

(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
12. September 2013 (12.09.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/131887 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
B60T 8/36 (2006.01) *B60T 8/40* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/054354
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
5. März 2013 (05.03.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2012 203 492.7 6. März 2012 (06.03.2012) DE
10 2013 203 594.2 4. März 2013 (04.03.2013) DE
- (71) **Anmelder:** CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG
[DE/DE]; Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt (DE).
- (72) **Erfinder:** FEIGEL, Hans-Jörg; Ahornring 7a, 61191
Rosbach (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR OPERATING A BRAKE SYSTEM FOR MOTOR VEHICLES, AND BRAKE SYSTEM

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BREMSANLAGE FÜR KRAFTFAHRZEUGE SOWIE
BREMSANLAGE

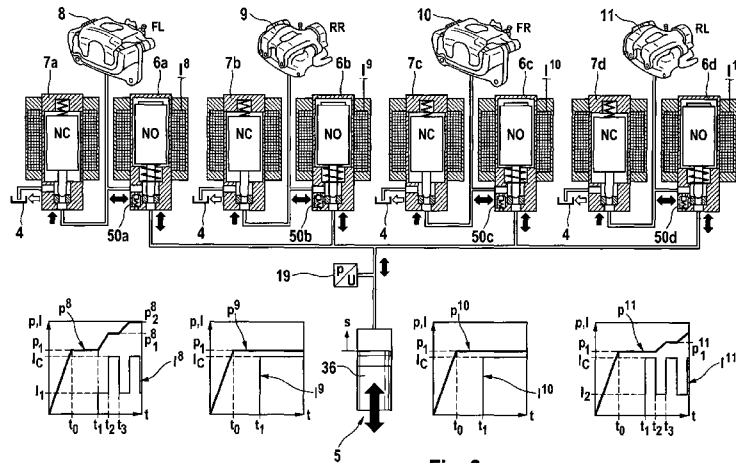


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for operating a brake system for motor vehicles, comprising several wheel brakes (8, 9, 10, 11), an electrically controllable pressure supply device (5, 100), which can dispense a determinable pressure medium volume (V) for actuating the wheel brakes, and an analogized or analog-controlled inlet valve (6a-6d), which is arranged in each wheel brake between the pressure supply device and the wheel brake, for adjusting wheel-individual brake pressures (p^n). A check valve (50a-50d) is connected in each case in parallel to the inlet valves, which opens in the direction of the pressure supply device, wherein, at the start of a wheel-individual brake pressure control, all the inlet valves (6a-6d) are closed, and wherein a pressure build-up is carried out in a predetermined group (A_1, A_2) of one or more wheel brakes (8, 11, 8, 11) by displacing a pressure medium volume (V_A) into the predetermined group (A_1, A_2) of wheel brakes by means of the pressure supply device (5, 100). Each inlet valve of the one or more wheel brakes (8, 11, 8, 11) of the predetermined group (A_1, A_2) is controlled in such a way that the inlet valve is overflowed, wherein each inlet valve of the remaining wheel brakes (9, 10, 11, 8, 9, 10, 9, 10) is controlled in such a way that the inlet valve remains closed. The invention also relates to a brake system.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/131887 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Verfahren zum Betreiben einer Bremsanlage für Kraftfahrzeuge mit mehreren Radbremsen (8, 9, 10, 11), einer elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtung (5, 100), die ein bestimmbares Druckmittelvolumen (V) zur Betätigung der Radbremsen abgeben kann, und je Radbremse einem zwischen Druckbereitstellungseinrichtung und Radbremse angeordneten, analogisierten oder analog angesteuerten Einlassventil (6a-6d) zum Einstellen radindividueller Bremsdrücke (p^r), wobei den Einlassventilen jeweils ein in Richtung der Druckbereitstellungseinrichtung öffnendes Rückschlagventil (50a-50d) parallel geschaltet ist, wobei zu Beginn einer radindividuellen Bremsdruckregelung alle Einlassventile (6a-6d) geschlossen werden und wobei ein Druckaufbau in einer vorbestimmten Gruppe (A_1, A_2) von ein oder mehreren Radbremsen (8; 11; 8, 11) durch Verschieben eines Druckmittelvolumens (V_A) in die vorbestimmte Gruppe (A_1, A_2) von Radbremsen mittels der Druckbereitstellungseinrichtung (5, 100) durchgeführt wird, wobei jedes Einlassventil der ein oder mehreren Radbremsen (8; 11; 8, 11) der vorbestimmte Gruppe (A_1, A_2) derart angesteuert wird, dass das Einlassventil überströmt wird, und wobei jedes Einlassventil der übrigen Radbremsen (9, 10, 11; 8, 9, 10; 9, 10) derart angesteuert wird, dass das Einlassventil geschlossen bleibt, sowie Bremsanlage.

Verfahren zum Betreiben einer Bremsanlage für Kraftfahrzeuge sowie Bremsanlage

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Bremsanlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Bremsanlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 14.

In der Kraftfahrzeugtechnik finden „Brake-by-wire“-Bremsanlagen eine immer größere Verbreitung. Solche Bremsanlagen umfassen oftmals neben einem durch den Fahrzeugführer betätigbaren Hauptbremszylinder eine elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung, mittels welcher in der Betriebsart „Brake-by-wire“ eine Betätigung der Radbremsen oder des Hauptbremszylinders stattfindet. Um dem Fahrzeugführer in der Betriebsart „Brake-by-wire“ ein angenehmes Pedalgefühl zu vermitteln, umfassen die Bremsanlagen üblicherweise eine Bremspedalgefühl-Simulationseinrichtung. Bei diesen Bremsanlagen können die Radbremsen auch ohne aktives Zutun des Fahrzeugführers aufgrund elektronischer Signale betätigt werden. Diese elektronischen Signale können beispielsweise von einem elektronischen Stabilitätsprogramm oder einem Abstandsregelsystem ausgegeben werden.

Aus der internationalen Patentanmeldung WO 2011/029812 A1 ist eine „Brake-by-wire“-Bremsanlage mit einem bremspedalbetätigbaren Hauptbremszylinder, einem Wegsimulator und einer Druckbereitstellungseinrichtung bekannt. Die Radbremsen werden in einer „Brake-by-wire“-Betriebsart durch die Druckbereitstellungseinrichtung mit Druck beauf-

schlagt. In einer Rückfallbetriebsart werden die Radbremsen mittels des Bremspedal betätigbaren Hauptbremszylinders mit Druck beaufschlagt. Die Bremsanlage umfasst je Radbremse ein Einlass- und ein Auslassventil zum Einstellen radindividueller Bremsdrücke. Ein Verfahren zur Ansteuerung dieser Ventile wird nicht beschrieben.

In der WO 2010/091883 A1 wird ein Bremssystem mit einem Bremskraftverstärker, dessen Kolben-Zylindersystem mechanisch von einem Elektromotor angetrieben ist, offenbart, wobei je Radbremse ein einziges 2/2-Wege-Schaltventil, sogenanntes Multiplexventil, zur Einstellung eines radindividuellen Bremsdruckes vorgesehen ist. Beim Multiplexverfahren erfolgt die Druckeinstellung an den einzelnen Radbremsen sequenziell, wobei die Druckeinstellung mittels Vor- und Rückhub des Kolbens des Kolben-Zylindersystems erfolgt. Als nachteilig wird hierbei die nicht unerhebliche Geräusentwicklung angesehen, die unter anderem dadurch entsteht, dass zum einen der Elektromotor mit hoher Frequenz Reversiervorgänge des Kolben-Zylindersystems durchführen muss, und dass zum anderen die Multiplexventile in schneller Folge geschlossen und geöffnet werden müssen, was zu Anschlaggeräuschen innerhalb der Multiplexventile führt.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Betrieb einer Bremsanlage sowie eine Bremsanlage bereitzustellen, welches/welche eine fein dosierte Regelung der Bremsdrücke der Radbremsen bei möglichst geringer Geräusentwicklung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und eine Bremsanlage gemäß Anspruch 14 gelöst.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, dass zu Beginn

einer radindividuellen Bremsdruckregelung alle Einlassventile geschlossen werden und dass ein Druckaufbau auf einen vorgegebene Druckwert in einer vorbestimmten Gruppe von ein oder mehreren Radbremsen durch Verschieben eines Druckmittelvolumens in die vorbestimmte Gruppe von Radbremsen mittels der Druckbereitstellungseinrichtung durchgeführt wird, wobei jedes Einlassventil der ein oder mehreren Radbremsen der vorbestimmte Gruppe derart angesteuert wird, dass das Einlassventil überströmt wird, und wobei jedes Einlassventil der übrigen, nicht zur vorbestimmten Gruppe gehörenden, Radbremsen derart angesteuert wird, dass das Einlassventil geschlossen bleibt.

Ein Vorteil der Erfindung ist es, dass die Anschlaggeräusche der Einlassventile deutlich verringert werden, da die Einlassventile kontinuierlich geschlossen sind und beim Druckaufbau nur überströmt werden. Es findet kein Anschlagen am hinteren Anschlag beim Öffnen der Einlassventile statt und bei Beendigung des Druckaufbaus Schließen die überströmten Einlassventile langsam und kraftarm.

Die Einlassventile sind analogisierte oder analog angesteuerte Einlassventile, welche jeweils mittels einer elektrischen Ansteuergröße angesteuert werden. Bevorzugt werden die Einlassventile mittels eines Ansteuerstrom betätigt. Im nicht angesteuerten Zustand sind die Einlassventile geöffnet (z.B. stromlos offen ausgeführt). So kann durch entsprechende Wahl des Wertes der Ansteuergröße vorgegeben werden, ob bzw. bei welchem Druck der Druckbereitstellungseinrichtung ein geschlossenes Einlassventil mittels der Druckbereitstellungseinrichtung überströmt werden kann oder nicht. Genauer gesagt, wird die auf den Ventilkolben wirkende Kraft, die ihrerseits den zum Öffnen des Einlassventils erforderlichen Überströmdruck vorgibt, durch den Wert

(Höhe) der dem Einlassventil zugeführten elektrischen Ansteuergröße bestimmt.

Zur möglichst genauen Ansteuerung der Einlassventile ist bevorzugt für jedes Einlassventil eine Ansteuercharakteristik, welche eine Abhängigkeit der elektrischen Ansteuergröße von einem an dem Einlassventil anliegenden Differenzdruck oder Druck beschreibt, vorgegeben. Die Ansteuercharakteristiken können werksseitig bestimmt werden und in einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit, z.B. der Bremsanlage, abgespeichert sein. Besonders bevorzugt werden die Ansteuercharakteristiken der einzelnen Einlassventile während des Fahrzeug-Betriebs mittels der Druckbereitstellungseinrichtung vermessen und in der elektronischen Steuer- und Regeleinheit abgespeichert, um so für die Druckregelung verfügbar zu sein.

