



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 026 739 A1** 2006.12.21

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 026 739.4**

(22) Anmeldetag: **09.06.2005**

(43) Offenlegungstag: **21.12.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B60T 15/08** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Lucas Automotive GmbH, 56070 Koblenz, DE**

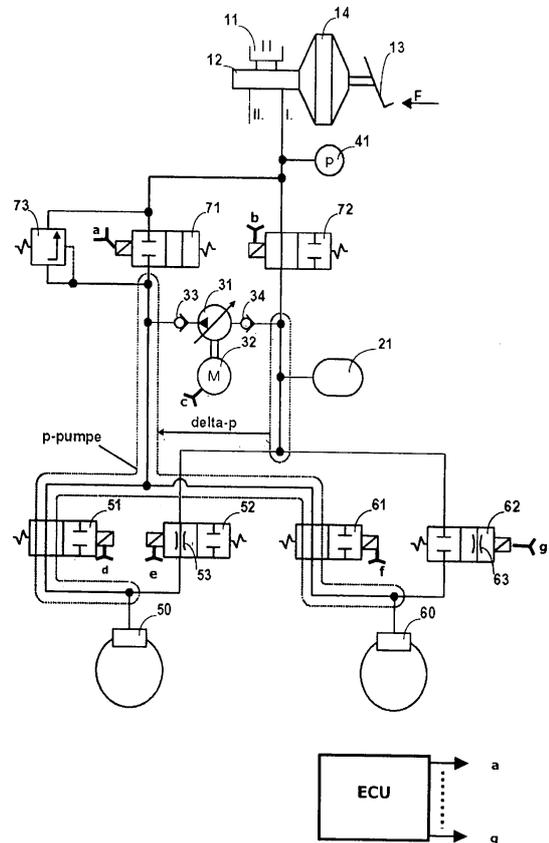
(74) Vertreter:  
**WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und  
 Rechtsanwälte, 81541 München**

(72) Erfinder:  
**Heller, Frank, 56567 Neuwied, DE; Knechtges,  
 Josef, 56727 Mayen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtungen und Verfahren für hydraulische Bremsanlagen für Landfahrzeuge**

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung und Verfahren für eine hydraulische Bremsanlage eines Landfahrzeugs, um einen Bremskreis der Bremsanlage gegenüber einer Zufuhr von durch einen Fahrer erzeugten Bremsdruck zu sperren, eine Hydraulikverbindung zwischen der Ausgangsseite einer Radbremse und der Eingangsseite einer steuerbaren Pumpe herzustellen und einen vorbestimmten Bremsdruck an der Eingangsseite der Radbremse mittels der Pumpe zu erzeugen.



**Beschreibung**

für jeden Bremskreis separat zu kompensieren.

## Gebiet der Erfindung

## Aufgabenstellung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft in Allgemeinen hydraulische Bremsanlagen für Landfahrzeuge und insbesondere Vorrichtungen und Verfahren zur Kompensation von Störeinflüssen bei Verwendung solcher Bremsanlagen.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es, bei hydraulischen Bremsanlagen, insbesondere bei automatischen Bremsvorgängen, Störeinflüsse wenigstens teilweise zu kompensieren.

## Stand der Technik

## Kurzbeschreibung der Erfindung

## Hintergrund der Erfindung

**[0006]** Zur Lösung der obigen Aufgabe stellt die vorliegende Erfindung einen Bremskreis, eine Bremsanlage, eine Steuerung und ein Verfahren gemäß den unabhängigen Ansprüchen bereit.

**[0002]** Hydraulische Bremsanlagen für Landfahrzeuge können dazu eingerichtet sein, neben vom Fahrer gesteuerten Bremsvorgängen, automatische Bremsvorgänge durchzuführen, die unabhängig von einer Betätigung der Bremsanlage durch den Fahrer erfolgen. Beispiele für solche automatische Bremsvorgänge umfassen Bremsvorgänge zur Antriebschlupfregelung (ASR), die ein Durchdrehen einzelner Räder beim Anfahrvorgang durch gezieltes Abbremsen der entsprechenden Räder verhindern, zur Fahrdynamikregelung, bei der Fahrzeugverhalten in Grenzbereichen durch gezieltes Abbremsen einzelner Räder gesteuert wird, und zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung, bei der beispielsweise durch automatisches Abbremsen des Fahrzeugs vorgegebene Geschwindigkeiten und/oder Abstände zu vorausfahrenden Fahrzeugen eingehalten werden.

**[0007]** Der erfindungsgemäße Bremskreis ist für eine hydraulische Bremsanlage eines Landfahrzeugs vorgesehen und umfasst eine erste Radbremse, eine steuerbare Ventileinrichtung, um eine erste hydraulische Verbindung zur Zufuhr von durch einen Fahrer des Landfahrzeugs erzeugtem Bremsdruck herstellen und sperren zu können, eine steuerbare Pumpe, um in dem Bremskreis Bremsdruck gesteuert aufbauen zu können, und eine erste, der ersten Radbremse zugeordnete steuerbare Radbremsenventilanordnung, um Bremsdruckverläufe in der ersten Radbremse steuern zu können.

**[0003]** Automatische Bremsvorgänge sollen so erfolgen, dass sie vom Fahrer nicht wahrgenommen werden und/oder keine unerwünschten Fahrzeugbewegungen (beispielsweise Rucken und/oder Schiefziehen des Fahrzeugs) verursachen. Diese Ziele sind aus mehreren Gründen schwierig zu erreichen.

**[0008]** Bei dem erfindungsgemäßen Bremskreis ist es vorgesehen, in Antwort auf ein Sperren der ersten hydraulischen Verbindung mittels der Ventileinrichtung die erste Radbremsenventilanordnung in einen Betriebszustand zu bringen, der eine erste Hydraulikverbindung zwischen der Ausgangsseite der ersten Radbremse und der Eingangsseite der Pumpe herstellt. Ferner ist es vorgesehen, die Pumpe in einen Betriebszustand zu bringen, der an der Eingangsseite der ersten Radbremse einen vorbestimmten Bremsdruck erzeugt.

**[0004]** Automatische Bremsvorgänge laufen üblicherweise bei geringen Bremsdrücken ab. Dabei kommen Störeinflüsse, wie zum Beispiel ungleiche Luftspiele zwischen Bremskolben und Bremsbelägen, ungleich abgenutzte Bremsbeläge, verschobene Bremskolben bzw. Bremsbeläge etc., besonders zum Tragen. Diese Störeinflüsse können bei Kurvenfahrten auftreten oder besonders verstärkt werden, da hier auch noch Querkräfte auf die Komponenten der Bremsanlage wirken. Derartige Störeinflüsse werden beim Betrieb von hydraulischen Bremsanlagen mit zwei Bremskreisen bei vom Fahrer gesteuerten Bremsvorgängen dadurch kompensiert, dass ein Druckausgleich zwischen den zwei Bremskreisen möglich ist. Diese Kompensation steht bei automatischen Bremsvorgängen nicht zur Verfügung, weil dabei die beiden Bremskreise voneinander hydraulisch getrennt sind. Vielmehr ist es bei automatischen Bremsvorgängen sowohl bei Bremsanlagen mit einem Bremskreis als auch bei Bremsanlagen mit zwei oder mehr Bremskreisen erforderlich, Störeinflüsse

**[0009]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Bremskreis eine zweite Radbremse und eine zweite, der zweiten Radbremse zugeordnete steuerbare Radbremsenventilanordnung, die zum Steuern von Bremsdruckverläufen in der zweiten Radbremse vorgesehen ist. Bei dieser Ausführungsform weist die zweite Radbremsenventilanordnung in Antwort auf das Sperren der ersten hydraulischen Verbindung einen Betriebszustand auf, der eine zweite Hydraulikverbindung zwischen der Ausgangsseite der zweiten Radbremse und der Eingangsseite der Pumpe sperrt. Dabei erzeugt die Pumpe den vorbestimmten Bremsdruck auch an der Eingangsseite der zweiten Radbremse.

