

(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. Februar 2003 (27.02.2003)

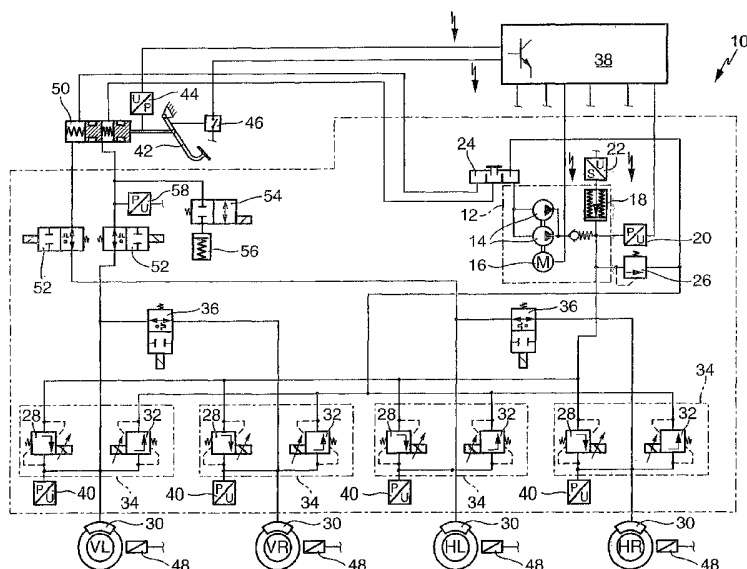
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/016114 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B60T** (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHMIDT, Guenther
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/02502 [DE/DE]; Fichtenweg 1, 74366 Kirchheim (DE).
(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
(22) Internationales Anmeldedatum: 9. Juli 2002 (09.07.2002) (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch Veröffentlicht:
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts
(30) Angaben zur Priorität: 101 38 125.5 3. August 2001 (03.08.2001) DE Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.
(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(54) Title: METHOD USED FOR BLEEDING A HYDRAULIC VEHICLE BRAKE SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ENTGASUNG EINER HYDRAULISCHEN FAHRZEUGBREMSANLAGE



(57) Abstract: The invention relates to a method for bleeding a hydraulic vehicle brake system (10) that comprises a power-brake system and an emergency manual brake system. According to the invention, brake pressure generating valves (28) are used to bleed the brake system by opening them, preferably one after the other, so that the brake fluid flows through the brake pressure generating valves (28), the separation valves (52) and a brake master cylinder (50) and arrives at a brake fluid reservoir (24). The brake fluid displaces any brake fluid that might contain gas from the vehicle brake system (10) to the brake fluid reservoir (24) where gas bubbles may be released from the brake fluid, thereby avoiding that the brake fluid is compressible by gas bubbles.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/016114 A2



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entgasung einer hydraulischen, eine Fremdkraft-Betriebsbremsanlage und eine Muskelkraft-Hilfsbremsanlage aufweisenden Fahrzeugbremsanlage (10). Die Erfindung schlägt vor, zur Entgasung Bremsdruckaufbauventile (28), vorzugsweise nacheinander, zu öffnen, so dass Bremsflüssigkeit die Bremsdruckaufbauventile (28), Trennventile (52) und einen Hauptbremszylinder (50) durchströmt und in einen Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter (24) gelangt. Die Bremsflüssigkeit verdrängt eventuell Gas enthaltende Bremsflüssigkeit aus der Fahrzeugbremsanlage (10) in den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter (24), wo Gasblasen aus der Bremsflüssigkeit austreten können. Eine Kompressibilität der Bremsflüssigkeit durch Gasblasen wird vermieden.

5

Verfahren zur Entgasung einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage

10

Beschreibung

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entgasung einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage, die eine Fremdkraft-Betriebsbremsanlage und eine Muskelkraft-Hilfsbremsanlage aufweist, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

20

Eine derartige Fahrzeugbremsanlage ist bekannt aus der WO 98/28 174. Die Fremdkraft-Betriebsbremsanlage der bekannten Fahrzeugbremsanlage weist eine Hydropumpe auf, die mit einem Elektromotor antreibbar ist und deren Saugseite an einen Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter angeschlossen ist. An eine Druckseite der Hydropumpe ist ein Hydrospeicher angeschlossen. Der Elektromotor, die Hydropumpe und der Hydrospeicher bilden eine Fremdenergiequelle zur Betätigung der Fremdkraft-Betriebsbremsanlage. An die Druckseite der Hydropumpe und den Hydrospeicher, also an die Fremdenergiequelle, sind Radbremszylinder angeschlossen, wobei jeder

Radbremszylinder ein Bremsdruckaufbauventil aufweist, das der Fremdenergiequelle und dem Radbremszylinder zwischengeschaltet ist. Über jeweils ein Bremsdruckabsenkventil sind die Radbremszylinder an den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter angeschlossen. Die Bremsdruckaufbauventile und die Bremsdruckabsenkventile bilden Bremsdrucksteuerventilanordnungen, mit denen sich ein Radbremsdruck in den Radbremszylindern radindividuell einstellen lässt. Auch eine Blockierschutz-, Antriebsschlupf- und/oder Fahrdynamikregelung lässt sich mit den Bremsdrucksteuerventilanordnungen durchführen. Dies ist an sich bekannt und soll an dieser Stelle nicht näher erläutert werden.