Die Bremsanlage umfasst bevorzugt je Radbremse ein Auslassventil. Mittels der Auslassventile können Anforderungen zum Druckabbau in einer oder mehreren Radbremsen unabhängig voneinander und zeitgleich zu einem Druckaufbau in einem anderen Rad durchgeführt werden. Vorteilhafterweise verbinden die Auslassventile die Radbremsen mit einem Druckmittelvorratsbehälter. Besonders bevorzugt sind die Auslassventile stromlos geschlossen ausgeführt, d.h. im nicht angesteuerten Zustand in einem gesperrten Zustand.

Das von der Druckbereitstellungseinrichtung für den Druckaufbau auf einen vorgegebenen Druckwert in die vorbestimmte Gruppe zu verschiebende Druckmittelvolumen wird bevorzugt anhand des oder der Druck-Volumen-Zusammenhänge und des oder der Solldrücke der ein oder mehreren Radbremsen der vorbestimmten Gruppe bestimmt. Besonders bevorzugt ergibt sich das zu verschiebende Druckmittelvolumen als das Rad-

aufnahmevolument der einzigen Radbremse der vorbestimmten Gruppe oder als Summe der Radaufnahmevolumenta der mehreren Radbremsen der vorbestimmten Gruppe. Dabei wird jedes Radaufnahmevolument anhand des vorgegebenen Druckwerts aus dem Druck-Volumen-Zusammenhang der entsprechenden Radbremse bestimmt.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung erfolgt das Verschieben des Druckmittelvolumens durch eine Volumensteuerung oder Positionssteuerung (Wegsteuerung) der Druckbereitstellungseinrichtung. Die Steuerung wird vorteilhafterweise unter Berücksichtigung des oder der Druck-Volumen-Zusammenhänge und des oder der Solldrücke der ein oder mehreren Radbremsen der vorbestimmten Gruppe durchgeführt.

Um die Drücke in den Radbremsen auf die gewünschten, radindividuellen Solldrücke aufzubauen, wird in verschiedenen Gruppen von einzelnen oder mehreren Radbremsen ein Druckaufbau zeitlich nacheinander durchgeführt. Hierzu werden in aufeinanderfolgenden Zeitintervallen verschiedene Gruppen von ein oder mehreren Radbremsen der vorbestimmten Gruppe zugeordnet und ein Druckaufbau wird durch Überströmen der Einlassventile der Radbremsen der jeweils vorbestimmten Gruppe durchgeführt.

Soll der Druck an den ein oder mehreren Radbremsen der vorbestimmten Gruppe auf einen vorgegebene Enddruck aufgebaut werden, so werden bevorzugt die ein oder mehreren Einlassventile dieser Radbremsen der vorbestimmten Gruppe jeweils mit einer Ansteuergröße angesteuert, deren Wert mindestens einen Schwellenwert besitzt, der dem Differenzdruck zwischen dem vorgegebenen Enddruck und dem geringsten aktuellen Druck in einer der übrigen Radbremsen, welche nicht der vorbestimmten Gruppe angehören, entspricht. Durch die be-

schriebene Wahl des Wertes der Ansteuergröße wird sichergestellt, dass das oder die Einlassventile der vorbestimmten Gruppe geschlossen sind.

Weiterhin ist es bevorzugt, dass die Ansteuergröße den jeweiligen Schwellenwert um nicht mehr als einen vorgegebenen Betrag übersteigt, um ein leichtes Überströmen des Einlassventils durch die Druckbereitstellungseinrichtung zu gewährleisten.

Für jedes Einlassventil wird bevorzugt ein dem Differenzdruck entsprechender Schwellenwert aus der vorgegebenen Ansteuercharakteristik des Einlassventils bestimmt. Besonders bevorzugt ist hierfür die Schließkennlinie des Einlassventils vorgegeben.

Um in einer Gruppe von zwei oder mehr vorgegebenen Radbremsen einen Druckaufbau auf unterschiedliche, radindividuelle Solldrücke durchzuführen, wird bevorzugt wie folgt vorgegangen. Zunächst werden alle vorgegebenen Radbremsen der vorbestimmten Gruppe zugewiesen und es wird ein gleichzeitiger Druckaufbau auf den niedrigsten Solldruck der Solldrücke der vorgegebenen Radbremsen durch Überströmen der Einlassventile der Radbremsen der vorbestimmten Gruppe durchgeführt. Nachdem das entsprechende vorbestimmte Druckmittelvolumen in die vorbestimmte Gruppe verschoben wurde, wird jedes Einlassventil derjenigen Radbremsen der vorbestimmten Gruppe, deren Solldruck dem niedrigsten Solldruck entspricht, derart angesteuert, dass das Einlassventil nicht mehr überströmt wird. Diejenigen vorgegebenen Radbremsen mit einem Solldruck, der höher als der niedrigste Solldruck ist, werden dann der (neuen) vorbestimmten Gruppe zugewiesen und in dieser (neuen) vorbestimmten Gruppe wird ein Druckaufbau auf den nächst höheren Solldruck durch

Überströmen der Einlassventile der entsprechenden Radbremsen durchgeführt.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird der von der Druckbereitstellungseinrichtung bereitgestellte Bremsystemdruck bestimmt und zur Überwachung herangezogen.

Die Druckbereitstellungseinrichtung wird bevorzugt derart angesteuert oder eingeregelt, dass der von der Druckbereitstellungseinrichtung bereitgestellte Bremsystemdruck jederzeit größer als der größte Druck in einer der Radbremsen ist. Hierdurch wird verhindert, dass Druckmittel über die Rückschlagventile aus den Radbremsen entweicht.

Bevorzugt wird das Verfahren in einer Bremsanlage mit zwei oder mehr Bremskreisen durchgeführt, bei welcher jeder Bremskreis über eine hydraulische Verbindungsleitung mit einem, vorteilhafterweise stromlos offenen, Trennventil mit einem Hauptbremszylinder und über eine weitere hydraulische Verbindungsleitung mit einem, vorteilhafterweise stromlos geschlossenen, Zuschaltventil mit der Druckbereitstellungseinrichtung verbunden ist.

Das von der Druckbereitstellungseinrichtung abgegebene Druckmittelvolumen wird bevorzugt mittels einer an oder in der Druckbereitstellungseinrichtung angeordneten Wegerfassungseinrichtung oder Lagenerfassungseinrichtung bestimmt bzw. überwacht.

Die Erfindung betrifft auch eine Bremsanlage, in der ein erfindungsgemäßes Verfahren durchgeführt wird.

Bevorzugt wird die Druckbereitstellungseinrichtung der Bremsanlage durch eine Zylinder-Kolben-Anordnung gebildet,

deren Kolben durch einen elektromechanischen Aktuator betätigbar ist. Dabei wird vorteilhafterweise das von der Druckbereitstellungseinrichtung abgegebene oder aufgenommene Druckmittelvolumen mittels einer Wegerfassungseinrichtung oder einer Lagenerfassungseinrichtung bestimmt, welche eine Position oder Lage des Kolbens charakterisierende Größe erfasst.

Alternativ ist es bevorzugt, dass die Druckbereitstellungseinrichtung durch eine Zwei- oder Mehr-Kolben-Pumpe gebildet wird, welche einen Pumpenpositionssensor umfasst.

Bevorzugt umfasst die Bremsanlage einen Drucksensor zur Erfassung des von der Druckbereitstellungseinrichtung gelieferten Bremssystemdrucks.

Bevorzugt handelt es sich um eine Bremsanlage für Kraftfahrzeuge, die in einer sog. „Brake-by-wire“-Betriebsart sowohl vom Fahrzeugführer als auch unabhängig vom Fahrzeugführer ansteuerbar ist, vorzugsweise in der „Brake-by-wire“-Betriebsart betrieben wird und in mindestens einer Rückfallbetriebsart betrieben werden kann, in der nur der Betrieb durch den Fahrzeugführer möglich ist.

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

Es zeigen schematisch

Fig. 1 eine beispielesgemäße Bremsanlage zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 einen Ausschnitt der beispielesgemäßen Bremsanlage

der Fig. 1 zur Erläuterung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 3 einen Ausschnitt der beispielesgemäßen Bremsanlage der Fig. 1 zur Erläuterung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 4 einen Ausschnitt der beispielesgemäßen Bremsanlage der Fig. 1 zur Erläuterung eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Fig. 5 einen Ausschnitt einer weiteren beispielesgemäßen Bremsanlage zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

In Fig. 1 ist eine beispielesgemäße Bremsanlage zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens schematisch dargestellt. Diese umfasst im Wesentlichen eine mittels eines Betätigungs- bzw. Bremspedals 1 betätigbare hydraulische Betätigungseinheit 2, einen mit der hydraulischen Betätigungseinheit 2 zusammen wirkenden Wegsimulator bzw. Simulationseinrichtung 3, einen der hydraulischen Betätigungseinheit 2 zugeordneten, unter Atmosphärendruck stehenden Druckmittelvorratsbehälter 4, eine elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung 5, eine elektronische Steuer- und Regeleinheit 12 und eine elektrisch steuerbare Druckmodulationseinrichtung.

Die Druckmodulationseinrichtung umfasst beispielesgemäß je Radbremse 8, 9, 10, 11 eines nicht dargestellten Kraftfahrzeuges ein Einlassventil 6a-6d und ein Auslassventil 7a-7d,

die paarweise über Mittenanschlüsse hydraulisch zusammenschaltet und an die Radbremsen 8, 9, 10, 11 angeschlossen sind. Die Eingangsanschlüsse der Einlassventile 6a-6d werden mittels Bremskreisversorgungsleitungen 13a, 13b mit Drücken versorgt, die in einer „Brake-by-Wire“-Betriebsart aus einem Bremssystemdruck abgeleitet werden, der in einer an einen Druckraum 37 der elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtung 5 angeschlossenen Systemdruckleitung 38 vorliegt. In einer Rückfallbetriebsart werden die Bremskreisversorgungsleitungen 13a, 13b über hydraulische Leitungen 22a, 22b mit den Drücken der Druckräume 17, 18 der Betätigungseinheit 2 beaufschlagt. Die Ausgangsanschlüsse der Auslassventile 7a-7d sind paarweise über Rücklaufleitungen 14a, 14b mit dem Druckmittelvorratsbehälter 4 verbunden. Die beiden Bremskreise sind beispielsweise diagonal aufgeteilt. Der erste Bremskreis (13a) umfasst die Radbremsen vorne rechts 10 (FR) und hinten links 11 (RL), der zweite Bremskreis (13b) die Radbremsen vorne links 8 (FL) und hinten rechts 9 (RR).

Aus sicherheitstechnischen Gründen, da der Druck in den Radbremsen 8-11 unter allen Umständen gelöst werden können sollte, ist den Einlassventilen 6a-6d jeweils ein zu den Bremskreisversorgungsleitungen 13a, 13b hin öffnendes Rückschlagventil 50a-50d parallel geschaltet. Die Rückschlagventile 50a-50d gewährleisten, dass ein Radbremsdruck nie höher als der Druck der Druckbereitstellungseinrichtung 5 ist. Dadurch kann - anders als in einer Bremsanlage mit Multiplexventilen - nicht mittels Druckabsenkung der Druckbereitstellungseinrichtung ein Radbremsdruck abgesenkt werden, ohne dass nicht gleich alle Radbremsdrücke ebenfalls abgesenkt werden.