**[0010]** Bei einer anderen Ausführungsform umfasst der Bremskreis ebenfalls eine zweite Radbremse und eine zweite, der zweiten Radbremse zugeordnete steuerbare Radbremsenventilanordnung, die auch

zur Steuerung von Bremsdruckverläufen der zweiten Radbremse dient. Allerdings wird hier in Antwort auf das Sperren der ersten hydraulischen Verbindung die zweite Radbremsenventilanordnung in einen Betriebszustand gebracht, der eine zweite Hydraulikverbindung zwischen der Ausgangsseite der zweiten Radbremse und der Eingangsseite der Pumpe sperrt. Auch hier wird der vorbestimmte Bremsdruck von der Pumpe an der Eingangsseite der zweiten Radbremse erzeugt.

**[0011]** Die Pumpe und die wenigstens eine Radbremsenventilanordnung können ihre jeweiligen Betriebszustände in Antwort auf das Sperren der ersten hydraulischen Verbindung im Wesentlichen gleichzeitig einnehmen.

**[0012]** Alternativ ist es vorgesehen, in Antwort auf das Sperren der ersten hydraulischen Verbindung die Pumpe in ihren Betriebszustand zu bringen, bevor die wenigstens eine Radbremsenventilanordnung in ihren Betriebszustand gebracht wird.

**[0013]** Bei einer weiteren Ausführungsform sind, wenn der vorbestimmte Bremsdruck vorliegt, Betriebszustände für die Ventileinrichtung, die Pumpe und die wenigstens eine Radbremsenventilanordnung vorgesehen, die zusammen den vordefinierten Bremsdruck aufrecht halten.

**[0014]** Die Pumpe kann, um den vorbestimmten Bremsdruck zu erzeugen, so betrieben werden, dass ihre Fördermenge in Abhängigkeit des Druckverlaufs in der wenigstens einen Radbremse geändert wird.

**[0015]** Vorzugsweise umfasst die wenigstens eine Radbremsenventilanordnung jeweils ein erstes steuerbares Ventil, das im geöffnetem Zustand die wenigstens eine Hydraulikverbindung herstellt und einen Staudruck zwischen seiner Eingangsseite und seiner Ausgangsseite zu erzeugen vermag.

**[0016]** Dies kann beispielsweise erreicht werden, wenn das wenigstens eine steuerbare Ventil eine Drossel aufweist, die im geöffneten Ventilzustand wirksam ist.

**[0017]** Die wenigstens eine Radbremsenventilanordnung kann ein zweites steuerbares Ventil aufweisen, das nach dem Sperren der ersten hydraulischen Verbindung einen geöffneten Zustand aufweist, um die entsprechende Radbremse eingangsseitig mit Bremsdruck der Pumpe beaufschlagen zu können.

**[0018]** Die Ventileinrichtung kann ein erstes steuerbares Ventil umfassen, das zum Herstellen und Sperren der ersten hydraulischen Verbindung dient.

**[0019]** Die Ventileinrichtung kann ein zweites steu-

erbares Ventil aufweisen, das zum Herstellen und Sperren einer zweiten hydraulischen Verbindung dient, um Bremsdruck aus dem Bremskreis abführen oder dies verhindern zu können.

**[0020]** Die erfindungsgemäße hydraulische Bremsanlage ist für ein Landfahrzeug vorgesehen und weist wenigstens einen erfindungsgemäßen Bremskreis auf.

**[0021]** Vorzugsweise umfasst die erfindungsgemäße hydraulische Bremsanlage einen Hauptzylinder, um dem wenigstens einen Bremskreis durch einen Fahrer des Landfahrzeugs erzeugten Bremsdruck zuzuführen, wobei die erste hydraulische(n) Verbindung(en) mit dem Hauptzylinder hergestellt oder gesperrt werden kann (können).

**[0022]** Die erfindungsgemäße Steuerung ist für eine hydraulische Bremsanlage eines Landfahrzeugs vorgesehen, die wenigstens einen Bremskreis mit jeweils wenigstens einer Radbremse, einer steuerbaren Ventileinrichtung zum Herstellen und Sperren einer ersten hydraulischen Verbindung zur Zufuhr von durch einen Fahrer des Landfahrzeugs erzeugtem Bremsdruck, einer steuerbaren Pumpe zum gesteuerten Aufbau von Bremsdruck in dem Bremskreis und einer jeweils der wenigstens einen Radbremse zugeordneten steuerbaren Radbremsenventilanordnung umfasst, um Bremsdruckverläufe in der entsprechenden Radbremse zu steuern.

**[0023]** Die erfindungsgemäße Steuerung ist dazu eingerichtet, in Antwort auf ein Sperren der ersten hydraulischen Verbindung durch die Ventileinrichtung Steuersignale bereitzustellen, durch die wenigstens eine der wenigstens einen Radbremsenventilanordnung einen Betriebszustand einnimmt, der eine erste Hydraulikverbindung zwischen der Ausgangsseite der entsprechenden Radbremse und der Eingangsseite der entsprechenden Pumpe herstellt, und durch die die Pumpe einen Betriebszustand einnimmt, der an der Eingangsseite der wenigstens einen Radbremse einen vorbestimmten Bremsdruck erzeugt.

**[0024]** Hier und im Folgenden ist unter "eingerichtet" zu verstehen, dass die Steuerung wenigstens strukturell ausgeführt ist, um die jeweils angegebenen technischen funktionalen Merkmale bereitzustellen. Darüber hinaus kann die Steuerung auch programmiert sein, um die jeweils angegebenen technischen funktionalen Merkmale bereitzustellen, beispielsweise unter Verwendung von Softwarecode oder Computerprogrammen. So ist es vorgesehen, dass die Funktionen der Steuerung durch eine entsprechende Hardwarestruktur (z. B. ASIC) bereitgestellt werden. Die Steuerung kann auch so ausgeführt sein, dass sie eine auch allgemein verwendbare Hardwarestruktur aufweist, die in Verbindung mit einer entsprechenden Programmierung (z. B. fest imp-

lementierter Softwarecode, auf einem computerlesbaren Speichermedium bereitgestelltes Computerprogramm, zum Betrieb herunterladbarer Softwarecode oder Computerprogramm) die technischen funktionalen Merkmale der Steuerung bereitstellt.

**[0025]** Die Steuerung kann in Antwort auf das Sperren der ersten hydraulischen Verbindung die wenigstens eine Pumpe und die wenigstens eine Radbremsenventilanordnung über Steuersignale so steuern, dass sie ihre Betriebszustände im Wesentlichen gleichzeitig einnehmen, oder so steuern, dass die wenigstens eine Pumpe ihren Betriebszustand vor der wenigstens einen Radbremsenventilanordnung einnimmt.