Für den Ausfall der Betriebsbremsanlage weist die bekannte Fahrzeugbremsanlage eine Muskelkraft-Hilfsbremsanlage auf. Diese umfasst einen Hauptbremszylinder, der mit Muskelkraft betätigbar ist. An den Hauptbremszylinder ist unter Zwischenschaltung eines Trennventils mindestens einer der Radbremszylinder der Fahrzeugbremsanlage angeschlossen. Bei Ausfall der Betriebsbremsanlage werden bzw. sind die Trennventile geöffnet und die Bremsdruckaufbau- und -absenkventile geschlossen. Dadurch ist die Fremdenergiequelle hydraulisch von der Muskelkraft-Hilfsbremsanlage getrennt und die an den Hauptbremszylinder angeschlossenen Radbremszylinder sind hydraulisch mit dem Hauptbremszylinder verbunden, so dass durch Betätigung des Hauptbremszylinders mit den an ihn angeschlossenen Radbremszylindern gebremst werden kann. Während einer Betriebsbremsung werden die Trennventile geschlossen, so dass der Hauptbremszylinder hydraulisch von der Fremdkraft-Betriebsbremsanlage getrennt und nicht von dieser mit Druck beaufschlagt wird. Die Betriebsbremsung ist oben dargelegt worden.

Bei Fremdkraft-Betriebsbremsanlagen, die eine Hydropumpe und einen Hydrospeicher als Fremdenergiequelle aufweisen, besteht die Möglichkeit, dass Gasblasen in der Bremsflüssigkeit auftreten, die zu einer unerwünschten Kompressibilität der Bremsflüssigkeit führen. Ist beispielsweise der

Hydrospeicher als Gasdruckspeicher mit einer Membran ausgebildet, die ein Speichergas von der Bremsflüssigkeit trennt, so ist eine Diffusion von Speichergas durch die Membran in die Bremsflüssigkeit unvermeidbar. Das Gas ist zwar zunächst in der Bremsflüssigkeit gelöst, wird jedoch, wenn die
5 eindiffundierte Gasmenge zunimmt und nicht mehr vollständig lösbar ist, außer Lösung gehen und ausperlen, also Gasblasen bilden. Auch bei einem Abfall des Drucks der Bremsflüssigkeit kann gelöstes Gas außer Lösung gehen, ausperlen und Gasblasen bilden. Dabei muss der Druckabfall keineswegs durch einen Fehler der Fahrzeugbremsanlage bedingt sein, auch betriebsübliche
10 Druckschwankungen der Hydraulikflüssigkeit der Fahrzeugbremsanlage können zu einem Ausperlen von in der Bremsflüssigkeit gelöstem Gas führen. Auch bei einem einen Kolben aufweisenden Hydrospeicher ist mit einem Gaseintritt am Kolben vorbei in die Bremsflüssigkeit zu rechnen. Des weiteren kann die Hydropumpe Luft ansaugen und in die Bremsflüssigkeit einbringen.

15

Um Gasblasen in der Muskelkraft-Hilfsbremsanlage und den Radbremszylindern zu vermeiden, sind in der Fahrzeugbremsanlage der genannten WO 98/28 174 Zylinder-Kolben-Anordnungen für diejenigen Radbremszylinder vorgesehen, die an den Hauptbremszylinder angeschlossen sind. Die Zylinder-Kolben-
20 Anordnungen bilden Medientrenner, die die Bremsflüssigkeit der Fremdkraft-Betriebsbremsanlage von der Bremsflüssigkeit der Muskelkraft-Hilfsbremsanlage und der Radbremszylinder trennt. Dadurch wird verhindert, dass Gas aus der Bremsflüssigkeit der Fremdkraft-Betriebsbremsanlage in die Bremsflüssigkeit der Muskelkraft-Hilfsbremsanlage und die Radbremszylinder gelangt. Eine
25 Kompressibilität der Bremsflüssigkeit durch Gasblasen in der Muskelkraft-Hilfsbremsanlage wird vermieden. Eine Kompressibilität der Bremsflüssigkeit der Muskelkraft-Hilfsbremsanlage würde deren Bremswirkung mindern oder die Hilfsbremsanlage außer Betrieb setzen. Gasblasen in der Bremsflüssigkeit in der Fremdkraft-Betriebsbremsanlage und eine dadurch bewirkte Kompressibilität der
30 Bremsflüssigkeit werden bei der bekannten Fahrzeugbremsanlage in Kauf genommen, da die Hydropumpe und der Hydrospeicher eine ausreichende

Bremsflüssigkeitsmenge zur Verfügung stellen, um trotz Kompressibilität der Bremsflüssigkeit einen ausreichenden Bremsflüssigkeitsdruck in den Radbremszylindern aufzubauen.