Die hydraulische Betätigungseinheit 2 weist in einem Ge-

häuse 21 zwei hintereinander angeordnete Kolben 15, 16 auf, die hydraulische Kammern bzw. Druckräume 17, 18 begrenzen, die zusammen mit den Kolben 15, 16 einen zweikreisigen Hauptbremszylinder bzw. einen Tandemhauptzylinder bilden. Die Druckräume 17, 18 stehen einerseits über in den Kolben 15, 16 ausgebildete radiale Bohrungen sowie entsprechende Druckausgleichsleitungen 41a, 41b mit dem Druckmittelvorratsbehälter 4 in Verbindung, wobei diese durch eine Relativbewegung der Kolben 17, 18 im Gehäuse 21 absperrenbar sind, und andererseits mittels der hydraulischen Leitungen 22a, 22b mit den bereits genannten Bremskreisversorgungsleitungen 13a, 13b in Verbindung, über die die Einlassventile 6a-6d an die Betätigungseinheit 2 angeschlossen ist. Dabei ist in der Druckausgleichsleitung 41a eine Parallelschaltung eines stromlos offenen (SO-) Diagnoseventils 28 mit einem zum Druckmittelvorratsbehälter 4 hin schließenden Rückschlagventil 27 enthalten. Eine Kolbenstange 24 koppelt die Schwenkbewegung des Bremspedals 1 infolge einer Pedalbetätigung mit der Translationsbewegung des ersten (Hauptzylinder-)Kolbens 15, 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.

In den an die Druckräume 17, 18 angeschlossenen Leitungsabschnitten 22a, 22b ist je ein Trennventil 23a, 23b angeordnet, welches als je ein elektrisch betätigbares, vorzugsweise stromlos offenes (SO-) Ventil ausgebildet ist. Durch die Trennventile 23a, 23b kann die hydraulische Verbindung zwischen den Druckräumen 17, 18 und den Bremskreisversorgungsleitungen 13a, 13b, z.B. in der Normalbremsfunktion / „Brake-by-wire“-Betriebsart, abgesperrt werden. Ein an den Leitungsabschnitt 22b angeschlossener Drucksensor 20 er-

fasst den im Druckraum 18 durch ein Verschieben des zweiten Kolbens 16 aufgebauten Druck.

Wegsimulator 3 ist hydraulisch an den Hauptbremszylinder 2 angekoppelt und besteht im Wesentlichen aus einer Simulatorkammer 29, einer Simulatorfederkammer 30 sowie einem die beiden Kammern 29, 30 voneinander trennenden Simulatorkolben 31. Simulatorkolben 31 stützt sich durch ein in Simulatorfederkammer 30 angeordnetes elastisches Element (z.B. eine Feder), welches vorteilhafterweise vorgespannt ist, am Gehäuse 21 ab. Die Simulatorkammer 29 ist mittels eines elektrisch betätigbaren Simulatorfreigabeventils 32 mit dem ersten Druckraum 17 des Tandemhauptbremszylinders 2 verbindbar. Bei Vorgabe einer Pedalkraft und aktiviertem Simulatorfreigabeventil 32 strömt Druckmittel vom Hauptbremszylinder-Druckraum 17 in die Simulatorkammer 29. Ein hydraulisch antiparallel zum Simulatorfreigabeventil 32 angeordnetes Rückschlagventil 34 ermöglicht unabhängig vom Schaltzustand des Simulatorfreigabeventils 32 ein weitgehend ungehindertes Zurückströmen des Druckmittels von der Simulatorkammer 29 zum Hauptbremszylinder-Druckraum 17.

Die elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung 5 ist als eine hydraulische Zylinder-Kolben-Anordnung bzw. ein einkreisiger elektrohydraulischer Aktuator ausgebildet, dessen Kolben 36 von einem schematisch angedeuteten Elektromotor 35 unter Zwischenschaltung eines ebenfalls schematisch dargestellten Rotations-Translationsgetriebes betätigbar ist. Der Kolben 36 begrenzt einen Druckraum 37. Ein Nachsaugen von Druckmittel in den Druckraum 37 ist durch ein Zurückfahren des Kolbens 36 bei geschlossenen Zuschaltventilen 26a, 26b möglich, indem Druckmittel aus dem Druckmittelvorratsbehälter 4 über ein als in Strömungs-

richtung zum Aktuator öffnendes Rückschlagventil ausgebildetes Nachsaugventil 52 in den Aktuatordruckraum 37 strömen kann.

Zur Erfassung einer für die Position/Lage des Kolbens 36 der Druckbereitstellungseinrichtung 5 charakteristischen Größe s ist ein Sensor 44 vorhanden, welcher beispielsweise als ein der Erfassung der Rotorlage des Elektromotors 35 dienender Rotorlagensensor ausgeführt ist. Andere Sensoren sind ebenso denkbar, z.B. ein Wegsensor zur Erfassung der Position/Lage des Kolbens 36. Anhand der für die Position/Lage des Kolbens 36 charakteristischen Größe ist eine Bestimmung des von der Druckbereitstellungseinrichtung 5 abgegebenen oder aufgenommenen Druckmittelvolumens V möglich. Zum Erfassen des von der Druckbereitstellungseinrichtung 5 erzeugten Druckes P ist ein vorzugsweise redundant ausgeführter Drucksensor 19 vorgesehen.

In Fig. 2 ist ein Ausschnitt der beispielsweise Bremsanlage der Fig. 1 zur Erläuterung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens schematisch dargestellt. Es sind die Druckbereitstellungseinrichtung 5 mit Kolben 36, der Drucksensor 19 zur Bestimmung des Bremsensystemdruckes P der Druckbereitstellungseinrichtung, die Radbremsen FL, RR, FR, RL bzw. 8, 9, 10, 11, die Einlassventile 6a-6d mit parallel geschalteten Rückschlagventilen 50a-50d, welche jeweils in der hydraulischen Verbindung zwischen Druckbereitstellungseinrichtung 5 und Einlassventil angeordnet sind, und die Auslassventile 7a-7d dargestellt, welche jeweils in der hydraulischen Verbindung zwischen Radbremse und Druckmittelvorratsbehälter angeordnet sind. Unterhalb der jeweiligen Radbremse 8, 9, 10, 11 sind weiterhin Diagramme mit dem jeweiligen zeitlichen Verlauf der Ansteuergröße I der Einlassventile 6a, 6b, 6c, 6d, wel-

che mit I^8 , I^9 , I^{10} , I^{11} bezeichnet sind, sowie des Radbremsdrucks p der einzelnen Radbremsen 8, 9, 10, 11, welche mit p^8 , p^9 , p^{10} , p^{11} bezeichnet sind, dargestellt. Beispielsgemäß werden die Einlassventile mit einem Strom angesteuert, weshalb im Folgenden der Begriff Ansteuerstrom I verwendet wird.

Vom Zeitpunkt $t=0$ bis zum Zeitpunkt $t=t_0$ wird durch die Druckbereitstellungseinrichtung der Bremsdruck in allen Radbremsen 8, 9, 10, 11 gemeinsam und gleichzeitig von Null auf einen Wert P_1 aufgebaut und dann auf dem Druckniveau P_1 bis Zeitpunkt $t=t_1$ konstant gehalten. Es wird also beispielsweise gemäß von einem zunächst in allen Radbremsen 8, 9, 10, 11 gleichen Druck P_1 ausgegangen, welcher gleich dem Druck der Druckbereitstellungseinrichtung 5 ist. Danach soll an den Radbremsen 8 und 11 ein Bremsdruckaufbau auf unterschiedliche Solldrücke durchgeführt werden, während der Druck in den Radbremsen 9 und 10 gehalten werden soll (Solldrücke $p^9_{\text{soll}} = p^{10}_{\text{soll}} = P_1$). Diese radindividuellen Solldrücke bzw. zeitlichen Solldruckverläufe p^n_{soll} ($n=8, 9, 10$ oder 11) für die Radbremsen 8, 9, 10, 11 werden, z.B. von einer Regelfunktion der Bremsanlage (z.B. einer Antiblockierfunktion (ABS: Antiblockiersystem), einer Fahrdynamikregelfunktion (ESC: Electronic Stability Control), einer Abstandsregelfunktion (ACC: Active Cruise Control), o.ä.), vorgegeben.

Zu Beginn der radindividuellen Bremsdruckregelung zum Zeitpunkt t_1 werden alle Einlassventile 6a, 6b, 6c, 6d geschlossen, d.h. mit einem Ansteuerstrom größer Null angesteuert. Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Druckaufbau an den beiden Radbremsen 8 und 11 sequenziell durchgeführt, d.h. es wird zuerst ein Druckaufbau nur an Radbremse 8 („aktive“ Rad-

bremse bzw. erste vorbestimmte (ausgewählte) Gruppe A_1 von Radbremsen), dann ein Druckaufbau nur an Radbremse 11 (nächste „aktive“ Radbremse bzw. zweite vorbestimmte Gruppe A_2), dann wieder ein Druckaufbau nur an Radbremse 8 (dritte vorbestimmte Gruppe A_3) und so weiter durchgeführt. D.h. die Druckaufbau-Phasen der vorbestimmten Gruppen A_1 , A_2 , A_3 ,... werden sequenziell durchgeführt.

Da zuerst an Radbremse 8 ein Druckaufbau durchgeführt werden soll, ist Radbremse 8 einziges Mitglied der ersten vorbestimmten Gruppe A_1 von Radbremsen. Die Einlassventile 6b, 6c, 6d der nicht zur Gruppe A_1 gehörenden Radbremsen 9, 10, 11 werden zum Zeitpunkt t_1 (bis zum Zeitpunkt t_2) derart angesteuert, dass die Einlassventile 6b, 6c, 6d geschlossen sind und nicht überströmt werden können. Die entsprechenden Ansteuerströme I^9 , I^{10} , I^{11} werden daher auf einen Stromwert I_c eingestellt, der das geschlossen bleiben der Einlassventile 6b, 6c, 6d sicher stellt. Das Einlassventil 6a der Radbremse 8 der ersten vorbestimmten Gruppe A_1 wird derart angesteuert, dass das Einlassventil 6a geschlossen, aber mittels der Druckbereitstellungseinrichtung 5 überströmbar ist. Der Ansteuerstrom I^8 , wird daher auf einen Stromwert I_1 eingestellt, der kleiner als der Wert I_c ist. Das Einlassventil 6a wird mit mindestens dem Stromwert (Schwellenwert I_{grenz}) beaufschlagt, der dem Differenzdruck zwischen dem Solldruck p^8_1 , auf den hin der Radbremsdruck erhöht werden soll, und dem kleinsten bekannten Radbremsdruck in einem anderen Radbremskreis, hier also P_1 , entspricht. Der Schwellenwert kann z.B. anhand der vorgegebenen Schließkennlinie des Einlassventils bestimmt werden. Der am Einlassventil 6a eingestellte Stromwert I_1 ist also größer gleich dem ventilabhängigen Schwellenwert I_{grenz} ($I_1 \geq I_{\text{grenz}}$). Der Ansteuerstromwert I_1 wird aber auch nicht wesentlich oberhalb dieses Mindestwertes I_{grenz} gewählt, so

dass ein Überströmen des Ventils 6a leicht möglich ist.