**[0026]** Bei Erreichen des vorbestimmten Bremsdrucks kann die Steuerung die wenigstens eine Ventileinrichtung, die wenigstens eine Pumpe und die wenigstens eine Radbremsenventilanordnung steuern, so dass sie jeweils Betriebszustände einnehmen, die zusammen den vorbestimmten Bremsdruck aufrecht halten.

**[0027]** Vorzugsweise steuert die Steuerung die wenigstens eine Pumpe, damit sie ihren Betriebszustand zum Erzeugen des vorbestimmten Bremsdrucks erreicht, in Abhängigkeit des Druckverlaufs in der wenigstens einen Radbremse.

**[0028]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist zur Steuerung einer hydraulischen Bremsanlage eines Landfahrzeugs, die wenigstens einen Bremskreis mit jeweils wenigstens einer Radbremse und einer steuerbaren Pumpe zum gesteuerten Aufbau von Bremsdruck in dem Bremskreis aufweist, vorgesehen.

**[0029]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden der wenigstens eine Bremskreis gegenüber einer Zufuhr von durch eine Fahrer des Landfahrzeugs erzeugtem Bremsdruck gesperrt oder abgeschlossen, eine Hydraulikverbindung zwischen der Ausgangsseite wenigstens einer der wenigstens einen Radbremse und der Eingangsseite der entsprechenden Pumpe hergestellt und an der Eingangsseite der wenigstens einen Radbremse mittels der entsprechenden Pumpe ein vorbestimmter Bremsdruck erzeugt.

**[0030]** Nach dem Sperren des wenigstens einen Bremskreises kann das Herstellen der wenigstens einen Hydraulikverbindung und das Erzeugen des vorbestimmten Bremsdrucks im Wesentlichen gleichzeitig oder so eingeleitet werden, dass das Erzeugen des vorbestimmten Bremsdrucks vor dem Herstellen der wenigstens eine Hydraulikverbindung beginnt.

**[0031]** Ist der vorbestimmte Bremsdruck erreicht, ist es möglich, den vorbestimmten Bremsdruck aufrecht zu halten.

**[0032]** Vorzugsweise erfolgt das Erzeugen des vorbestimmten Bremsdrucks in Abhängigkeit des Druckverlaufs in der wenigstens einen der wenigstens einen Radbremse.

#### Ausführungsbeispiel

##### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0033]** In der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen wird auf die beigefügten Figuren Bezug genommen, von denen zeigen:

**[0034]** [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Bremsanlage in einem Betriebszustand für wenigstens teilweise fahrergesteuerte Bremsvorgänge, und

**[0035]** [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Bremsanlage in einem Betriebszustand für automatische Bremsvorgänge.

##### Beschreibung bevorzugten Ausführungsformen

**[0036]** [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen schematische Darstellungen von Bremsanlagen. Die folgenden Ausführungen unter Bezugnahme auf die Ausführungsform von [Fig. 1](#) gelten entsprechend auch für die Ausführungsform von [Fig. 2](#).

**[0037]** Die Bremsanlage arbeitet mittels Hydraulikfluid, die zum Teil in einem Behälter **11** bevorratet ist. Zum Erzeugen von Bremsdruck, der durch unter Druck setzen des Hydraulikfluids entsteht, dient ein Hauptzylinder **12**, der vom Fahrer durch ein Pedal **13** betätigt werden kann. Wie in den Figuren dargestellt, kann optional ein zwischen dem Hauptzylinder **12** und dem Pedal **13** angeordneter Bremskraftverstärker **14** vorgesehen sein, um eine vom Fahrer eingeleitete Kraft  $F$  – vorzugsweise pneumatisch oder hydraulisch – zu verstärken.

**[0038]** Von dem Hauptzylinder **12** ausgehend werden ein erster und zweiter Bremskreis I., II. versorgt, wobei jeder Bremskreis zwei Radbremsen umfasst. Je nachdem, welche Radbremsen des Fahrzeugs von welchem Bremskreis umfasst werden, ergibt sich eine Aufteilung zwischen Vorder- und Hinterachse, wobei ein Bremskreis Radbremsen der Vorderachse und der andere Bremskreis Radbremsen der Hinterachse umfassen kann oder ein Bremskreis die Radbremse eines Vorderrades und die Radbremse des diagonal gegenüberliegenden Hinterrades und der andere Bremskreis die Radbremsen des anderen Vorderrades und des anderen Hinterrades umfassen kann.

**[0039]** Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Bremskreise I. und II. im Wesentlichen identisch aufgebaut sind. Daher ist nur der Bremskreis I.

im Detail gezeigt. Die folgenden Ausführungen unter Bezugnahme auf den Bremskreis I. gelten entsprechend für den Bremskreis II.

**[0040]** Der Bremskreis I. umfasst zwei Radbremsen **50** und **60**. Zum Steuern von Bremsdruckverläufen in den Radbremsen **50** und **60** sind eine Ventile **51** und **52** umfassende erste Ventilanordnung und eine Ventile **61** und **62** umfassende zweite Ventilanordnung vorgesehen.

**[0041]** Die Ventile **51**, **52**, **61** und **62** sind hier als durch Elektromagnete betätigbare 2/2-Wegeventile dargestellt.

**[0042]** Der Bremskreis I. umfasst eine Ventile **71**, **72** und **73** aufweisende Ventileinrichtung. Die Ventile **71** und **72** sind hier als durch Elektromagnete betätigbare 2/2-Wegeventile dargestellt.

**[0043]** [Fig. 1](#) zeigt die Ventile **51**, **61** und **71** jeweils in einem geöffneten Betriebszustand oder Durchflussstellung, während die Ventile **52**, **62** und **72** jeweils in einem geschlossenen Betriebszustand oder Sperrstellung gezeigt sind. Diese Betriebszustände oder Stellungen werden im Folgenden auch als Grundstellung bezeichnet.

**[0044]** Bei dem in [Fig. 1](#) dargestellten Betriebszustand des Bremskreises I. besteht aufgrund des geöffneten Betriebszustandes des Ventils **71** eine hydraulische Verbindung zwischen dem Hauptzylinder **12** und den Radbremsen **50** und **60**. Dieser Betriebszustand wird für über Betätigungen des Pedals **13** steuerbare Bremsvorgänge, die auch als Normalbremsvorgänge bezeichnet werden können, verwendet. Betätigungen des Hauptzylinders **12** mittels des Pedals **13**, optional unter Mitwirkung des Bremskraftverstärkers **14**, erzeugen Bremsdrücke in dem Bremskreis I. und damit in den Radbremsen **50** und **60**.

**[0045]** Die gezeigte Bremsanlage ist für eine sogenannte Antiblockierregelung ausgelegt, bei der während eines Bremsvorgangs ein Blockieren der Räder verhindert werden soll. Hierfür werden in den Radbremsen **50** und **60** wirkenden Bremsdrücke individuell moduliert. Dies geschieht durch Einstellen in zeitlicher Folge wechselnder Druckaufbau-, Druckhalte- und Druckabbauphasen, die im Folgenden detaillierter erläutert sind.

**[0046]** Die Druckaufbau-, -halte- und -abbauphasen werden durch geeignete Steuerung der den Radbremsen **50** und **60** zugeordneten Ventile **51**, **52** bzw. **61**, **62** mittels einer elektronischen Steuerung ECU erreicht.

