; claim 1 -----	8,10,11
	-/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/071738

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2016 147614 A (HONDA MOTOR CO LTD) 18 August 2016 (2016-08-18) paragraph [0031] - paragraph [0034]; figure 1 paragraph [0059] - paragraph [0061]; figure 2 paragraph [0065] - paragraph [0073]; figure 3 -----	8,11
A	US 2003/201669 A1 (YOKOYAMA TAKAHISA [JP] ET AL) 30 October 2003 (2003-10-30) paragraph [0068] - paragraph [0092]; figure 5 -----	9
A	WO 2015/078651 A1 (LUCAS AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 4 June 2015 (2015-06-04) page 5, line 18 - line 32; claim 8.9; figures -----	18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2017/071738

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☒ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
1-20

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-7, 14-17

A known braking system, wherein a hydraulic path simulator is connected to a pressure chamber or working chamber of the first piston-cylinder unit.

2. Claims 8-13, 18-20

A known braking system, wherein the motor of the electromotive drive of the second piston-cylinder unit and the motor of the motor-pump unit can be used together or independently from one another by means of a control device.

3. Claims 21-25

A known braking system, wherein a four-wheel blending is carried out for recuperation control, wherein the pressure control is carried out by the piston of the second piston-cylinder unit when valves of the ESP unit are open.

4. Claim 26

A known braking system, wherein the second piston of the first piston-cylinder unit has a further passage besides the passage of the conduit leading to the storage container, said passage being provided with two seals, and wherein the further passage is provided with a further seal and connected to the conduit leading to the storage container.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/071738

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2012143311 A1	26-10-2012	DE 102012205860 A1 EP 2699459 A1 US 2014028084 A1 WO 2012143311 A1	25-10-2012 26-02-2014 30-01-2014 26-10-2012
WO 2013072198 A2	23-05-2013	DE 102011118365 A1 US 2015028667 A1 WO 2013072198 A2	16-05-2013 29-01-2015 23-05-2013
US 2012112525 A1	10-05-2012	CN 102556031 A JP 5220827 B2 JP 2012101591 A US 2012112525 A1	11-07-2012 26-06-2013 31-05-2012 10-05-2012
WO 2016023994 A1	18-02-2016	CN 106794829 A CN 107107890 A DE 102014111594 A1 DE 112015003237 A5 DE 112015003240 A5 KR 20170040358 A US 2017232948 A1 WO 2016023994 A1 WO 2016023995 A1	31-05-2017 29-08-2017 18-02-2016 04-05-2017 04-05-2017 12-04-2017 17-08-2017 18-02-2016 18-02-2016
DE 102014109628 A1	07-01-2016	NONE	
DE 102010003081 A1	11-08-2011	NONE	
JP 2015071382 A	16-04-2015	JP 6117074 B2 JP 2015071382 A	19-04-2017 16-04-2015
WO 2015173134 A1	19-11-2015	CN 106458192 A DE 102015206572 A1 EP 3142905 A1 KR 20170009857 A US 2017072920 A1 WO 2015173134 A1	22-02-2017 19-11-2015 22-03-2017 25-01-2017 16-03-2017 19-11-2015
DE 102013214212 A1	06-02-2014	CN 103625456 A DE 102013214212 A1 JP 5498541 B2 JP 2014019344 A US 2014020378 A1	12-03-2014 06-02-2014 21-05-2014 03-02-2014 23-01-2014
US 5051861 A	24-09-1991	CA 2030114 A1 US 5051861 A	10-07-1991 24-09-1991
WO 2016000865 A1	07-01-2016	CN 106458176 A DE 102015208148 A1 EP 3160807 A1 KR 20170020824 A WO 2016000865 A1	22-02-2017 31-12-2015 03-05-2017 24-02-2017 07-01-2016
US 2011285200 A1	24-11-2011	DE 112010000728 T5 JP 5484359 B2 JP WO2010092939 A1 US 2011285200 A1 WO 2010092939 A1	05-07-2012 07-05-2014 16-08-2012 24-11-2011 19-08-2010