Der Druckaufbau in der Radbremse 8 auf den vorgegebene Solldruckwert p_1^8 wird durch Verschieben eines Druckmittelvolumens V_A in die vorbestimmte Gruppe A_1 , d.h. in die Radbremse 8, mittels der Druckbereitstellungseinrichtung 5 durchgeführt. Aufgrund der oben beschriebenen Wahl der Ansteuerströme wird dabei das Einlassventil 6a der Radbremse 8 überströmt und die Einlassventile 6b, 6c, 6d der übrigen Radbremsen 9, 10, 11 bleiben geschlossen, d.h. die Ventile geben nicht dem Bremssystemdruck nach und öffnen nicht. Das Überströmen erfolgt mittels Volumen- bzw. Positionssteuerung der Druckbereitstellungseinrichtung 5. Hierzu ist für jede Radbremse n , $n=8, 9, 10$ oder 11 , ein Druck-Volumen-Zusammenhang F^n vorgegeben, welcher den Druckmittelbedarf bzw. die Druckmittelvolumenaufnahme (Radaufnahmevermögen) V^n der Radbremse n in Abhängigkeit vom Bremsdruck p^n beschreibt ($V^n=F^n(p^n)$). Die Druck-Volumen-Zusammenhänge sind z.B. in einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit abgespeichert. Beispielsgemäß wird unter Berücksichtigung des vorgegebenen Druck-Volumen-Zusammenhangs F^8 der Radbremse 8 das dem Solldruck p_1^8 zugeordnete Radaufnahmevermögen V^8 bestimmt und das entsprechende Volumen V_A über das Einlassventil 6a mittels der Druckbereitstellungseinrichtung 5 in die Radbremse 8 hineindrückt. Nach erfolgtem Verschieben des Druckmittelvolumens V_A bzw. erfolgtem Druckaufbau an Radbremse 8 wird zum Zeitpunkt t_2 das Einlassventil 6a der Radbremse 8 fest geschlossen, d.h. der Ansteuerstrom I^8 auf den Wert I_c erhöht.

Eine Plausibilisierung des Vorgangs kann noch über die Beobachtung des (mittels Drucksensor 19) sensierten Bremssystemdruckes P und den Strom-Druck-Kalibrierdaten des Einlassventils 6a erfolgen (Bremssystemdruck = Soll-

Radbremmsdruck + Solldruckdifferenz am Ventil).

Da der Bremssystemdruck P immer über allen Radbremssdrücken P^n liegt, kann auch kein Druckmittelvolumen über die Rückschlagventile 50a-50d entweichen.

Beispielsgemäß erfolgt vom Zeitpunkt t_2 bis zum Zeitpunkt t_3 ein Druckaufbau an Radbremse 11 auf einen vorgegebenen Solldruck p^{11}_1 . Radbremse 11 ist also einziges Mitglied einer zweiten vorbestimmten Gruppe A_2 von Radbremsen. Die Einlassventile 6a, 6b, 6c der nicht zur Gruppe A_2 gehörenden Radbremsen 8, 9, 10 werden zum Zeitpunkt t_2 (bis zum Zeitpunkt t_3) derart angesteuert, dass die Einlassventile 6a, 6b, 6c geschlossen sind und nicht überströmt werden können. Die Ansteuerströme I^8 , I^9 , I^{10} der nicht zur vorbestimmten Gruppe A_2 gehörenden Radbremsen werden bzw. bleiben daher auf einen Stromwert I_c eingestellt, der sicher stellt, dass die Einlassventile 6a, 6b, 6c nicht dem Druck der Druckbereitstellungseinrichtung nachgeben und öffnen. Das Einlassventil 6d der Radbremse 11 der zweiten vorbestimmten Gruppe A_2 wird derart angesteuert, dass das Einlassventil 6d geschlossen, aber mittels der Druckbereitstellungseinrichtung 5 überströmbar ist. Der Ansteuerstrom I^8 , wird daher auf einen Stromwert I_2 eingestellt, der kleiner als der Wert I_c ist. Die Wahl des Stromwerts I_2 entspricht der Vorgehensweise, welche oben für das Einlassventil 6a beschrieben wurde. Der Druckaufbau in der Radbremse 11 auf den vorgegebene Solldruckwert p^{11}_1 wird durch Verschieben eines Druckmittelvolumens V_A in die vorbestimmte Gruppe A_2 , d.h. in die Radbremse 11, mittels der Druckbereitstellungseinrichtung 5 durchgeführt. Aufgrund der beschriebenen Wahl der Ansteuerströme wird dabei nur das Einlassventil 6d der Radbremse 11 überströmt. Das zu verschiebende Volumen V_A wird, entsprechend wie oben bereits be-

schrieben, unter Berücksichtigung des vorgegebenen Druck-Volumen-Zusammenhangs F^{11} der Radbremse 11 und des Soll-drucks p^{11}_1 bestimmt. Ab Zeitpunkt t_3 wird das Einlassventil 6d wieder fest verschlossen (Ansteuerstromwert I_c).

Nach erfolgtem Druckaufbau an Radbremse 11 erfolgt beispielsweise vom Zeitpunkt t_3 an wieder ein Druckaufbau an der Radbremse 8 auf einen vorgegebenen Solldruck p^8_2 durch Überströmen des Einlassventils 6a, usw.

In dieser Art wird beispielsweise mittels der Druckbereitstellungseinrichtung 5 sequenziell der Druck in den beiden Radbremsen 8 und 11 aufgebaut. Es findet für jeweils eine Radbremse eine Druckaufbaudosierung durch Volumensteuerung bzw. Positionssteuerung der Druckbereitstellungseinrichtung 5 bzw. deren Aktuators statt, und zwar für die Untergruppe von Radbremsen mit dem größeren Radbremsdrucksollwert. Die Einlassventile 6c, 6d der Radbremsen 9, 10 mit dem niedrigeren Druckniveau, an welchen der Radbremsdruck gehalten oder auch abgebaut werden soll, sind die ganze Zeit über fest geschlossen (Ansteuerstrom der Einlassventile 6b, 6c gleich dem Wert I_c). In den Radbremsen 8 und 11 findet eine Druckaufbaudosierung mittels Multiplex-Aktuator-Wegsteuerung statt.

Beispielsgemäß wird also in verschiedenen Radbremsen 8, 11, 8, ... ein Druckaufbau sequenziell durchgeführt, wobei in aufeinanderfolgenden Zeitintervallen verschiedene einzelne Radbremsen der vorbestimmten Gruppe A_1, A_2, A_3, \dots angehören, in welcher ein Druckaufbau durch Überströmen des Einlassventils der Radbremse 8, 11, 8, ... durchgeführt wird.

Fig. 3, anhand welcher ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert wird, entspricht

weitestgehend der Fig. 2. Im Unterschied zu Fig. 2 ist in den Diagrammen mit dem jeweiligen zeitlichen Verlauf des Ansteuerstroms I der Einlassventile 6a, 6b, 6c, 6d und dem Radbremsdruck p der Radbremsen 8, 9, 10, 11 zusätzlich für die Radbremsen 9 und 10 der zeitlichen Verlauf des Ansteuerstroms J der Auslassventile 7b, 7c dargestellt, welcher mit J^9 und J^{10} bezeichnet wird. Der Ansteuerstrom J der Auslassventile 7a, 7d ist für die dargestellte Zeit Null und deshalb in den Diagrammen zu Radbremse 8 und 11 nicht dargestellt. Der Bremsdruckverlauf sowie das Verfahren zum Druckaufbau an den Radbremsen 8 und 11 entspricht dem von Fig. 2. Unabhängig von dem Druckaufbau an den Radbremsen 8, 11 wird beispielsweise eine Druckabsenkung an den Radbremsen 9 und 10 durchgeführt. Die Bestromung der Einlassventile 6a, 6b, 6c, 6d entspricht der Bestromung des in Fig. 2 dargestellten Beispiels. Zum Druckabbau an den Radbremsen 9 und 10 werden zum Zeitpunkt t_1 zusätzlich die stromlos geschlossenen Auslassventile 7b, 7c bestromt, so dass die Auslassventile 7b, 7c öffnen und Druckmittelvolumen in einen Druckmittelvorratsbehälter 4 abfließen kann. Beispielsgemäß sind die Auslassventile analogisierte oder analog angesteuerte Ventil. Es findet also an den Radbremsen 8, 11 eine Druckaufbaudosierung mittels Multiplex-Aktuator-Wegsteuerung und an den Radbremsen 9, 10 eine Druckabbaudosierung mittels Auslassventil-Drucksteuerung statt.

In Fig. 4 ist ein Ausschnitt der beispielsweise Bremsanlage der Fig. 1 zur Erläuterung eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens schematisch dargestellt. Der Ausschnitt der Bremsanlage entspricht dem der Fig. 2. Auch in Fig. 4 sind unterhalb der jeweiligen Radbremse 8, 9, 10, 11 Diagramme mit dem jeweiligen zeitlichen Verlauf der Ansteuergrößen (Ansteuerströme) I^8 , I^9 , I^{10} , I^{11} der Einlassventile 6a, 6b, 6c, 6d, der Radbrems-

druck p^8 , p^9 , p^{10} , p^{11} der einzelnen Radbremsen 8, 9, 10, 11 sowie der Ansteuergrößen (Ansteuerströme) J^9 , J^{10} der Auslassventile 7b, 7c dargestellt. Vom Zeitpunkt $t=0$ bis zum Zeitpunkt $t=t_{10}$ wird durch die Druckbereitstellungseinrichtung der Bremsdruck in allen Radbremsen 8, 9, 10, 11 gemeinsam und gleichzeitig von Null auf einen Wert P_1 aufgebaut und dann auf dem Druckniveau P_1 bis Zeitpunkt $t=t_{11}$ konstant gehalten. Danach soll an den Radbremsen 8 und 11 ein Bremsdruckaufbau auf die unterschiedliche Solldrücke p^8_{soll} und p^{11}_{soll} (mit $p^{11}_{\text{soll}} < p^8_{\text{soll}}$) durchgeführt werden, während der Druck in den Radbremsen 9 und 10 auf unterschiedliche Solldrücke abgebaut soll.

Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Druckaufbau an den beiden Radbremsen 8 und 11 zumindest zeitweise simultan durchgeführt. Es wird zuerst ein simultaner Druckaufbau an den Radbremse 8 und 11 („aktive“ Radbremsen 8 und 11 bzw. erste vorbestimmte (ausgewählte) Gruppe A_1 von Radbremsen) durchgeführt. Dann wird der Druckaufbau nur an Radbremse 8 fortgesetzt („aktive“ Radbremse 8 bzw. zweite vorbestimmte Gruppe A_2). In dem Sinne werden die Druckaufbau-Phasen der vorbestimmten Gruppen A_1 , A_2 , ... auch hier sequenziell durchgeführt.

Zu Beginn der radindividuellen Bremsdruckregelung zum Zeitpunkt t_{11} werden alle Einlassventile 6a, 6b, 6c, 6d geschlossen, d.h. mit einem Ansteuerstrom größer Null angesteuert. Dabei werden die Einlassventile 6b, 6c zu Radbremse 9, 10, welche nicht zu der ersten vorbestimmten Gruppe A_1 gehören, mit einem hohen Ansteuerstrom I^9 , I^{10} des Werts I_c geschlossen, der sicherstellt, dass die Ventile 6b, 6c nicht öffnen bzw. überströmt werden. Die Einlassventile 6a, 6d der Radbremsen 8, 11 der ersten vorbestimmten Gruppe A_1 , an welchen der Druckaufbau gleichzeitig erfolgen soll, wer-

den mit deutlich niedrigeren Ansteuerströmen der Größe I_{11}^8 und I_{11}^{11} geschlossen, was ein Überströmen der Einlassventile 6a, 6d mittels der Druckbereitstellungseinrichtung 5 ermöglicht. Hierbei werden die Einlassventile 8 und 11 mit Stromwerten beaufschlagt, die den gleichen Differenzdruck (dem niedrigsten aus der aktuellen Anforderung) repräsentieren. Der Druckaufbau in den Radbremsen 8, 11 der vorbestimmten Gruppe A_1 auf den niedrigsten vorgegebene Soll-druckwert p_{soll}^{11} der Gruppe A_1 wird durch Verschieben eines Druckmittelvolumens V_A mittels der Druckbereitstellungseinrichtung 5 durchgeführt. Aufgrund der oben beschriebenen Wahl der Ansteuerströme werden dabei die Einlassventile 6a, 6d überströmt und die Einlassventile 6b, 6c der übrigen Radbremsen 10, 11 bleiben geschlossen, d.h. die Ventile geben nicht dem Bremssystemdruck nach und öffnen nicht. Das Überströmen erfolgt mittels Volumen- bzw. Positionssteuerung der Druckbereitstellungseinrichtung 5 anhand der vorgegebenen Druck-Volumen-Zusammenhänge F^n der Radbremsen $n=8, 9, 10, 11$. Beispielsgemäß werden unter Berücksichtigung der Druck-Volumen-Zusammenhänge F^8 und F^{11} der Radbremsen 8, 11 die dem Solldruck p_{soll}^{11} zugeordneten Radaufnahmevermögen V^8 und V^{11} bestimmt. Das entsprechende Volumen $V_A = V^8 + V^{11}$ wird dann über die Einlassventile 6a, 6d in die Radbremsen 8, 11 hineindrückt. Dieser Vorgang wird solange durchgeführt, bis das für die Radbremsen der vorbestimmten Gruppe A_1 zusammen erforderliche Druckmittelvolumen von der Druckbereitstellungseinrichtung 5 zur Verfügung gestellt wurde. Nach erfolgtem Verschieben des Druckmittelvolumens V_A wird zum Zeitpunkt t_{12} das Einlassventil 6d der Radbremse fest geschlossen, d.h. der Ansteuerstrom I^{11} auf den Wert I_c erhöht. In Radbremse 11 ist dann der gewünschte Solldruck p_{soll}^{11} erreicht.

Eine Fortsetzung des Druckaufbaus erfolgt dann an den Rad-

bremsen der nächsten vorbestimmten Gruppe A_2 , beispielsweise gemäß an Radbremse 8. Der Ansteuerstrom des Einlassventils 6a bleibt daher beispielsweise auf dem Wert I_{11}^8 , so dass der Bremsdruckaufbau in der Radbremse 8 durch Überströmen des Einlassventils 6a durch Verschieben eines entsprechenden, z.B. anhand des Druck-Volumen-Zusammenhangs F^8 und des Solldrucks p_{soll}^8 bestimmten, Druckmittelvolumens V_A mittels der Druckbereitstellungseinrichtung fortgesetzt wird. Zum Zeitpunkt t_{13} wurde das Druckmittelvolumen V_A verschoben und auch das Einlassventil 6a wird fest verschlossen (Ansteuerstromwert I_C). Der gewünschte Solldruck p_{soll}^8 ist in Radbremse 8 erreicht.

Entsprechende Verfahren mit z.B. einem simultanen Druckaufbau an zunächst drei Radbremsen, dann einem simultanen Druckaufbau an zwei Radbremsen und dann einem Druckaufbau an einer Radbremse werden analog durchgeführt. Allgemein umfasst eine vorbestimmte Gruppe ein oder mehreren Radbremsen.

Es ist auch denkbar, dass zunächst ein simultaner Druckaufbau an z.B. drei Radbremsen durchgeführt wird, und der nachfolgende weitere Druckaufbau an zwei Radbremsen sequenziell (und nicht simultan) durchgeführt wird. Eine Mischung der beispielsweise Verfahren von Fig. 2 und 4 ist also im Sinne der Erfindung.

Für einen, vom Druckaufbau an den Radbremsen 8, 11 unabhängigen, Druckabbau an den Radbremsen 9 und 10 werden die stromlos geschlossenen Auslassventile 6b, 6c bestromt, d.h. Erhöhung des Ansteuerstroms J^9 , J^{10} ab Zeitpunkt t_{11} , so dass die Auslassventile 6b, 6c öffnen und Druckmittelvolumen in einen Druckmittelvorratsbehälter 4 abfließen kann. Es findet also beispielsweise an den Radbremsen 8 und 11

eine Druckaufbaudosierung mittels Multiplex-Aktuator-Wegsteuerung und an den Radbremsen 9 und 10 eine Druckabbaudosierung mittels Auslassventil-Drucksteuerung statt.

Ein Vorteil des beispielgemäßen Verfahrens ist es, dass der parallele Druckaufbau frei von Crossflow-Effekten (direkte Strömung von einem Radbremskreis zu einem Anderen) ist, da der Druck der Druckbereitstellungseinrichtung immer höher ist. Der beispielsgemäße parallele Druckaufbau ist damit genauer als simultane Druckeinstellungen mit Multiplexventilen.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren kann ebenso mit einer Zwei- oder Mehr-Kolben-Rückförderpumpe, wie sie an sich aus bekannten ESC-Bremsanlagen bekannt ist, durchgeführt werden. Die Pumpe ist hierzu mit einem sog. Pumpenpositionssensor ausgestattet. Die Ansteuerung des Ansteuermotors der Pumpe ist derart ausgebildet, dass eine gute Positionierbarkeit des Pumpenexzentrers möglich ist.

In Fig. 5 ist ein Ausschnitt einer an sich bekannten ESC-Bremsanlage dargestellt. Diese Bremsanlage ist ebenso zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet. Der Ausschnitt zeigt u.a. die Radbremsen 8, 9, 10, 11, die Einlassventile 6a-6d mit Rückschlagventilen 50a-50d, die Auslassventile 7a-7d, ein, z.B. stromlos offenes, Trennventil 101a, 101b je Bremskreis I, II, welches in der hydraulischen Verbindungsleitung von einem Druckraum 17, 18 des nicht dargestellten Hauptbremszylinders 2 (THZ) zu den Einlassventilen angeordnet ist, und eine Zwei-Kolben-Rückförderpumpe 100 mit einem Pumpenpositionssensor 102. Die Auslassventile 7a-7d sind ausgangsseitig mit einem Niederdruckspeicher 4' je Bremskreis I, II verbunden. In Fig. 5b sind unterhalb der Radbremsen 8 und 11 die Dia-

gramme mit dem jeweiligen zeitlichen Verlauf der Ansteuergröße I^8 und I^{11} der Einlassventile 6a und 6d, sowie der Radbremsdrücke p^8 und p^{11} der Radbremsen 8 und 11 dargestellt. Die Diagramme für die Radbremsen 9 und 10 wurden der besseren Übersichtlichkeit wegen weggelassen. Der Bremsdruckverlauf sowie das Verfahren zum Druckaufbau an den Radbremsen 8 und 11 entspricht dem anhand von Fig. 2 beschriebenen Verfahren. Entsprechend entspricht die Bestromung der Einlassventile 6a, 6d (wie auch die nicht dargestellte Bestromung der Einlassventile 6b, 6c) der Bestromung des in Fig. 2 dargestellten Beispiels.

Da die beiden Bremskreise I und II kinematisch hydraulisch zwangsgekoppelt sind, ist bei einem Druckaufbau in einem der Bremskreise ein unerwünschter Druckaufbau in dem „anderen“ Bremskreis dadurch zu vermeiden, dass das Trennventil 101 dieses Kreises mit einem geringen Schließstrom beaufschlagt wird, während die Einlassventile voll bestromt geschlossen gehalten werden.

Bei bekannten Bremsanlagen, bei welchen die Druckmodulation mittels einer hochdynamischen Druckbereitstellungseinrichtung mit einem Aktuator und radindividueller Multiplexventile durchgeführt wird, erfolgt die radindividuelle Druckeinstellung an den einzelnen Radbremsen sequenziell in der Weise, dass das der einzelnen Radbremse zugeordnete Multiplexventil voll geöffnet wird. Damit wird Druckgleichheit zwischen der Radbremse und der Druckbereitstellungseinrichtung hergestellt und die Druckeinstellung erfolgt mittels Aktuatorverstellung (Vor- oder Rückhub). Hierbei wird entweder direkt der der Druckbereitstellungseinrichtung zugeordnete Drucksensor für die Druckeinstellung verwendet oder, z.B. bei sehr schnellen Vorgängen, die aus der Volumenaufnahme-Kennlinie rückgerechnete Volumenänderung (Posi-

tionsregelkreis des Aktuators). Dieses Multiplex-Verfahren besitzt den Nachteil, dass bei einer komfortorientierten (d.h. langsamen) radindividuellen Vier-Radregelung prinzipbedingte signifikante Geräusch-Probleme, sog. NVH-Probleme (NHV: Noise Vibration Harshness), auftreten. Die Ursachen für die Geräuschkentstehung sind im Wesentlichen darin begründet, dass der Aktuator vier unterschiedliche Drücke in sehr hoher Frequenz einzeln (nacheinander) einstellen muss, da sich sonst eine zu hohe Stufigkeit des Druckverlaufs nachteilig auf das Bremsverhalten auswirken würde. Diese hohe Frequenz erfordert sehr schnelle Reversier-Vorgänge des Aktuators, die zum einen zunächst vom Aktuator erst einmal leistbar sein müssen (hohe Kosten für den Aktuator) und zum andere zu der damit verbundenen Geräuschkentstehung führen. Weiterhin müssen die Multiplexventile in schneller Folge in höchster Geschwindigkeit (vollständig) geöffnet und (vollständig) geschlossen werden. Dies ist notwendig, da erst die schnelle Betätigung der Ventile die hohe Multiplexfrequenz ermöglicht. Dies führt zu entsprechend lauten Anschlaggeräuschen innerhalb der Ventile, die sich über das Gesamtaggregate an die Fahrzeugspritzwand ausbreiten. Ebenso werden die Druckmittelsäulen in den Bremsleitungen extrem schnell beschleunigt und wieder abgebremst. Durch die Induktivität des Druckmittels entstehen die bekannten Geräuscheffekte.