**[0047]** Die elektronische Steuerung ECU kann über eine Reihe von nicht dargestellten Eingängen Be-

triebszustände eines Fahrzeugs angegebene Signale empfangen. Beispielsweise ist es vorgesehen, der elektronischen Steuerung ECU Signale von Rad-drehzahlsensoren, Gierrgeschwindigkeitssensoren, Querb beschleunigungssensoren etc. zuzuführen.

**[0048]** Die elektronische Steuerung ECU weist Ausgänge für Steuersignale a,..., g zur Steuerung der Ventile **51**, **52**, **61**, **62**, **71**, und **72** sowie zur Steuerung eines zum Betrieb einer Pumpe **31** vorgesehenen Motors **32** auf.

**[0049]** Bei einem fahrgesteuerten normalen Bremsvorgang mit Antiblockierregelung erfolgt die Steuerung durch die elektronische Steuerung ECU in Abhängigkeit von Betriebszustände des Fahrzeugs angebenen Messgrößen (z. B. Geschwindigkeit, Beschleunigung, Raddrehzahlen, Gierrgeschwindigkeit, Querb beschleunigung etc.) und Messgrößen, die einen durch den Fahrer gewünschten Bremsvorgang angeben (z. B. Betätigung des Pedals **13**, Hydraulikdruck am Ausgang des Hauptzylinders **12** etc.). Der vom Fahrer gewünschte Bremsvorgang kann auch über den im Hauptzylinder **12** erzeugten Bremsdruck P ermittelt werden, für dessen Erfassung ein Sensor **41** vorgesehen ist.

**[0050]** Während eines normalen Bremsvorgangs ohne Antiblockierregelung befinden sich die Ventile **51**, **52** und **61**, **62** jeweils in ihren Grundstellungen. Stellt die elektronische Steuerung ECU beispielsweise fest, dass den Radbremsen **50** und **60** zugeordnete Rädern zum Blockieren neigen oder blockieren, bewirkt die elektronische Steuerung ECU für die Radbremsen **50** und **60** jeweils eine Druckhaltephase. Führen die Druckhaltephasen nicht dazu, dass die Blockierneigung bzw. das Blockieren endet, bewirkt die elektronische Steuerung ECU für die Radbremsen **50** und **60** jeweils eine Druckabbauphase so lange bis die Blockierneigung bzw. das Blockieren beendet ist. Danach folgen unter Steuerung der elektronischen Steuerung ECU Druckaufbauphasen für die Radbremsen **50** und **60**, in denen die in den Radbremsen **50** und **60** wirkenden Bremsdrücke gemäß dem vom Fahrer gewünschten Bremsvorgang aufgebaut werden.

**[0051]** Während der Druckhaltephasen werden unter Steuerung der elektronischen Steuerung ECU die Ventile **51** und **61** jeweils in eine geschlossene Betriebsposition oder Sperrstellung gebracht. Die Ventile **52** und **62** bleiben dabei in ihren beim normalen Bremsvorgang vorliegenden Grundstellungen.

**[0052]** Das Schließen der Ventile **51** und **61** führt zu einer hydraulischen Abkopplung der Radbremsen **50** und **60**, wodurch die in den Radbremsen **50** und **60** wirkenden Bremsdrücke konstant gehalten werden.

**[0053]** Während der Druckabbauphasen werden die

Ventile **51** und **61** in ihren geschlossenen Betriebspositionen gehalten und die Ventile **52** und **62** von der elektronischen Steuerung ECU so angesteuert, dass sie jeweils einen geöffneten Betriebszustand oder Durchflussstellung annehmen. Aufgrund der geöffneten Ventile **52** und **62** kann Hydraulikfluid aus den Radbremsen **50** und **60** abfließen, wodurch die in den Radbremsen **50** und **60** wirkenden Bremsdrücke verringert werden. Dabei abfließendes Hydraulikfluid kann in einem Niederdruckspeicher **21** zwischengespeichert werden.

**[0054]** Während einer Druckaufbauphase nehmen die Ventile **51**, **52** und **61** und **62** ihre Grundstellungen ein, das heißt die Ventile **51** und **61** werden durch die elektronische Steuerung ECU geöffnet, während die Ventile **52** und **62** geschlossen werden. Zur Erhöhung der in den Druckabbauphasen verringerten Bremsdrücke in den Radbremsen **50** und **60** steuert die elektronische Steuerung ECU den Motor **32** und damit die Pumpe **31** so an, dass über die Ventile **51** und **61** die in den Radbremsen **50** und **60** wirkenden Bremsdrücke auf dem vom Fahrer gewünschten Bremsvorgang entsprechende Niveaus erhöht werden. Dabei fördert die Pumpe **31** in den Druckabbauphasen abgeflossenes Hydraulikfluid, gegebenenfalls aus dem Niederdruckspeicher **21**, zurück.

**[0055]** Die z. B. als Radialkolbenpumpe ausgeführte Pumpe **31** ist entgegen ihrer Förderrichtung sperrend, beispielsweise mittels eines Sperrventils **33** am Ausgang der Pumpe **31** und eines Sperrventils **34** am Eingang der Pumpe **31**.

**[0056]** Die Drehzahl des Elektromotors **32** ist über das Steuersignal c der elektronischen Steuerung ECU einstell- bzw. regelbar, wodurch die Fördermenge der Pumpe **31** gesteuert werden kann. Der Elektromotor **32** kann gleichzeitig eine hier nicht gezeigte Pumpe des zweiten Bremskreises II. betätigen.

**[0057]** Automatische Bremsvorgänge erfolgen in der Regel unabhängig von einer vom Fahrer am Pedal **13** eingeleiteten Kraft F. Solche sind z. B. eine Antriebschlupfregelung (ASR), die ein Durchdrehen einzelner Räder bei einem Anfahrvorgang durch gezieltes Abbremsen verhindert, eine Fahrdynamikregelung (ESP), die das Fahrzeugverhalten im Grenzbereich durch gezieltes Abbremsen einzelner Räder an den Fahrerwunsch und die Fahrbahnverhältnisse anpasst, oder eine adaptive Geschwindigkeitsregelung (ACC), die durch unter anderem selbsttätiges Bremsen einen Abstand des eigenen Fahrzeugs zu einem vorausfahrenden Fahrzeug einhält.

**[0058]** Für einen automatischen Bremsvorgang werden die Ventile **71** und **72** durch die elektronischen Steuerungen ECU so angesteuert, dass das Ventil **71** einen geschlossenen Betriebszustand oder

eine Sperrstellung und das Ventil **72** einen offenen Betriebszustand oder eine Durchflussstellung einnehmen. Die Ventile **51**, **52**, **61** und **62** bleiben dabei in ihren Grundstellungen. Aufgrund des geschlossenen Ventils **71**, der geöffneten Ventile **51** und **61** und der geschlossenen Ventile **52** und **62** sind die Radbremsen **50** und **60** insofern von dem Hauptzylinder **12** bzw. dem Bremskreis II. abgekoppelt, dass keine von außen zugeführten Bremsdrücke, das heißt durch Betätigung des Pedals **13** bewirkte Bremsdrücke, zugeführt werden können. Auch das geöffnete Ventil **72** erlaubt keine Zufuhr von externem Bremsdruck, weil die Ventile **52** und **62** geschlossen sind und die Pumpe **31** ebenfalls wie ein geschlossenes Ventil wirkt. Das geöffnete Ventil **72** ermöglicht es allerdings der Pumpe **31**, Hydraulikfluid auch aus dem Behälter **11** anzusaugen, um, wie im Folgenden detailliert beschrieben, Bremsdrücke in den Radbremsen **50** und **60** zu erzeugen.