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/071738

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 2011029812	A1	17-03-2011	CN 102481914 A	30-05-2012
			DE 102010040097 A1	31-03-2011
			EP 2475559 A1	18-07-2012
			KR 20120079093 A	11-07-2012
			US 2012169112 A1	05-07-2012
			WO 2011029812 A1	17-03-2011
JP 2016147614	A	18-08-2016	JP 6151287 B2	21-06-2017
			JP 2016147614 A	18-08-2016
US 2003201669	A1	30-10-2003	DE 10318401 A1	11-12-2003
			JP 3969169 B2	05-09-2007
			JP 2003312463 A	06-11-2003
			US 2003201669 A1	30-10-2003
			US 2005029860 A1	10-02-2005
			US 2005146209 A1	07-07-2005
WO 2015078651	A1	04-06-2015	CN 105793129 A	20-07-2016
			DE 102013018073 A1	28-05-2015
			EP 3074285 A1	05-10-2016
			US 2016304072 A1	20-10-2016
			WO 2015078651 A1	04-06-2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60T8/40
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.
X	WO 2012/143311 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; BILLER HARALD [DE]; STAUDER PETER) 26. Oktober 2012 (2012-10-26)	1,2,6,15
Y	Seite 7, Absatz 2 - Seite 10, Absatz 2; Abbildung 1	8,10,11,14
Y	----- WO 2013/072198 A2 (IPGATE AG [CH]) 23. Mai 2013 (2013-05-23) in der Anmeldung erwähnt	14
A	Seite 6, letzter Absatz - Seite 7, Absatz 2; Ansprüche 22,23; Abbildung 1	15
X	----- US 2012/112525 A1 (SHIMADA TAKASHI [JP]) 10. Mai 2012 (2012-05-10)	1,2,6,7,15
Y	Zusammenfassung; Abbildungen 1-4,10,11	3-5,14,17
	----- -/-	

☒ 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

7. März 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/03/2018

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.
Y	WO 2016/023994 A1 (IPGATE AG [CH]) 18. Februar 2016 (2016-02-18) in der Anmeldung erwähnt	3-5,14, 17
A	Seite 21, Absatz 2 - Seite 23, Absatz 1; Abbildung 2 Seite 25, letzter Absatz - Seite 26, letzter Absatz; Abbildung 6 -----	1,2,15, 16
Y	DE 10 2014 109628 A1 (IPGATE AG [CH]) 7. Januar 2016 (2016-01-07)	1-3,6, 14,16
A	Absatz [0065] - Absatz [0091]; Abbildung 5 -----	4,5
Y	DE 10 2010 003081 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 11. August 2011 (2011-08-11)	1-3,6, 14,16
A	Absatz [0008]; Anspruch 11; Abbildung 1 -----	15
Y	JP 2015 071382 A (HONDA MOTOR CO LTD) 16. April 2015 (2015-04-16) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	8,10,11
X	WO 2015/173134 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 19. November 2015 (2015-11-19)	8,9,11, 13,19
Y	Seite 11, Zeile 33 - Seite 12, Zeile 8; Abbildung 1 Seite 14, Zeile 20 - Zeile 30 Seite 16, Zeile 9 - Zeile 17; Abbildung 2 Seite 24, Zeile 10 - Zeile 14 -----	12,18-20
Y	DE 10 2013 214212 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 6. Februar 2014 (2014-02-06)	12
A	Absatz [0100] - Absatz [0155]; Abbildungen 1,3A,3B,4,5A -----	11,13
Y	US 5 051 861 A (PURKAYASTHA INDRAJIT [US] ET AL) 24. September 1991 (1991-09-24) Spalte 9, Zeile 10 - Zeile 27 -----	18
Y	WO 2016/000865 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 7. Januar 2016 (2016-01-07)	19,20
A	Seite 15, Zeile 19 - Seite 16, Zeile 2 Seite 19, Zeile 26 - Seite 20, Zeile 2 Seite 22, Zeile 26 - Seite 23, Zeile 20; Abbildung 1 -----	8,9
Y	US 2011/285200 A1 (HATANO KUNIMICHI [JP] ET AL) 24. November 2011 (2011-11-24) Absatz [0073] - Absatz [0087]; Abbildungen 1,3 -----	8,10,11
Y	WO 2011/029812 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; JUNGBECKER JOHANN [DE]; LINKENBACH) 17. März 2011 (2011-03-17) Seite 2, Absatz 4 - Absatz 6; Anspruch 1 -----	8,10,11
	-/--	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 2016 147614 A (HONDA MOTOR CO LTD) 18. August 2016 (2016-08-18) Absatz [0031] - Absatz [0034]; Abbildung 1 Absatz [0059] - Absatz [0061]; Abbildung 2 Absatz [0065] - Absatz [0073]; Abbildung 3 -----	8,11
A	US 2003/201669 A1 (YOKOYAMA TAKAHISA [JP] ET AL) 30. Oktober 2003 (2003-10-30) Absatz [0068] - Absatz [0092]; Abbildung 5 -----	9
A	WO 2015/078651 A1 (LUCAS AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 4. Juni 2015 (2015-06-04) Seite 5, Zeile 18 - Zeile 32; Anspruch 8.9; Abbildungen -----	18

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☒ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
1-20

4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☒ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-7, 14-17

Ein bekanntes Bremssystem wobei ein hydraulischer Wegsimulator mit einem Druck- bzw. Arbeitsraum der erste Kolben-Zylinder-Einheit verbunden ist.