5 Vorteile der Erfindung

Zur Entgasung einer hydraulischen, eine Fremdkraft-Betriebsbremsanlage und eine Muskelkraft-Hilfsbremsanlage aufweisenden Fahrzeugbremsanlage schlägt die Erfindung vor, das oder die Bremsdruckaufbauventile eines oder mehrerer
10 Radbremszylinder und das dem Hauptbremszylinder und den Radbremszylindern zwischengeschaltete Trennventil zu öffnen und die Bremsdruckabsenkventile zu schließen oder geschlossen zu halten. Unter Entgasung ist das Entfernen von Bremsflüssigkeit, die Gasblasen aufweisen kann, aus der Fahrzeugbremsanlage und der Ersatz durch gasblasenfreie Bremsflüssigkeit gemeint. Bremsflüssigkeit
15 aus dem unter Druck stehenden Hydrospeicher strömt durch die offenen Bremsdruckaufbauventile, durch das offene Trennventil und durch den Hauptbremszylinder in den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter, in dem Gasblasen aus der Bremsflüssigkeit austreten können. Auf diese Weise wird Bremsflüssigkeit, die Gasblasen aufweisen kann, aus der Fahrzeugbremsanlage
20 in den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter verdrängt und durch Bremsflüssigkeit aus dem Hydrospeicher ersetzt. Dadurch werden Gasblasen und insbesondere eine Ansammlung von Gasblasen in der Fahrzeugbremsanlage vermieden. Außer dem Vorteil der Entgasung der Bremsflüssigkeit in der Fahrzeugbremsanlage hat das erfindungsgemäße Verfahren den weiteren
25 Vorteil, dass auf Medientrenner verzichtet werden kann.

Die Unteransprüche haben vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der im Anspruch 1 angegebenen Erfindung zum Gegenstand.

30 Gemäß Anspruch 2 wird die Hydropumpe zur Entgasung eingeschaltet. Sie fördert Bremsflüssigkeit aus dem Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter durch die

offenen Bremsdruckaufbauventile, das offene Trennventil und den Hauptbremszylinder zurück in den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter. Die Fahrzeugbremsanlage einschließlich ihrer Bremsdruckaufbauventile, der Trennventile und des Hauptbremszylinders wird dadurch mit Bremsflüssigkeit
5 „durchgespült“, wobei in der Bremsflüssigkeit enthaltene Gasblasen im Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter austreten. Es kann auch vor Einschalten der Hydropumpe der Hydrospeicher durch Öffnen der Bremsdruckaufbauventile und des Trennventils entleert werden, bevor die Hydropumpe eingeschaltet wird, damit die Bremsflüssigkeit aus dem Hydrospeicher, die Gasblasen enthalten
10 kann, in den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter gelangt, wo die Gasblasen austreten können. Der Entgasungsvorgang kann mehrfach wiederholt werden.

Anspruch 3 sieht eine radweise Entgasung der Fahrzeugbremsanlage vor, in dem jeweils nur ein Bremsdruckaufbauventil und entweder das zugeordnete
15 Bremsdruckabsenkventil oder das Trennventil geöffnet werden. Es werden also die einem Fahrzeugrad zugeordneten Teile der Fahrzeugbremsanlage einzeln entgast. Dies stellt eine zuverlässige Entgasung jedes einem Radbremszylinder zugeordneten Teils der Fahrzeugbremsanlage sicher, wogegen bei einem gleichzeitigen Öffnen mehrerer Bremsdruckaufbauventile die den
20 Radbremszylindern zugeordneten Teile der Fahrzeugbremsanlage unterschiedlich gut durchgespült werden können.

Anspruch 4 sieht vor, zur Entgasung die Bremsdruckaufbauventile und anstelle
25 der Trennventile die Bremsdruckabsenkventile zu öffnen, die Trennventile werden geschlossen. Bremsflüssigkeit aus dem Hydrospeicher und/oder der Hydropumpe strömt in diesem Fall durch die Bremsdruckaufbauventile und die Bremsdruckabsenkventile in den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter, wo Gasblasen austreten können. Der Hauptbremszylinder wird bei dieser Ausgestaltung der
30 Erfindung bei der Entgasung nicht durchgespült, es wird allerdings auch

vermieden, dass Bremsflüssigkeit, die Gasblasen enthalten kann, aus der Fahrzeugbremsanlage in den Hauptbremszylinder gelangt.

Um nicht in den Bremsbetrieb einzugreifen sieht Anspruch 8 vor, die Entgasung
5 nur bei stehendem Fahrzeug vorzunehmen, was mit Raddrehensensoren, die bei modernen, eine Schlupfregelung aufweisenden Fahrzeugbremsanlagen vorhanden sind, unschwer feststellbar ist.

Anspruch 9 ist auf einen speziell zur Durchführung des erfindungsgemäßen
10 Entgasungs-Verfahrens ausgebildeten Hauptbremszylinder gerichtet. Ein radbremszylinderseitiger Anschluss des Hauptbremszylinders mündet in etwa tangential in eine Zylinderbohrung des Hauptbremszylinders. Dies hat folgenden Zweck: Beim Spülen der Fahrzeugbremsanlage zur Entgasung strömt Bremsflüssigkeit bei offenem Trennventil durch den radbremszylinderseitigen
15 Anschluss in den Hauptbremszylinder ein und an anderer Stelle, an der der Hauptbremszylinder an den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter angeschlossen ist, aus. Durch die in etwa tangentiale Ausrichtung des radbremszylinderseitigen Anschlusses strömt die Bremsflüssigkeit in etwa tangential in den Hauptbremszylinder ein, es stellt sich eine schraubenförmige Strömung entlang
20 einer Wandung der Zylinderbohrung in Richtung des bremsflüssigkeitsvorratsseitigen Anschlusses des Hauptbremszylinders ein, an dem der Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter angeschlossen ist. Durch die Strömung entlang der Zylinderwandung werden an der Wand haftende Gasblasen abgelöst und mit der Strömung aus dem Hauptbremszylinder heraus gefördert. Eine sonst
25 im Lauf der Zeit größer werdende Ansammlung von Gasblasen im Hauptbremszylinder wird dadurch vermieden.