**[0059]** Um für automatische Bremsvorgänge gewünschte Bremskräfte in den Radbremsen **50** und **60** zu erzeugen, steuert die elektronische Steuerung ECU den Motor **32** bzw. die Pumpe **31** entsprechend. Zum Modulieren oder für eine Feineinstellung der Bremsdrücke in den Radbremsen **50** und **60** kann die elektronische Steuerung ECU die Ventile **51**, **52** bzw. **61**, **62** vergleichbar zu der oben beschriebenen Antilockierregelung steuern.

**[0060]** Um Beschädigungen des Bremskreises I. zu vermeiden, kann das Ventil **73** in Form eines Druckbegrenzungsventils vorgesehen sein. Das Ventil **73**, das sich normalerweise in einem geschlossenen Betriebszustand befindet, nimmt einen Bremsdruck abbauenden, geöffneten Betriebszustand ein, wenn am Ausgang der Pumpe **31** zu hoher Druck vorliegt.

**[0061]** Automatische Bremsvorgänge finden im Allgemeinen bei geringen Bremsdrücken statt. Dabei können sich Störeinflüsse, die zu unterschiedlichen Bremswirkungen an Rädern führen können, besonders negativ auswirken. Derartige Störeinflüsse werden bei normalen Bremsvorgängen wenigstens teilweise dadurch kompensiert, dass zwischen den Bremskreisen I. und II. eine hydraulische Verbindung besteht, die für einen Druckausgleich im Hauptzylinder **12** nach dem Schwimmkolben-Prinzip sorgt. Dies ist bei automatischen Bremsvorgängen aufgrund des geschlossenen Ventils **71** des Bremskreises I. und eines entsprechenden, ebenfalls geschlossenen Ventils des Bremskreises II. nicht möglich.

**[0062]** Um auch bei automatischen Bremsvorgängen solche Störeinflüsse zu beseitigen, sind bei den Ventilen **52** und **62**, wie in [Fig. 2](#) dargestellt, Drosseln **53** bzw. **63** vorgesehen. Die Drosseln **53** und **63** sind wirksam, wenn sich die Ventile **52** bzw. **62** in ihren geöffneten Betriebsstellungen bzw. Durchflussstellungen befinden.

**[0063]** Zusätzlich zu den im Folgenden beschriebenen Funktionen der Drosseln **53** und **63** können diese, beispielsweise bei der oben beschriebenen Modulation von Bremsdrücken in den Radbremsen **50** und **60**, für eine fahrzeugspezifische Anpassung von Charakteristika der Bremsanlage, wie zum Beispiel Ventilansteuerzeiten, an Hydraulikfluidaufnahmekapazitäten der Radbremsen **50** und **60** sorgen.

**[0064]** Im Zusammenhang mit automatischen Bremsvorgängen werden insbesondere die "Staudruck-Effekte" genutzt, die sich an den Drosseln **53** und/oder **63** einstellen können, wenn die elektronische Steuerung ECU die Bremsanlage für einen automatischen Bremsvorgang so steuert, dass das Ventil **71** seinen geschlossenen Betriebszustand (Sperrstellung) einnimmt, das Ventil **72** seinen geöffneten Betriebszustand (Durchflussstellung) einnimmt, die Pumpe **31** bzw. der Motor **32** zum Druckaufbau betätigt werden (können), die Ventile **51** und **61** ihre geöffneten Betriebszustände (Durchflussstellungen) einnehmen und wenigstens eines der Ventile **52** und **62** einen geöffneten Betriebszustand (Durchflussstellung) einnimmt.

**[0065]** Eine Ausführungsform, bei der das Ventil **52** in seinem geöffneten Betriebszustand eine (erste) Hydraulikverbindung zwischen der Ausgangsseite der Radbremse **50** und der Eingangsseite der Pumpe **31** herstellt, ist in [Fig. 2](#) gezeigt.

**[0066]** Aufgrund eines Staudruck-Effekts an der Drossel **53** des Ventils **52** wird über der Pumpe **31**, das heißt zwischen deren Eingang und Ausgang (nicht bezeichnet), eine Druckdifferenz  $\Delta p$  erzeugt. Infolgedessen entsteht ausgangsseitig der Pumpe **31** und damit in den Radbremsen **50** und **60** ein Bremsdruck  $p_{\text{pumpe}}$ . Der Bremsdruck  $p_{\text{pumpe}}$  hängt unter anderem von der Fördermenge der Pumpe **31** und der Drosselcharakteristik der Drossel **53** (z. B. Abmessung/Durchmesser des Durchlassbereichs der Drossel **53**) ab.

**[0067]** Die Fördermenge der Pumpe **31** kann unter Steuerung der elektronischen Steuerung ECU über die Drehzahl des Motors **32** eingestellt werden, um einen vorbestimmten Bremsdruck  $p_{\text{pumpe}}$  zu erzeugen. Dabei ist es vorgesehen, den Bremsdruck  $p_{\text{pumpe}}$  so festzulegen, dass insbesondere Störeinflüsse der genannten Art bei automatischen Bremsvorgängen kompensiert werden.

**[0068]** Aufgrund des geöffneten Ventils **52** hat die Pumpe **31**, verglichen mit einem Betriebszustand der Bremsanlage, in dem das Ventil **52** geschlossen ist, eine höhere Förderleistung, um den gleichen ausgangsseitigen Druck zu erzeugen. Dadurch wird erreicht, dass ungünstige Charakteristika der Bremsanlage und insbesondere der Pumpe **31** bei niedriger Förderleistung, um bei einem geschlossenen Ventil

**52** für automatische Bremsvorgänge niedrige Bremsdrücke zu erzeugen, vermieden werden. Demgegenüber ermöglicht es die Ausführungsform von [Fig. 2](#), die Pumpe **31** in einem Betriebsbereich zu betreiben und zu steuern, in dem auch kleine Druckänderungen genau eingestellt werden können.

**[0069]** Allgemein erfolgt die Steuerung der Pumpe **31** bzw. des Motors **32** durch die elektronische Steuerung ECU so, dass je größer die Drosselwirkung der Drossel **53** ist (kleine effektive Durchlassöffnung), desto kleiner die Drehzahl des Elektromotors **32** bzw. die Fördermenge der Pumpe **31** eingestellt werden kann, während größere Drehzahlen des Elektromotors **32** bzw. höhere Fördermengen der Pumpe **31** vorgesehen sind, wenn eine geringere Drosselwirkung der Drossel **53** (größere effektive Durchlassöffnung) vorliegt.

**[0070]** Ferner kann bei den hier angenommenen Bremsanlagen mit zwei Bremskreisen eine Kompensation von Störeinflüssen über das geöffnete Ventil **72** des Bremskreises I. und/oder eines entsprechenden, ebenfalls geöffneten Ventils des Bremskreises II. erreicht werden. Aufgrund dieser geöffneten Ventile besteht eine hydraulische Verbindung der Bremskreise I. und II. zu dem Hauptzylinder **12**. Dies kann einen Druckausgleich zwischen den Bremskreisen I. und II. nach dem Schwimmkolben-Prinzip ermöglichen. Bei Bremsanlagen mit nur einem Bremskreis oder bei Bremsanlagen, deren Bremskreise nicht hydraulisch koppelbar sind, erfolgt die Kompensation von Störeinflüssen auf die zuvor beschriebene Art und Weise.