Durch die Erfindung wird eine fein dosierte Regelung der Bremsdrücke der Radbremsen bei gleichzeitig möglichst geringer Geräuschkentwicklung ermöglicht. Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es, dass der Aktuator der Druckbereitstellungseinrichtung bei einem radindividuellen Druckaufbau nicht reversieren muss und damit bereits die hiermit verbundene Geräuschkentstehung unterbunden ist. Ebenso entfallen die häufigen Ein- und Ausschaltvorgänge

(Schließ- und Öffnungsvorgänge) der Einlassventile. Die Einlassventile sind während der Druckeinstellungen kontinuierlich geschlossen und werden nur überströmt, womit die Anschlaggeräusche stark reduziert sind (kein Anschlagen am hinteren Anschlag, langsames und kraftarmes (geringer Stromüberschuss) Schließen bei Beendigung des Druckaufbaus). Wegen der deutlich geringeren Frequenz ist auch der maximal erwartete Druckgradient deutlich geringer, was die Geräuscheffekte durch die Induktivität des Druckmittels („Druckschläge“) deutlich verringert.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es, dass Druckabbaubedarfe völlig unabhängig zeitgleich über die Auslassventile 7a-7d erfolgen können (siehe z.B. Fig. 3 und 4).

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Betreiben einer Bremsanlage für Kraftfahrzeuge mit

- mehreren Radbremsen (8, 9, 10, 11), für welche radindividuelle Solldrücke (p_{Soll}^n) vorgegeben werden,
- einer elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtung (5, 100), die ein Druckmittelvolumen (V) zur Betätigung der Radbremsen abgeben kann, wobei das von der Druckbereitstellungseinrichtung abgegebene Druckmittelvolumen bestimmbar ist (44, 102), und
- je Radbremse einem zwischen Druckbereitstellungseinrichtung und Radbremse angeordneten, analogisierten oder analog angesteuerten Einlassventil (6a-6d), welches mittels einer elektrischen Ansteuergröße (I^n) angesteuert wird, und insbesondere einem elektrisch ansteuerbaren Auslassventil (7a-7d), zum Einstellen radindividueller Bremsdrücke (p^n), wobei den Einlassventilen jeweils ein in Richtung der Druckbereitstellungseinrichtung öffnendes Rückschlagventil (50a-50d) parallel geschaltet ist,

dadurch **gekennzeichnet**, dass für jede Radbremse ein Druck-Volumen-Zusammenhang (F^n) vorgegeben wird, dass zu Beginn einer radindividuellen Bremsdruckregelung alle Einlassventile (6a-6d) geschlossen werden und dass ein Druckaufbau in einer vorbestimmten Gruppe (A_1, A_2) von ein oder mehreren Radbremsen (8; 11; 8, 11) durch Verschieben eines Druckmittelvolumens (V_A) in die vorbestimmte Gruppe (A_1, A_2) von Radbremsen mittels der Druckbereitstellungseinrichtung (5, 100) durchgeführt

wird, wobei jedes Einlassventil der ein oder mehreren Radbremsen (8; 11; 8, 11) der vorbestimmte Gruppe (A_1 , A_2) derart angesteuert wird, dass das Einlassventil überströmt wird, und wobei jedes Einlassventil der übrigen Radbremsen (9, 10, 11; 8, 9, 10; 9, 10) derart angesteuert wird, dass das Einlassventil geschlossen bleibt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass das von der Druckbereitstellungseinrichtung zu verschiebende Druckmittelvolumen (V_A) anhand des oder der Druck-Volumen-Zusammenhänge (F^n) und des oder der Soll-drücke (P_{soll}^n) der ein oder mehreren Radbremsen der vorbestimmten Gruppe (A_1 , A_2) bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Verschieben des Druckmittelvolumens (V_A) durch eine Volumensteuerung oder Wegsteuerung der Druckbereitstellungseinrichtung, insbesondere unter Berücksichtigung des oder der Druck-Volumen-Zusammenhänge (F^n) und des oder der Soll-drücke (p_{soll}^n) der ein oder mehreren Radbremsen der vorbestimmten Gruppe (A_1 , A_2), erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass in verschiedenen Gruppen von ein oder mehreren Radbremsen ein Druckaufbau sequenziell (t_1 , t_2 , t_3) durchgeführt wird, wobei in aufeinanderfolgenden Zeitintervallen verschiedene Gruppen von ein oder mehreren Radbremsen der vorbestimmten Gruppe angehören und ein Druckaufbau durch Überströmen der Einlassventile der Radbremsen der jeweils vorbestimmten Gruppe durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass für jedes Einlassventil eine Ansteuercharakteristik, insbesondere eine Öffnungskennlinie oder eine Schließkennlinie, welche eine Abhängigkeit der elektrischen Ansteuergröße (I^n) von einem an dem Einlassventil anliegenden Differenzdruck (Δp) oder Druck (p) beschreibt, vorgegeben ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass, wenn der Druck an den ein oder mehreren Radbremsen der vorbestimmten Gruppe (A_1, A_2) auf einen vorgegebene Enddruck ($p^8_1, p^{11}_1, p^8_2; p^{11}_{soll}, p^8_{soll}$) aufgebaut werden soll, die ein oder mehreren Einlassventile dieser Radbremsen jeweils mit einer Ansteuergröße angesteuert werden, deren Wert mindestens einen Schwellenwert (I_{grenz}) besitzt, der dem Differenzdruck zwischen dem vorgegebenen Enddruck und dem geringsten Druck der übrigen Radbremsen entspricht.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass für jedes Einlassventil ein dem Differenzdruck entsprechender Schwellenwert aus einer vorgegebenen Ansteuercharakteristik, insbesondere einer Schließkennlinie, des Einlassventils bestimmt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Ansteuergröße den jeweiligen Schwellenwert (I_{grenz}) um nicht mehr als einen vorgegebenen Betrag (ΔI) übersteigt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass, um in einer Gruppe von zwei oder mehr vorgegebenen Radbremsen (8, 11) einen Druckaufbau

auf unterschiedliche, radindividuelle Solldrücke (p_{soll}^8 , p_{soll}^{11}) durchzuführen, zunächst alle vorgegebenen Radbremsen der vorbestimmten Gruppe (A_1) zugewiesen werden und ein gleichzeitiger Druckaufbau auf den niedrigsten Solldruck (p_{soll}^{11}) der Solldrücke der vorgegebenen Radbremsen (8, 11) durch Überströmen der Einlassventile der Radbremsen der vorbestimmten Gruppe (A_1) durchgeführt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass, nachdem ein vorbestimmtes Druckmittelvolumen (V_A) in die vorbestimmte Gruppe (A_1) verschoben wurde, jedes Einlassventil (6d) der Radbremsen (11) der vorbestimmten Gruppe, deren Solldruck dem niedrigsten Solldruck (p_{soll}^{11}) entspricht, derart angesteuert wird, dass das Einlassventil (6d) nicht mehr überströmt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass diejenigen vorgegebenen Radbremsen (8) mit einem Solldruck (p_{soll}^8), der höher als der niedrigste Solldruck (p_{soll}^{11}) ist, der vorbestimmten Gruppe (A_2) zugewiesen werden, und dass in dieser vorbestimmten Gruppe (A_2) ein Druckaufbau auf den nächst höheren Solldruck durch Überströmen der Einlassventile (6a) der Radbremsen (8) durchgeführt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass der von der Druckbereitstellungseinrichtung (5, 100) bereitgestellte Bremssystemdruck (P) bestimmt wird (19) und zur Überwachung, insbesondere des Druckaufbaus, herangezogen wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, dass der von der Druckbereitstellungs-

einrichtung (5, 100) bereitgestellte Bremsdruck (P) jederzeit größer als der größte Druck in einer der Radbremsen ist.

14. Bremsanlage für Kraftfahrzeuge mit

- mehreren Radbremsen (8, 9, 10, 11),
- einer elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtung (5, 100), die ein Druckmittelvolumen (V) zur Betätigung der Radbremsen (8-11) abgeben kann, wobei das von der Druckbereitstellungseinrichtung abgegebene Druckmittelvolumen (V) bestimmbar ist (44, 102),
- einem mittels eines Bremspedals (1) betätigbaren Hauptbremszylinder (2), welcher insbesondere mit den Radbremsen trennbar (23a, 23b) verbunden ist,
- je Radbremse einem zwischen Druckbereitstellungseinrichtung und Radbremse angeordneten, analogisierten oder analog angesteuerten Einlassventil (6a-6d), welches mittels einer elektrischen Ansteuergröße (I^n) angesteuert wird, und insbesondere einem elektrisch ansteuerbaren Auslassventil (7a-7d), wobei den Einlassventilen jeweils ein in Richtung der Druckbereitstellungseinrichtung öffnendes Rückschlagventil (50a-50d) parallel geschaltet ist, und
- einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit (12) zur Ansteuerung der Druckbereitstellungseinrichtung sowie der Einlass- und Auslassventile,

dadurch **gekennzeichnet**, dass in der elektronischen Steuer- und Regeleinheit (12) ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 durchgeführt wird.