Zeichnung

30 Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig.1 einen hydraulischen Schaltplan einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

- 5 Fig.3 einen Querschnitt eines Hauptbremszylinders der Fahrzeugbremsanlage aus Figur 1.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

- 10 Die in Figur 1 dargestellte, erfindungsgemäße, hydraulische Fahrzeugbremsanlage 10 weist eine Fremdkraft-Betriebsbremsanlage und eine Muskelkraft-Hilfsbremsanlage auf, es handelt sich somit um eine sog. elektrohydraulische Fahrzeugbremsanlage mit Muskelkraft-Hilfsbremsanlage.
- 15 Als Fremdenergiequelle 12 weist die Fahrzeugbremsanlage 10 zwei hydraulisch parallel geschaltete Hydropumpen 14 auf, die mit einem gemeinsamen Elektromotor 16 antreibbar sind. An eine Druckseite der Hydropumpen 14 ist ein Hochdruck-Hydrospeicher 18 angeschlossen, der Bestandteil der Fremdenergiequelle 12 ist. Der Hydrospeicher 18 kann beispielsweise als ein eine
- 20 Membran aufweisender Gasdruckspeicher, als gasdruck- oder federbeaufschlagter Metall-Faltenbalgspeicher oder als federbeaufschlagter Kolbenspeicher ausgebildet sein. An den Hydrospeicher 18 sind ein Drucksensor 20 und ein Wegsensor 22 angeschlossen. Eine Saugseite der Hydropumpen 14 ist an einen Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter 24 angeschlossen. Ein
- 25 Druckbegrenzungsventil 26 verbindet die Druckseite mit der Saugseite der Hydropumpen 14.

- An die Fremdenergiequelle 12 sind, unter Zwischenschaltung von Druckaufbauventilen 28, Radbremszylinder 30 angeschlossen. Die
- 30 Radbremszylinder 30 sind einander hydraulisch parallel geschaltet, es ist jedem Radbremszylinder 30 ein eigenes Druckaufbauventil 28 zugeordnet. Des

weiteren ist jedem Radbremszylinder 30 ein Bremsdruckabsenkventil 32 zugeordnet, über das die Radbremszylinder 30 an den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter 24 angeschlossen sind. Das einem Radbremszylinder 30 zugeordnete Bremsdruckaufbauventil 28 und das dem gleichen Radbremszylinder 30 zugeordnete Bremsdruckabsenkventil 32 bilden eine Bremsdrucksteuerventilanordnung 34. Im dargestellten und beschriebenen Ausführungsbeispiel der Fahrzeugbremsanlage 10 sind die Bremsdruckaufbauventile 28 und die Bremsdruckabsenkventile 32 als Proportional-Druckbegrenzungsventile ausgebildet, die mit einem Proportional-Elektromagneten betätigbar sind. Es ist bekannt und möglich, die beiden einem Radbremszylinder 30 zugeordneten Druckbegrenzungsventile 28, 30 durch zwei 2/2-Wege-Magnetventile oder durch ein 3/3-Wege-Magnetventil zu ersetzen.

Einer Fahrzeugachse zugeordnete Radbremszylinder 30 sind mit einem Bremsdruckausgleichsventil 36 verbunden, das für eine radindividuelle Bremsdruckregelung, insbesondere zur Blockierschutz- oder Schlupfregelung schließbar ist. Die Bremsdruckausgleichsventile 36 sind als 2/2-Wege-Magnetventile ausgebildet, sie sind in ihrer stromlosen Grundstellung offen.

Zur Steuerung bzw. Regelung weist die Fahrzeugbremsanlage 10 ein elektronisches Steuergerät 38 auf, das Signale u.a. vom Drucksensor 20 und vom Wegsensor 22 des Hydrospeichers 18 und von an die Radbremszylinder 30 angeschlossenen Drucksensoren 40 erhält und das u.a. den Elektromotor 16 der Hydropumpen 14 und sämtliche Magnetventile 28, 32, 36 der Fahrzeugbremsanlage 10 steuert. Als Bremskraft- bzw. Bremsdruck-Sollwertgeber weist die Fahrzeugbremsanlage 10 ein Bremspedal 42 auf, an das ein Pedalwegsensor 44 angeschlossen ist. Des weiteren ist ein Bremslichtschalter 46 an das Bremspedal 42 angeschlossen, mit dem feststellbar ist, ob das Bremspedal 42 betätigt ist. Mit den beiden Hydropumpen 14 wird, unabhängig von einer Betätigung des Bremspedals 42, stets ein zum Bremsen ausreichender Mindestdruck im Hydrospeicher 18 aufrecht erhalten. Wird das