**[0071]** Bei einer anderen, nicht gezeigten Ausführungsform wird anstelle des Ventils **52**, das hier geschlossen bleibt, das Ventil **62** durch das Steuersignal  $g$  der elektronischen Steuerung ECU in einen geöffneten Betriebszustand (Durchflussstellung) gebracht, in dem eine (zweite) Hydraulikverbindung zwischen der Ausgangsseite der Radbremse **60** und der Eingangsseite der Pumpe **31** hergestellt wird, und der Staudruck-Effekt an der Drossel **63** wird zum Aufbau einer Druckdifferenz  $\Delta p$  zwischen der Eingangsseite und der Ausgangsseite der Pumpe **31** genutzt. Ansonsten entspricht diese Ausführungsform der zuvor beschriebenen Ausführungsform.

**[0072]** Bei einer weiteren, ebenfalls nicht gezeigten Ausführungsform steuert die elektronische Steuerung ECU die Ventile **52** und **62** über die Steuersignale  $e$  bzw.  $g$  so an, dass sowohl das Ventil **52** als auch das Ventil **62** in einen geöffneten Betriebszustand (Durchflussstellung) gebracht werden. In diesem Fall entsteht eine Druckdifferenz  $\Delta p$  zwischen der Eingangsseite und der Ausgangsseite der Pumpe **31** aufgrund von Staudruck-Effekten sowohl an der Blende **53** als auch an der Blende **63**. Ansonsten gelten die obigen Ausführungen auch für diese

Ausführungsform. Der Betriebszustand der Bremsanlage, bei der die Ventile **52** und **62** geöffnet sind, der auch als Parallelschaltung der Drosseln **53** und **63** bezeichnet werden kann, ist beispielsweise vorteilhaft, wenn die Drosseln **53** und **63** unterschiedlich dimensioniert sind (z. B. unterschiedliche Drosselcharakteristika aufweisen) und/oder der Bremskreis I. in einer Bremsanlage mit diagonalen Aufteilung verwendet wird. Unterschiedlich dimensionierte Blenden **53** und **63** können beispielsweise verwendet werden, wenn die Radbremsen **50** und **60** unterschiedliche Volumenaufnahmekapazitäten für Hydraulikfluid in Abhängigkeit davon aufweisen, ob sie einem Vorderrad oder einem Hinterrad zugeordnet sind.

**[0073]** Im Fall einer Bremsanlage mit diagonalen Aufteilung, bei der beispielsweise der Bremskreis I. mit der Radbremse **50** ein Vorderrad und mit der Radbremse **60** ein diagonal gegenüberliegendes Hinterrad abbremst, ist es vorteilhaft, wenn die Bremskreise I. und II. von der elektronischen Steuerung ECU im Wesentlichen zeitgleich und im Wesentlichen auf gleiche Art und Weise gesteuert werden. Insbesondere ist es hier vorgesehen, dass die elektronische Steuerung ECU die Ventile **51** und **61** des Bremskreises I. und die entsprechenden Ventile des Bremskreises II. im Wesentlichen zeitgleich öffnet, wenigstens eines der Ventile **52** und **62** des Bremskreises I. und wenigstens eines der entsprechenden Ventile des Bremskreises II. im Wesentlichen zeitgleich öffnet und die Pumpe **31** des Bremskreises I. und die entsprechende Pumpe des Bremskreises II. so steuert, dass der vordefinierte Bremsdruck p-pumpe im Bremskreis I. und ein vergleichbarer vordefinierter Bremsdruck im Bremskreis II. im Wesentlichen zeitgleich erzeugt werden.

**[0074]** Bei einer weiteren Ausführungsform steuert die elektronische Steuerung ECU das Ventil **52** und/oder das Ventil **62** über das Steuersignal e bzw. das Steuersignal g so an, dass das Ventil **52** und/oder das Ventil **62** mit zeitlicher Verzögerung geöffnet wird/werden, nachdem die Ventile **51**, **61** und **72** geöffnet und das Ventil **71** geschlossen worden sind. Bei dieser Ausführungsform kann die elektronische Steuerung ECU die Pumpe **31** so steuern, dass bei geschlossenen Ventilen **52** und/oder **62** der vorbestimmte Bremsdruck p-pumpe erzeugt oder zumindest annähernd eingestellt wird. Danach wird das Ventil **52** und/oder das Ventil **62** geöffnet, wodurch ein Staudruck-Effekt an der Drossel **53** und/oder ein Staudruckeffekt an der Drossel **63** für eine Druckdifferenz  $\Delta p$  zwischen der Eingangsseite und der Ausgangsseite der Pumpe **31** sorgt. Dies bewirkt, dass Störeinflüsse, die es bei geschlossenen Ventilen **52** und/oder **62** erschweren oder unmöglich machen, den vorbestimmten Bremsdruck p-pumpe einzustellen, kompensiert werden. Wird beispielsweise bei geschlossenen Ventilen **52** und/oder **62** ein vergli-

chen mit dem vorbestimmten Bremsdruck p-pumpe zu hoher oder zu niedriger Bremsdruck erzeugt, bewirkt eine Öffnung des Ventils **52** und/oder des Ventils **62** eine Korrektur des in den Radbremsen **50** und **60** wirkenden Bremsdrucks auf den vorbestimmten Bremsdruck p-pumpe.

**[0075]** Bei allen Ausführungsformen ist es vorgesehen, nach Erzeugung des vorbestimmten Bremsdrucks p-pumpe die elektronische Steuerung ECU so zu betreiben, dass die Ventile **51** und **61** geöffnet bleiben, das Ventil **71** geschlossen bleibt und die Ventile **52**, **62** und **72** geschlossen werden. Auf diese Weise wird der Bremskreis I. unabhängig davon, wie zuvor der vorbestimmte Bremsdruck p-pumpe eingestellt worden ist, aus einem dynamischen Betrieb in einen statischen Betrieb gebracht. Der aufgrund von Staudruck-Effekten zuvor dynamisch eingestellte, vorbestimmte Bremsdruck p-pumpe bleibt dann als statischer Bremsdruck im Bremskreis I. bzw. den Radbremsen **50** und **60** erhalten. Dieser Zustand kann als "Bereitschaftszustand" bezeichnet werden, der einen vordefinierten Ausgangszustand der Bremsanlage darstellt, von dem aus ausgehend automatische Bremsvorgänge präziser durchgeführt werden können.

## Patentansprüche

1. Bremskreis für eine hydraulische Bremsanlage für ein Landfahrzeug, mit:

- einer ersten Radbremse (**50**),
- einer steuerbaren Ventileinrichtung (**71**, **72**, **73**) zum Herstellen und Sperren einer ersten hydraulischen Verbindung zur Zufuhr von durch einen Fahrer des Landfahrzeugs erzeugtem Bremsdruck zu dem Bremskreis,
- einer steuerbaren Pumpe (**31**) zum gesteuerten Aufbau von Bremsdruck in dem Bremskreis, und
- einer ersten, der ersten Radbremse (**50**) zugeordneten steuerbaren Radbremsenventilanordnung (**51**, **52**, **53**) zum Steuern des Bremsdruckverlaufs in der ersten Radbremse (**50**), wobei in Antwort auf ein Sperren der ersten hydraulischen Verbindung durch die Ventileinrichtung (**71**, **72**, **73**)
- die erste Radbremsenventilanordnung (**51**, **52**, **53**) einen Betriebszustand einnimmt, der eine erste Hydraulikverbindung zwischen der Ausgangsseite der ersten Radbremse (**50**) und der Eingangsseite der Pumpe (**31**) herstellt, und
- die Pumpe (**31**) einen Betriebszustand einnimmt, der an der Eingangsseite der ersten Radbremse (**50**) einen vorbestimmten Bremsdruck (p-pumpe) erzeugt.