2. Ansprüche: 8-13, 18-20

Ein bekanntes Bremssystem wobei mittels einer Steuerungseinrichtung der Motor des elektromotorischen Antriebs der zweiten Kolben-Zylinder-Einheit und der Motor der Motor-Pumpen-Einheit gemeinsam oder unabhängig von einander nutzbar sind.

3. Ansprüche: 21-25

Ein bekanntes Bremssystem wobei zur Rekuperations-Steuerung ein 4-Rad-Blending erfolgt, wobei die Drucksteuerung über den Kolben der zweiten Kolben-Zylinder-Einheit bei offenen Ventilen der ESP-Einheit erfolgt

4. Anspruch: 26

Ein bekanntes Bremssystem wobei der zweite Kolben der ersten Kolben-Zylinder-Einheit neben dem mit zwei Dichtungen versehenen Durchgang der zum Vorratsbehälter führenden Leitung einen weiteren Durchgang aufweist, der mit einer weiteren Dichtung versehen ist und der mit der zum Vorratsbehälter führenden Leitung verbunden ist.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/071738

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2012143311 A1	26-10-2012	DE 102012205860 A1 EP 2699459 A1 US 2014028084 A1 WO 2012143311 A1	25-10-2012 26-02-2014 30-01-2014 26-10-2012
WO 2013072198 A2	23-05-2013	DE 102011118365 A1 US 2015028667 A1 WO 2013072198 A2	16-05-2013 29-01-2015 23-05-2013
US 2012112525 A1	10-05-2012	CN 102556031 A JP 5220827 B2 JP 2012101591 A US 2012112525 A1	11-07-2012 26-06-2013 31-05-2012 10-05-2012
WO 2016023994 A1	18-02-2016	CN 106794829 A CN 107107890 A DE 102014111594 A1 DE 112015003237 A5 DE 112015003240 A5 KR 20170040358 A US 2017232948 A1 WO 2016023994 A1 WO 2016023995 A1	31-05-2017 29-08-2017 18-02-2016 04-05-2017 04-05-2017 12-04-2017 17-08-2017 18-02-2016 18-02-2016
DE 102014109628 A1	07-01-2016	KEINE	
DE 102010003081 A1	11-08-2011	KEINE	
JP 2015071382 A	16-04-2015	JP 6117074 B2 JP 2015071382 A	19-04-2017 16-04-2015
WO 2015173134 A1	19-11-2015	CN 106458192 A DE 102015206572 A1 EP 3142905 A1 KR 20170009857 A US 2017072920 A1 WO 2015173134 A1	22-02-2017 19-11-2015 22-03-2017 25-01-2017 16-03-2017 19-11-2015
DE 102013214212 A1	06-02-2014	CN 103625456 A DE 102013214212 A1 JP 5498541 B2 JP 2014019344 A US 2014020378 A1	12-03-2014 06-02-2014 21-05-2014 03-02-2014 23-01-2014
US 5051861 A	24-09-1991	CA 2030114 A1 US 5051861 A	10-07-1991 24-09-1991
WO 2016000865 A1	07-01-2016	CN 106458176 A DE 102015208148 A1 EP 3160807 A1 KR 20170020824 A WO 2016000865 A1	22-02-2017 31-12-2015 03-05-2017 24-02-2017 07-01-2016
US 2011285200 A1	24-11-2011	DE 112010000728 T5 JP 5484359 B2 JP WO2010092939 A1 US 2011285200 A1 WO 2010092939 A1	05-07-2012 07-05-2014 16-08-2012 24-11-2011 19-08-2010

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/071738

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011029812 A1	17-03-2011	CN 102481914 A DE 102010040097 A1 EP 2475559 A1 KR 20120079093 A US 2012169112 A1 WO 2011029812 A1	30-05-2012 31-03-2011 18-07-2012 11-07-2012 05-07-2012 17-03-2011
JP 2016147614 A	18-08-2016	JP 6151287 B2 JP 2016147614 A	21-06-2017 18-08-2016
US 2003201669 A1	30-10-2003	DE 10318401 A1 JP 3969169 B2 JP 2003312463 A US 2003201669 A1 US 2005029860 A1 US 2005146209 A1	11-12-2003 05-09-2007 06-11-2003 30-10-2003 10-02-2005 07-07-2005
WO 2015078651 A1	04-06-2015	CN 105793129 A DE 102013018073 A1 EP 3074285 A1 US 2016304072 A1 WO 2015078651 A1	20-07-2016 28-05-2015 05-10-2016 20-10-2016 04-06-2015