Bremspedal 42 betätigt, wird abhängig von einer Stellung des Bremspedals 42 mit den die Bremsdruckaufbauventile 28 und die Bremsdruckabsenkventile 32 umfassenden Bremsdrucksteuerventilanordnungen 34 ein Radbremsdruck in den Radbremszylindern 30 eingestellt. Dies ist an sich bekannt und soll hier nicht
5 weiter vertieft werden. Solange die Ausgleichsventile 36 geöffnet sind, ist der Radbremsdruck in den Radbremszylindern 30 einer Fahrzeugachse gleich, eine achsindividuelle Bremsdruckregelung ist möglich und vorgesehen. Für eine radindividuelle Bremsdruckregelung werden die Ausgleichsventile 36 geschlossen. Dies ist insbesondere für eine Blockierschutz-, Antriebsschlupf-
10 und/oder Fahrdynamikregelung notwendig. Auch diese Regelungen mittels der Bremsdrucksteuerventilanordnungen 34 sind an sich bekannt und sollen deswegen nicht weiter vertieft werden. Für die Blockierschutz-, Antriebsschlupf- und/oder Fahrdynamikregelung ist jedem Fahrzeugrad ein Raddrehensor 48 zugeordnet, deren Signale dem elektronischen Steuergerät 38 zugeleitet und von
15 diesem als Regeleingangsgößen verarbeitet werden.

Die Fremdenergiequelle 12, die Bremsdruckaufbauventile 28, die Bremsdruckabsenkventile 32 und die Radbremszylinder 30 bilden die Fremdkraft-Betriebsbremsanlage der hydraulischen Fahrzeugbremsanlage 10.

20

Zur Muskelkraft-Hilfsbremsung im Falle eines Ausfalls der Betriebsbremsanlage weist die Fahrzeugbremsanlage 10 einen Hauptbremszylinder 50 auf, der mit dem Bremspedal 42 betätigt wird. Der Hauptbremszylinder 50 ist als Zweikreis-Hauptbremszylinder 50 ausgebildet, an den hydraulisch voneinander getrennt
25 und unter Zwischenschaltung je eines Trennventils 52 die Radbremszylinder 30 angeschlossen sind. Im dargestellten Ausführungsbeispiel bilden die der Vorderachse zugeordneten Radbremszylinder 30 einen und die der Hinterachse zugeordneten Radbremszylinder 30 einen anderen Bremskreis. Eine andere Bremskreiszuordnung der Radbremszylinder 30 ist möglich. Die Trennventile 52
30 sind als in ihrer Grundstellung offene 2/2-Wege-Magnetventile ausgebildet. Zur

Fremdkraftbremsung werden die Trennventile 52 geschlossen und dadurch der Hauptbremszylinder 50 hydraulisch von den Radbremszylindern 30 getrennt.

An einen Bremskreis des Hauptbremszylinders 50 ist unter Zwischenschaltung
5 eines Simulatorventils 54 ein sog. Pedalwegsimulator 56 angeschlossen. Das Simulatorventil 54 ist ein in seiner stromlosen Grundstellung geschlossenes 2/2-Wege-Magnetventil. Zur Fremdkraftbremsung wird, bei geschlossenen Trennventilen 22, das Simulatorventil 54 geöffnet und dadurch der Pedalwegsimulator 56 hydraulisch mit dem Hauptbremszylinder 50 verbunden.

10 Der Pedalwegsimulator 56 ist ein beispielsweise feder- oder gasdruckbeaufschlagter Hydrospeicher, in den Bremsflüssigkeit aus dem Hauptbremszylinder 50 verdrängbar ist. Der Pedalwegsimulator 56 ermöglicht bei geschlossenen Trennventilen 52 einen Weg des Bremspedals 42 mit einem Pedalkraftanstieg, der einem Pedalkraftanstieg, wie er von muskelkraftbetätigten
15 Fahrzeugbremsanlagen gewohnt ist, zumindest ähnlich ist. Zur Redundanz ist ein Drucksensor 58 an einen Bremskreis des Hauptbremszylinders 50 angeschlossen, dessen Signal als Sollwert für die in den Radbremszylindern 30 aufzubauenden Radbremsdrücke anstelle des Pedalswegs verwendet werden kann.

20

Der Hauptbremszylinder 50 und die an ihn angeschlossenen Radbremszylinder 30 bilden die Muskelkraft-Hilfsbremsanlage der Fahrzeugbremsanlage 10.

Durch die Hydropumpen 14 und/oder den Hydrospeicher 18 der
25 Fremdenergiequelle 12 können Luft und/oder Druckgas aus dem Hydrospeicher 18 in die Bremsflüssigkeit gelangen. Die Luft oder das Druckgas, nachfolgend zusammenfassend als Gas bezeichnet, kann in der Bremsflüssigkeit gelöst oder auch in Form von Gasbläschen enthalten sein. Durch Druckwechsel oder Anreicherung kann in der Bremsflüssigkeit gelöstes Gas ebenfalls Gasbläschen
30 bilden. Die Bremsflüssigkeit wird dadurch kompressibel. Diese Kompressibilität ist zwar mittels der Fremdenergiequelle 12 ausgleichbar, die Funktion der

Muskelkraft-Hilfsbremsanlage ist durch eine Kompressibilität der Bremsflüssigkeit zumindest vermindert. Um Gasbläschen in der Bremsflüssigkeit zu vermeiden oder aus der Bremsflüssigkeit zu entfernen, also zum Entgasen der Bremsflüssigkeit, ist das nachfolgend beschriebene, erfindungsgemäße
5 Verfahren vorgesehen:

Zur Entgasung werden die Bremsdruckaufbauventile 28 geöffnet. Unter Druck stehende Bremsflüssigkeit aus dem Hydrospeicher 18 der Fremdenergiequelle
12 strömt durch die Bremsdruckaufbauventile 28, die offenen Trennventile 52
10 und den Hauptbremszylinder 50 in den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter 24, wo Gasblasen aus der Bremsflüssigkeit austreten können. Vorzugsweise wird das Verfahren Radbremse per Radbremse durchgeführt. Es wird also jeder Radbremszylinder 30 einzeln entlüftet, d. h. es wird stets nur ein Bremsdruckaufbauventil 28 geöffnet. Die Entgasung wird vorzugsweise nur bei
15 stehendem Fahrzeug, feststellbar mittels der Raddrehensensoren 48, und bei nicht betätigtem Bremspedal 42, feststellbar mittels des Bremslichtschalters 46, durchgeführt. Dies ist sehr wichtig, da die Fahrzeugbremsanlage 10 während der Entgasung nicht bremsbereit ist. Sofern eine nahezu verzögerungsfreie Bremsung während der Entgasung einleitbar ist, wäre eine Entgasung auch
20 während der Fahrt denkbar.

Zur Entgasung können die Hydropumpen 14 eingeschaltet sein oder werden. Auch ist es möglich, zunächst eine Entleerung des Hydrospeichers 18 abzuwarten, damit eventuell Gas enthaltende Bremsflüssigkeit aus dem
25 Hydrospeicher 18 möglichst vollständig austritt. Durch Einschalten der Hydropumpen 14 wird der Hydrospeicher 18 anschließend wieder druckbeaufschlagt/mit Bremsflüssigkeit gefüllt. Dies kann mehrmals wiederholt werden, um eine möglichst vollständige Entfernung von Bremsflüssigkeit, die Gas enthalten kann, aus dem Hydrospeicher 18 zu erreichen. Eine abschließende
30 Druckbeaufschlagung/Befüllung des Hydrospeichers 18 mit Bremsflüssigkeit

erfolgt unmittelbar nach einer letzten Entleerung des Hydrospeichers 18, damit die Fahrzeugbremsanlage 10 bremsbereit ist oder schnellstmöglich wird.

Das ggf. wiederholte Entleeren des Hydrospeichers 18 kann auch durch Öffnen
5 mindestens eines der Bremsdruckaufbauventile 28 und Öffnen des zugeordneten Bremsdruckabsenkventils 32 bei geschlossenen Trennventilen 52 direkt in den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter 24 erfolgen. Dadurch wird verhindert, dass Gas enthaltende Bremsflüssigkeit aus dem Hydrospeicher 18 in Richtung des Hauptbremszylinders 50 strömt.

10

Um eventuell Gas enthaltende Bremsflüssigkeit aus den Bremsdruckabsenkventilen 32 zu entfernen, können diese, während der Entgasung, gemeinsam mit dem jeweils zugeordneten Bremsdruckaufbauventil 28 geöffnet werden, so dass Bremsflüssigkeit aus der Fremdenergiequelle 12 auch die
15 Bremsdruckabsenkventile 32 durchströmt. Auch die Entgasung der Bremsdruckabsenkventile 32 kann radweise erfolgen. Die Trennventile 52 werden zur Entgasung der Bremsdruckabsenkventile 32 vorzugsweise geschlossen, die Ausgleichsventile 36 können geschlossen werden. Werden zur Entgasung die Bremsdruckaufbauventile 28 und die Bremsdruckabsenkventile 32
20 geöffnet und die Trennventile 52 geschlossen, durchströmt die Bremsflüssigkeit nicht den Hauptbremszylinder 50, sondern gelangt aus den Bremsdruckabsenkventilen 32 direkt in den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter 24. Dies hat den Vorteil, dass ein Eintritt von Gasblasen in den Hauptbremszylinder 50 vermieden wird.

25

Zur Entgasung der Ausgleichsventile 36 werden diese sowie jeweils ein mit dem Ausgleichsventil 36 verbundenes Bremsdruckaufbauventil 28 und ein mit dem Ausgleichsventil 36 verbundenes Bremsdruckabsenkventil 32, das einem anderen Radbremszylinder 30 als das Bremsdruckaufbauventil 28 zugeordnet ist,
30 geöffnet. Die Trennventile 52 werden vorzugsweise geschlossen. Bremsflüssigkeit aus der Fremdenergiequelle 12 strömt durch das geöffnete

Bremsdruckaufbauventil 28, das offene Ausgleichsventil 36 und das geöffnete Bremsdruckabsenkventil 32 in den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter 24.