2. Bremskreis nach Anspruch 1, mit:

- einer zweiten Radbremse (**60**), und
- einer zweiten, der zweiten Radbremse (**60**) zugeordneten steuerbaren Radbremsenventilanordnung

(**61, 62, 63**) zum Steuern des Bremsdruckverlaufs in der zweiten Radbremse (**60**), wobei in Antwort auf das Sperren der ersten hydraulischen Verbindung

- die zweite Radbremsenventilanordnung (**61, 62, 63**) einen Betriebszustand einnimmt, der eine zweite Hydraulikverbindung zwischen der Ausgangsseite der zweiten Radbremse (**60**) und der Eingangsseite der Pumpe (**31**) sperrt, und
- die Pumpe (**31**) den vordefinierten Bremsdruck (p-pumpe) auch an der Eingangsseite der zweiten Radbremse (**60**) erzeugt.

3. Bremskreis nach Anspruch 1, mit:

- einer zweiten Radbremse (**60**), und
- einer zweiten, der zweiten Radbremse (**60**) zugeordneten steuerbaren Radbremsenventilanordnung (**61, 62, 63**) zum Steuern des Bremsdruckverlaufs in der zweiten Radbremse (**60**), wobei in Antwort auf das Sperren der ersten hydraulischen Verbindung
- die zweite Radbremsenventilanordnung (**61, 62, 63**) einen Betriebszustand einnimmt, der eine zweite Hydraulikverbindung zwischen der Ausgangsseite der zweiten Radbremse (**60**) und der Eingangsseite der Pumpe (**31**) herstellt, und
- die Pumpe (**31**) den vordefinierten Bremsdruck (p-pumpe) auch an der Eingangsseite der zweiten Radbremse (**60**) erzeugt.

4. Bremskreis nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Pumpe (**31**) und die wenigstens eine Radbremsenventilanordnung (**51, 52, 53; 61, 62, 63**) ihre Betriebszustände in Antwort auf das Sperren der ersten hydraulischen Verbindung im Wesentlichen gleichzeitig einnehmen.

5. Bremskreis nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem in Antwort auf das Sperren der ersten hydraulischen Verbindung die Pumpe (**31**) ihren Betriebszustand einnimmt, bevor die wenigstens eine Radbremsenventilanordnung (**51, 52, 53; 61, 62, 63**) ihren Betriebszustand einnimmt.

6. Bremskreis nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem, wenn der vorbestimmte Bremsdruck (p-pumpe) vorliegt, die Ventileinrichtung (**71, 72, 73**), die Pumpe (**31**) und die wenigstens eine Radbremsenventilanordnung (**51, 52, 53; 61, 62, 63**) jeweils Betriebszustände einnehmen, die zusammen den vorbestimmten Bremsdruck (p-pumpe) aufrecht halten.

7. Bremskreis nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem zum Erzeugen des vorbestimmten Bremsdrucks (p-pumpe) die Fördermenge der Pumpe (**31**) in Abhängigkeit des Druckverlaufs in der wenigstens einen Radbremse (**50; 60**) geändert wird.

8. Bremskreis nach einem der vorherigen An-

sprüche, bei dem die wenigstens eine Radbremsenventilanordnung (**51, 52, 53; 61, 62, 63**) jeweils ein erstes steuerbares Ventil (**52; 62**) umfasst, das in Antwort auf das Sperren der ersten hydraulischen Verbindung die erste Hydraulikverbindung herstellt und einen Staudruck zwischen seiner Eingangsseite und seiner Ausgangsseite erzeugt.

9. Bremskreis nach Anspruch 8, bei dem das wenigstens eine erste steuerbare Ventil (**52; 62**) jeweils eine im geöffneten Ventilzustand wirksame Drossel (**53; 63**) umfasst.

10. Bremskreis nach Anspruch 8 oder 9, bei dem die wenigstens eine Radbremsenventilanordnung (**51, 52, 53; 61, 62, 63**) jeweils ein zweites steuerbares Ventil (**51; 61**) umfasst, das in Antwort auf das Sperren der ersten hydraulischen Verbindung eine Hydraulikverbindung zwischen der Ausgangsseite der Pumpe (**31**) und der Eingangsseite der entsprechenden Radbremse (**50; 60**) herstellt.

11. Bremskreis nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Ventileinrichtung (**71, 72, 73**) ein erstes steuerbares Ventil (**71**) umfasst, das im geöffneten Zustand die erste hydraulische Verbindung herstellt und im geschlossenen Zustand die erste hydraulische Verbindung sperrt.

12. Bremskreis nach Anspruch 11, bei dem die Ventileinrichtung (**71, 72, 73**) ein zweites steuerbares Ventil (**72**) umfasst, das im geöffneten Zustand eine zweite hydraulische Verbindung zur Abfuhr von Bremsdruck aus dem Bremskreis herstellt und im geschlossenen Zustand die zweite hydraulische Verbindung sperrt.

13. Hydraulische Bremsanlage für ein Landfahrzeug, mit wenigstens einem Bremskreis (I., II.) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12.

14. Hydraulische Bremsanlage nach Anspruch 13, mit einem Hauptzylinder (**14**) zum Erzeugen eines von einem Fahrer des Landfahrzeugs erzeugten Bremsdrucks, wobei die wenigstens eine Ventileinrichtung (**71, 72, 73**) des wenigstens einen Bremskreises die jeweilige erste hydraulische Verbindung mit Hauptzylinder (**14**) herstellt oder sperrt.

15. Steuerung für eine hydraulische Bremsanlage für ein Landfahrzeug mit wenigstens einem Bremskreis (I.; II.), der jeweils wenigstens eine Radbremse (**50; 60**), eine steuerbare Ventileinrichtung (**71, 72, 73**) zum Herstellen und Sperren einer ersten hydraulischen Verbindung zur Zufuhr von durch einen Fahrer des Landfahrzeugs erzeugtem Bremsdrucks, eine steuerbare Pumpe (**31**) zum gesteuerten Aufbau von Bremsdruck in dem Bremskreis, und eine jeweils der wenigstens einen Radbremse (**50; 60**) zugeordnete steuerbare Radbremsenventilan-

ordnung (**51, 52, 53; 61, 62, 63**) zum Steuern des Bremsdruckverlaufs in der entsprechenden Radbremse (**50; 60**) umfasst, wobei die Steuerung eingerichtet ist, in Antwort auf ein Sperren der ersten hydraulischen Verbindung durch die Ventileinrichtung (**71, 72, 73**) Steuersignale (a,..., g) bereitzustellen, durch die wenigstens eine der wenigstens einen Radbremsenventilanordnung (**51, 52, 53; 61, 62, 63**) einen Betriebszustand einnimmt, der eine erste Hydraulikverbindung zwischen der Ausgangsseite der entsprechenden Radbremse (**50; 60**) und der Eingangsseite der entsprechenden Pumpe (**31**) herstellt, und die entsprechende Pumpe (**31**) einen Betriebszustand einnimmt, der an der Eingangsseite der entsprechenden der wenigstens einen Radbremse (**50; 60**) einen vorbestimmten Bremsdruck (p-pumpe) erzeugt.