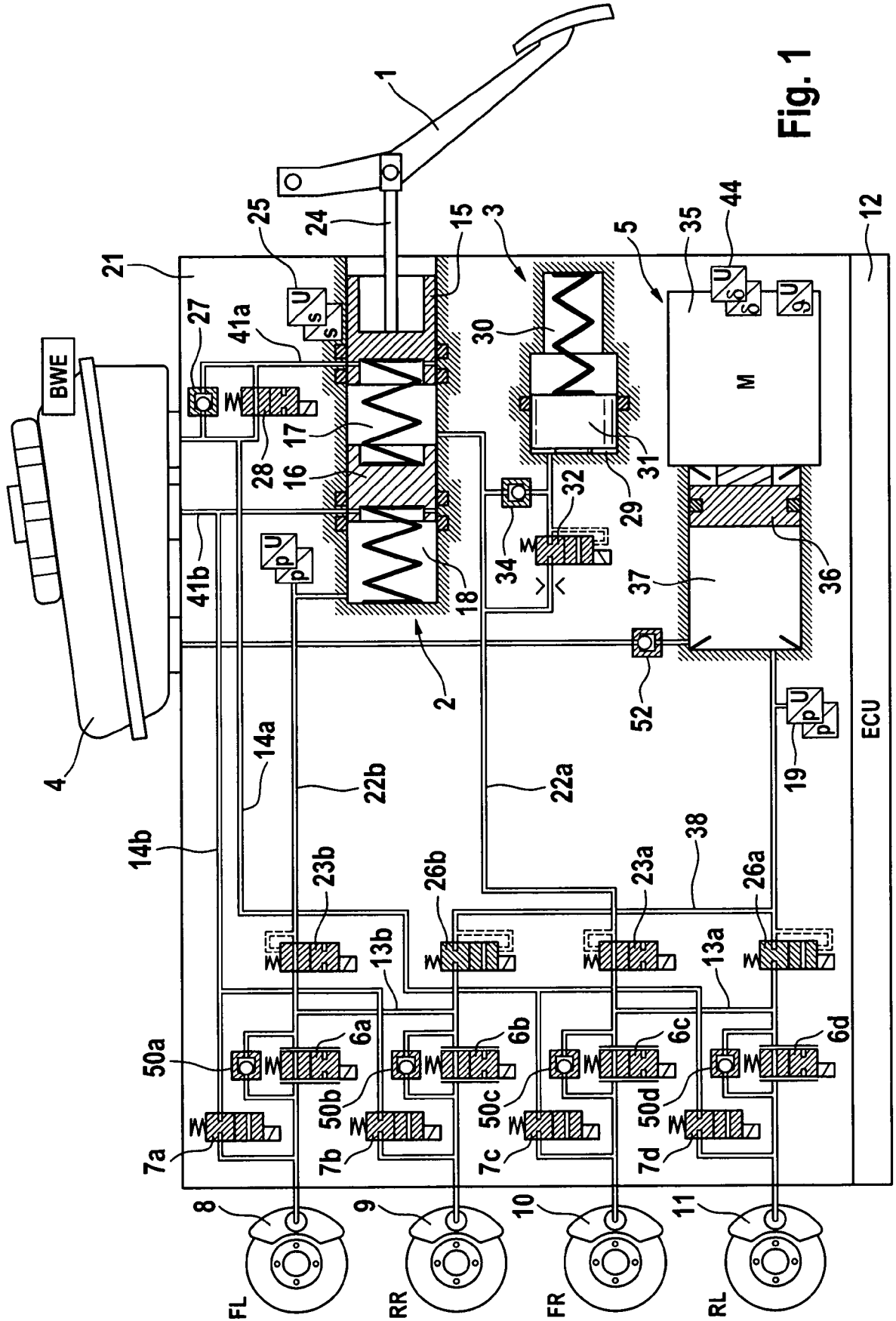


Fig. 1

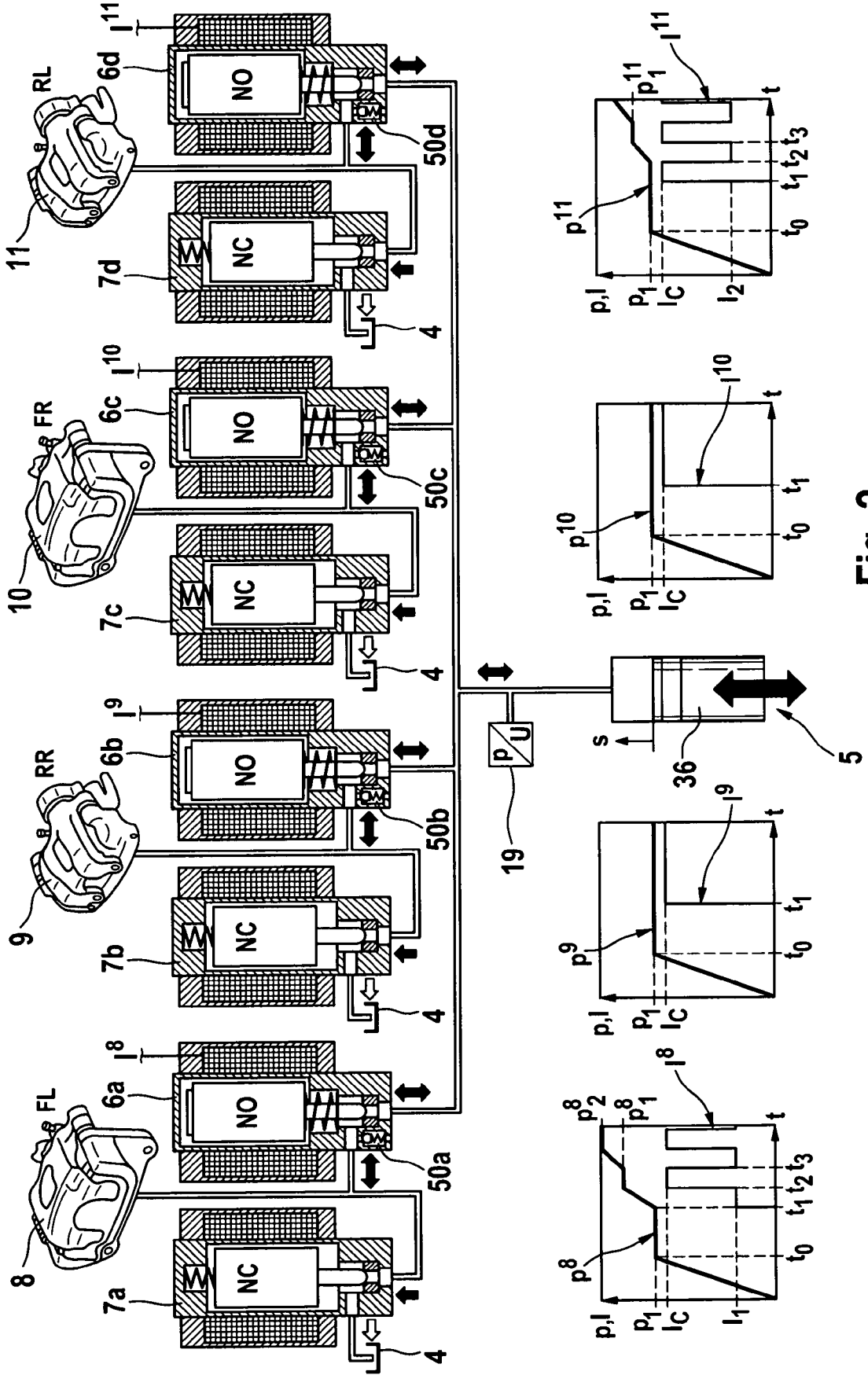


Fig. 2

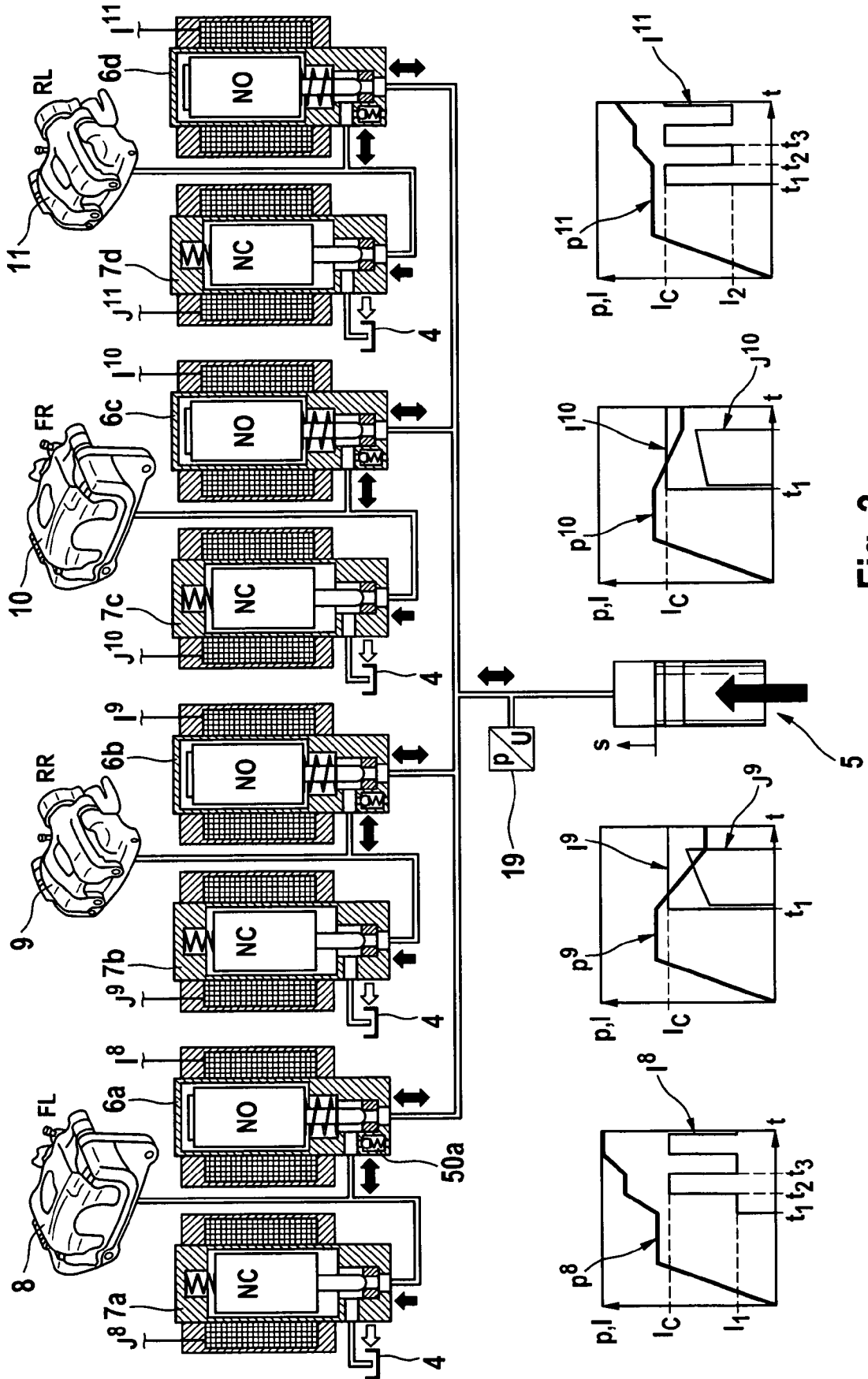


Fig. 3

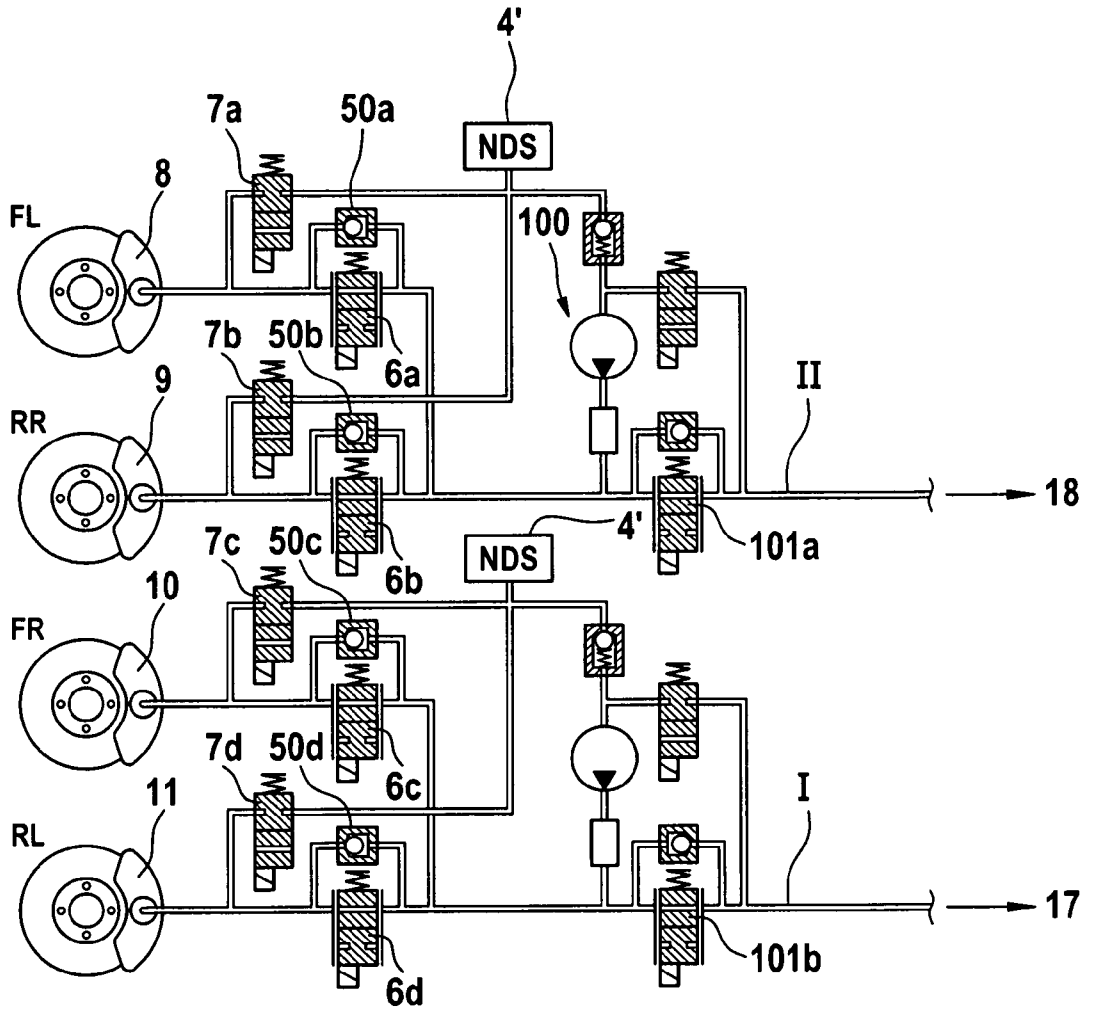


Fig. 5a

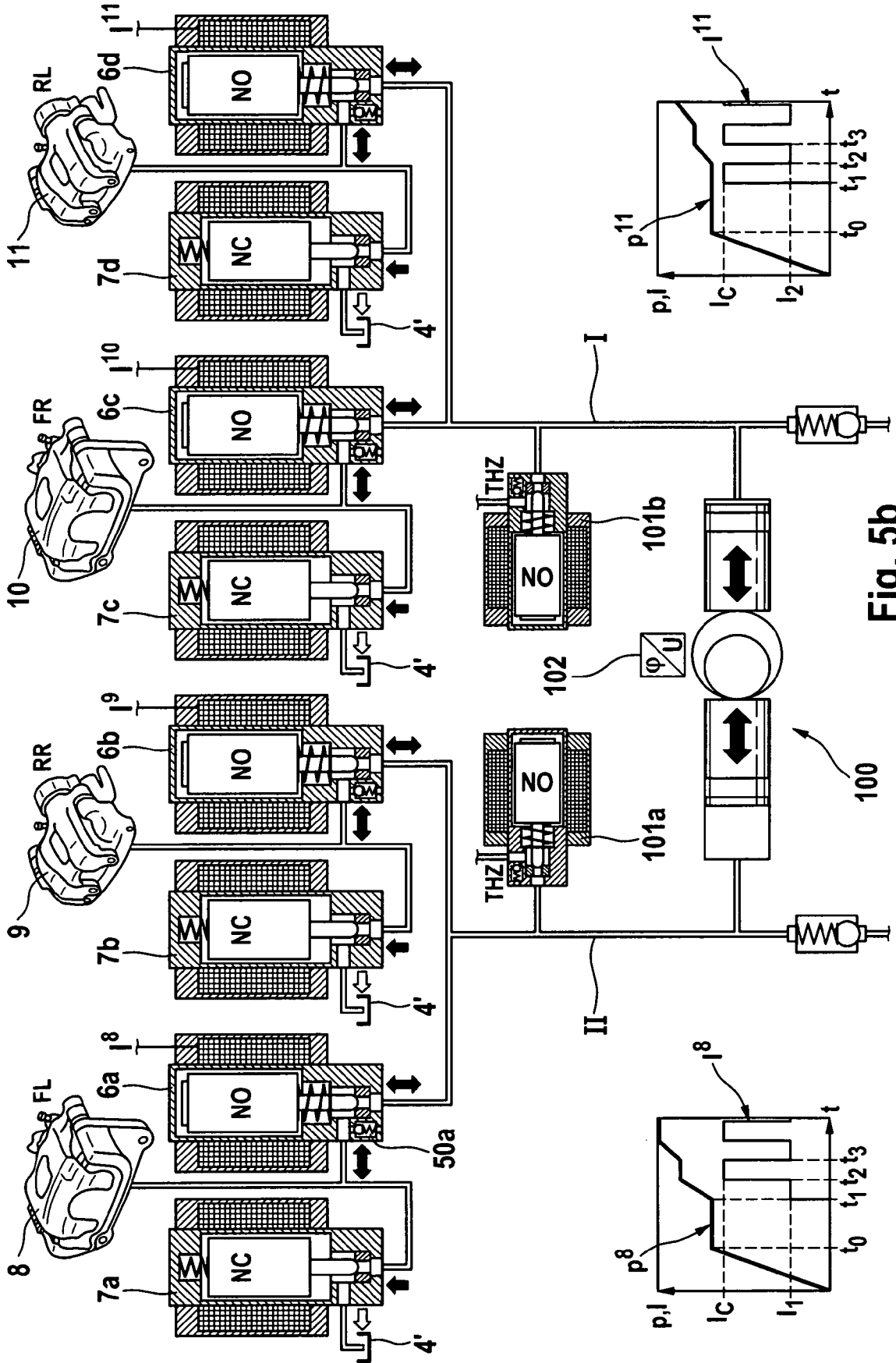


Fig. 5b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/054354

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60T8/36 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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 234 261 A (LEYES ANNABELLE E [US] ET AL) 10 August 1993 (1993-08-10) the whole document -----	1,14
Y	DE 37 16 515 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 24 November 1988 (1988-11-24) column 3, line 21 - line 23; figure 1 column 5, line 2 - line 8 -----	1,14
A	WO 2011/029812 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; JUNGBECKER JOHANN [DE]; LINKENBACH) 17 March 2011 (2011-03-17) cited in the application the whole document ----- -/--	1,14

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 15 May 2013	Date of mailing of the international search report 24/05/2013
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/EP2013/054354

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/091883 A1 (IPGATE AG [CH]; LEIBER HEINZ [DE]; VAN ZANTEN ANTON [DE]; KOEGLSPERGER) 19 August 2010 (2010-08-19) cited in the application the whole document	1,14
A	----- EP 2 103 493 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 23 September 2009 (2009-09-23) paragraph [0025] - paragraph [0035]; figures 1-4	1,14
A	----- EP 1 852 324 A1 (HITACHI LTD [JP]) 7 November 2007 (2007-11-07) paragraph [0222] - paragraph [0262]; figures 22-26 -----	1,14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2013/054354

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5234261	A	10-08-1993	NONE	

DE 3716515	A1	24-11-1988	NONE	

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

WO 2010091883	A1	19-08-2010	CN 102325676 A	18-01-2012
			DE 102009008944 A1	19-08-2010
			EP 2396202 A1	21-12-2011
			JP 2012517927 A	09-08-2012
			KR 20110119795 A	02-11-2011
			US 2012013173 A1	19-01-2012
			WO 2010091883 A1	19-08-2010