Figur 2 zeigt einen Querschnitt des Hauptbremszylinders 50 im Bereich eines radbremszylinderseitigen Anschlusses 60. Zur Verdeutlichung ist einer der Radbremszylinder 30 symbolisch dargestellt, allerdings ohne das zwischengeschaltete Trennventil 52. Wie in der Zeichnung zu sehen, mündet eine Bohrung 62 des Anschlusses 60 tangential in eine Zylinderbohrung 64 des Hauptbremszylinders 50. Die tangentielle Anordnung der Bohrung 62 des radbremszylinderseitigen Anschlusses 60 in die Zylinderbohrung 64 des Hauptbremszylinders 50 hat folgenden Zweck: Bei der erfindungsgemäßen Entgasung, die oben erläutert worden ist, strömt Bremsflüssigkeit aus Richtung der Radbremszylinder 30 durch den Anschluss 60 in die Zylinderbohrung 64 des Hauptbremszylinders 50. Der Austritt der Bremsflüssigkeit erfolgt an anderer, in Figur 2 nicht sichtbarer Stelle, beispielsweise durch ein Zentralventil in einem Kolben des Hauptbremszylinders 50 oder durch eine Schnüffelbohrung, die mit axialem Abstand von der Bohrung 62 des radbremszylinderseitigen Anschlusses 60 in einer Zylinderwand des Hauptbremszylinders 50 angebracht ist. Durch die tangentielle Anordnung der Bohrung 62 des radbremszylinderseitigen Anschlusses 60 strömt die Bremsflüssigkeit bei der Entgasung in Umfangsrichtung an der Innenseite der Zylinderwand des Hauptbremszylinders 50 entlang, es bildet sich eine schraubenlinienförmige Strömung in der Zylinderbohrung 64 entlang der Zylinderwand aus. Die Strömung entlang der Zylinderwand löst Gasbläschen, die sich eventuell an der Innenseite der Zylinderwand des Hauptbremszylinders 50 abgesetzt haben, von der Zylinderwand. Die schraubenlinienförmig durch die Zylinderbohrung 64 strömende Bremsflüssigkeit nimmt die Gasbläschen mit und fördert sie dadurch aus dem Hauptbremszylinder 50 heraus in Richtung des Bremsflüssigkeitsvorratsbehälters 24 (Figur 1), wo die Gasbläschen aus der Bremsflüssigkeit austreten können. Dadurch wird eine Entgasung des Hauptbremszylinders 50, also eine Entfernung eventuell im Hauptbremszylinder 50 befindlicher

Gasbläschen aus dem Hauptbremszylinder 50, erreicht. Der Hauptbremszylinder 50 ist speziell für das beschriebene Verfahren zur Entgasung einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage 10 geeignet.

5

Patentansprüche

- 10 1. Verfahren zur Entgasung einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage, die eine Fremdkraft-Betriebsbremsanlage und eine Muskelkraft-Hilfsbremsanlage aufweist, wobei die Fremdkraft-Betriebsbremsanlage eine Hydropumpe aufweist, deren Saugseite an einem Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter angeschlossen ist und an deren Druckseite ein Hydrospeicher und unter Zwischenschaltung eines
- 15 Bremsdruckaufbauventils mindestens ein Radbremszylinder angeschlossen ist, wobei der Radbremszylinder über ein Bremsdruckabsenkventil an den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter angeschlossen ist und wobei die Muskelkraft-Hilfsbremsanlage einen mit Muskelkraft betätigbaren Hauptbremszylinder aufweist, der an den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter angeschlossen ist und an
- 20 den unter Zwischenschaltung eines Trennventils der Radbremszylinder angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Entgasung der Fahrzeugbremsanlage (10) das Bremsdruckaufbauventil (28) und das Trennventil (52) geöffnet und das Bremsdruckabsenkventil (32) geschlossen werden.
- 25 2. Verfahren zur Entgasung einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Entgasung die Hydropumpe (14) eingeschaltet wird.

3. Verfahren zur Entgasung einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fahrzeugbremsanlage (10) mehrere Radbremszylinder (30) mit jeweils zugeordneten Bremsdruckaufbauventilen (28) und Bremsdruckabsenkventilen (34) aufweist, wobei die Bremsdruckaufbauventile (28) an die Druckseite der Hydropumpe (14) und an den Hydrospeicher (18) und die Bremsdruckabsenkventile (32) an den Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter angeschlossen sind, und wobei mindestens ein Radbremszylinder (30) unter Zwischenschaltung eines Trennventils (52) an den Hauptbremszylinder (50) angeschlossen ist, und dass die Entgasung radweise erfolgt, wobei das Bremsdruckaufbauventil (28) und das Bremsdruckabsenkventil (32) eines Radbremszylinders (30) geöffnet und das Bremsdruckaufbauventil (28) und/oder das Bremsdruckabsenkventil (32) der anderen Radbremszylinder (30) geschlossen werden.
4. Verfahren zur Entgasung einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Entgasung eines unter Zwischenschaltung des Trennventils (52) an dem Hauptbremszylinder (50) angeschlossen Radbremszylinders (30) das Trennventil (52) anstelle des Bremsdruckabsenkventils (32) geöffnet wird.
5. Verfahren zur Entgasung einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Entgasung der Fahrzeugbremsanlage (10) das Bremsdruckaufbauventil (28) und das Bremsdruckabsenkventile (32) geöffnet und das Trennventil (52) geschlossen werden.
6. Verfahren zur Entgasung einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Entgasung der Hydrospeicher (18) entleert wird.

7. Verfahren zur Entgasung einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hydrospeicher (18) nach seiner Entleerung mit der Hydropumpe (14) wieder befüllt und anschließend wieder entleert wird.