16. Steuerung nach Anspruch 15, die ferner eingerichtet ist, in Antwort auf das Sperren der ersten hydraulischen Verbindung Steuersignale (a,..., g) bereitzustellen, durch die die wenigstens eine Pumpe (**31**) und die wenigstens eine Radbremsenventilanordnung (**51, 52, 63; 61, 62, 63**) ihre Betriebszustände im Wesentlichen gleichzeitig einnehmen.

17. Steuerung nach Anspruch 15, die ferner eingerichtet ist, in Antwort auf das Sperren der ersten hydraulischen Verbindung Steuersignale (a,..., g) bereitzustellen, durch die die wenigstens eine Pumpe (**31**) ihren Betriebszustand einnimmt, bevor die wenigstens eine Radbremsenventilanordnung (**51, 52, 53; 61, 62, 63**) ihren Betriebszustand einnimmt.

18. Steuerung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, die ferner eingerichtet ist, wenn der vorbestimmte Bremsdruck vorliegt, Steuersignale (a,..., g) bereitzustellen, durch die die wenigstens eine Ventileinrichtung (**71, 72, 73**), die wenigstens eine Pumpe (**31**) und die wenigstens eine Radbremsenventilanordnung (**51, 52, 53; 61, 62, 63**) jeweils Betriebszustände einnehmen, die zusammen den vorbestimmten Bremsdruck (p-pumpe) aufrecht halten.

19. Steuerung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, die ferner eingerichtet ist, Steuersignale (a,..., g) bereitzustellen, durch die die zum Erzeugen des vorbestimmten Bremsdrucks (p-pumpe) Fördermenge der wenigstens einen Pumpe (**31**) in Abhängigkeit des Druckverlaufs in der entsprechenden Radbremse (**50; 60**) geändert wird.

20. Verfahren zur Steuerung einer hydraulische Bremsanlage für ein Landfahrzeug mit wenigstens einem Bremskreis (I.; II.), der jeweils wenigstens eine Radbremse (**50; 60**) und eine steuerbare Pumpe (**31**) zum gesteuerten Aufbau von Bremsdruck in dem Bremskreis umfasst, mit folgenden Schritten:  
– Sperren des wenigstens einen Bremskreises (I., II.) gegenüber einer Zufuhr von durch einen Fahrer des

Landfahrzugs erzeugtem Bremsdruck,  
– Herstellen einer Hydraulikverbindung zwischen der Ausgangsseite wenigstens einer der wenigstens einen Radbremse (**50; 60**) und der Eingangsseite der entsprechenden Pumpe (**31**), und  
– Erzeugen eines vorbestimmten Bremsdrucks (p-pumpe) an der Eingangsseite der wenigstens einen Radbremse (**50; 60**) mittels der entsprechenden Pumpe (**31**).

21. Verfahren nach Anspruch 20, bei dem nach dem Sperren des wenigstens einen Bremskreises (**50; 60**) das Herstellen der wenigstens einen Hydraulikverbindung und das Erzeugen des vorbestimmten Bremsdrucks (p-pumpe) im Wesentlichen gleichzeitig eingeleitet wird.

22. Verfahren nach Anspruch 20, bei dem nach dem Sperren des wenigstens einen Bremskreises (**50; 60**) das Erzeugen des vorbestimmten Bremsdrucks (p-pumpe) vor dem Herstellen der wenigstens einen Hydraulikverbindung eingeleitet wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22, bei dem, wenn der vorbestimmte Bremsdruck (p-pumpe) erzeugt wurde, der vorbestimmte Bremsdruck (p-pumpe) aufrecht gehalten wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22, bei dem der vorbestimmte Bremsdruck (p-pumpe) in Abhängigkeit des Druckverlaufs in der wenigstens einen Radbremse (**50; 60**) erzeugt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

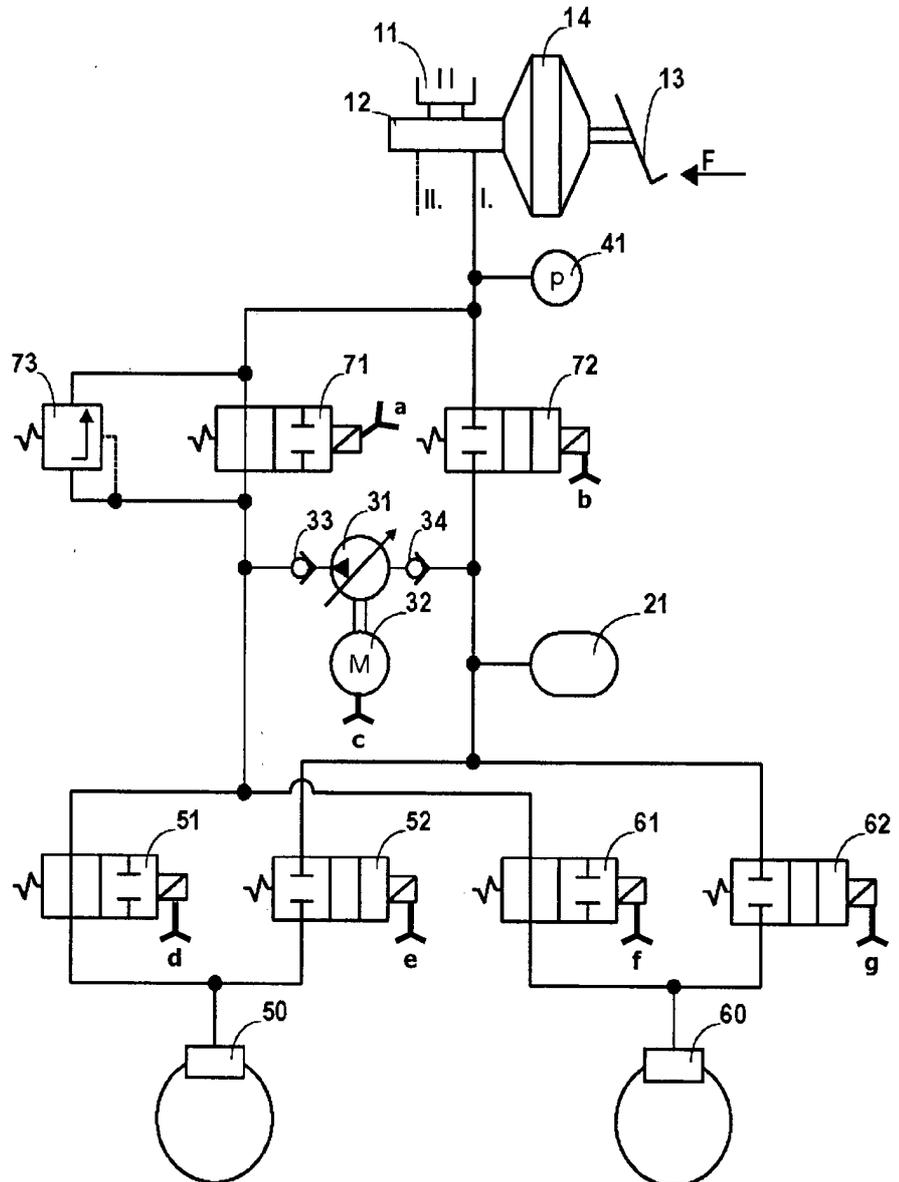


Fig. 1