EP 2103493	A1	23-09-2009	EP 2103493 A1	23-09-2009
			FR 2928889 A1	25-09-2009

EP 1852324	A1	07-11-2007	EP 1852324 A1	07-11-2007
			US 2009079259 A1	26-03-2009
			WO 2006090764 A1	31-08-2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/054354

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B60T8/36 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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 234 261 A (LEYES ANNABELLE E [US] ET AL) 10. August 1993 (1993-08-10) das ganze Dokument -----	1,14
Y	DE 37 16 515 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 24. November 1988 (1988-11-24) Spalte 3, Zeile 21 - Zeile 23; Abbildung 1 Spalte 5, Zeile 2 - Zeile 8 -----	1,14
A	WO 2011/029812 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; JUNGBECKER JOHANN [DE]; LINKENBACH) 17. März 2011 (2011-03-17) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1,14
	-/--	

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
15. Mai 2013	24/05/2013

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	WO 2010/091883 A1 (IPGATE AG [CH]; LEIBER HEINZ [DE]; VAN ZANTEN ANTON [DE]; KOEGLSPERGER) 19. August 2010 (2010-08-19) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1,14
A	EP 2 103 493 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 23. September 2009 (2009-09-23) Absatz [0025] - Absatz [0035]; Abbildungen 1-4 -----	1,14
A	EP 1 852 324 A1 (HITACHI LTD [JP]) 7. November 2007 (2007-11-07) Absatz [0222] - Absatz [0262]; Abbildungen 22-26 -----	1,14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/054354

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5234261	A	10-08-1993	KEINE
DE 3716515	A1	24-11-1988	KEINE
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
WO 2010091883	A1	19-08-2010	CN 102325676 A 18-01-2012 DE 102009008944 A1 19-08-2010 EP 2396202 A1 21-12-2011 JP 2012517927 A 09-08-2012 KR 20110119795 A 02-11-2011 US 2012013173 A1 19-01-2012 WO 2010091883 A1 19-08-2010
EP 2103493	A1	23-09-2009	EP 2103493 A1 23-09-2009 FR 2928889 A1 25-09-2009
EP 1852324	A1	07-11-2007	EP 1852324 A1 07-11-2007 US 2009079259 A1 26-03-2009 WO 2006090764 A1 31-08-2006