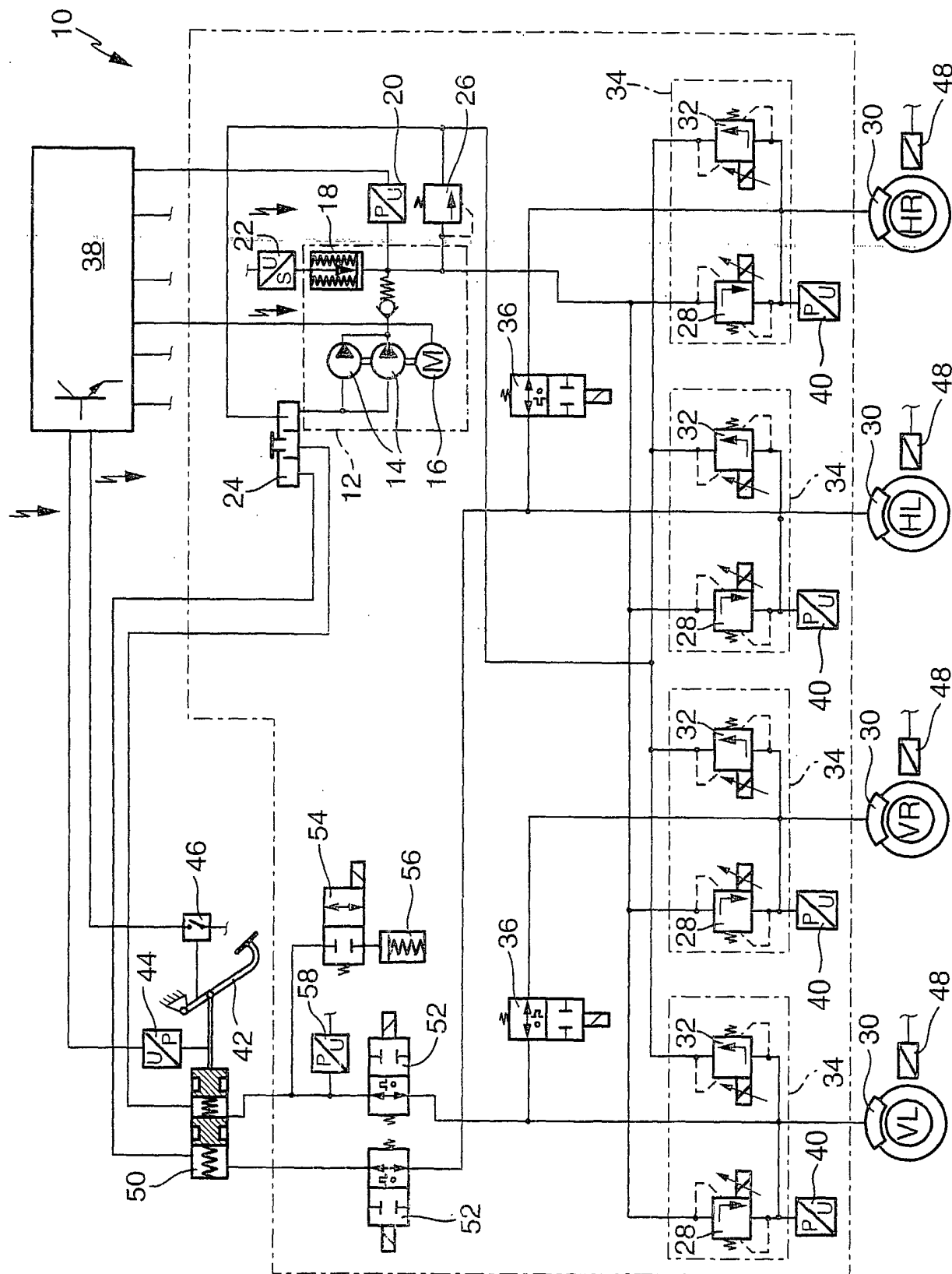
5

8. Verfahren zur Entgasung einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Entgasung bei stehendem Fahrzeug durchgeführt wird.

10 9. Hauptbremszylinder zur Entgasung einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein radbremszylinderseitiger Anschluss (60) des Hauptbremszylinders (50) in etwa tangential in eine Zylinderbohrung (64) des Hauptbremszylinders (50) mündet.

15

Fig. 1



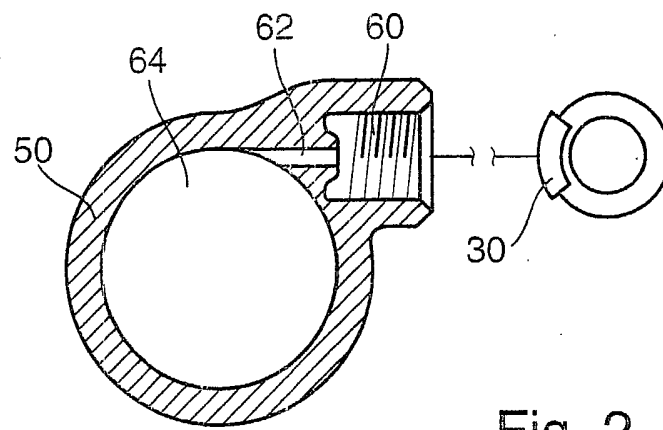


Fig. 2