



(10) **DE 10 2016 225 537 A1** 2018.06.21

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 225 537.1**

(22) Anmeldetag: **20.12.2016**

(43) Offenlegungstag: **21.06.2018**

(51) Int Cl.: **B60T 13/66 (2006.01)**

B60T 13/68 (2006.01)

(71) Anmelder:
Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt, DE

61273 Wehrheim, DE; Lenz, Marc, 61267 Neu-Anspach, DE; Bletz, Marcus, 35789 Weilmünster, DE; Schmidt, Jurij, 64367 Mühltal, DE; Dinkel, Dieter, 65824 Schwalbach, DE

(72) Erfinder:
Maj, Bartosz, 60385 Frankfurt, DE; Kollmann, Holger, 63110 Rodgau, DE; Milic, Tomislav, 60435 Frankfurt, DE; Schönbohm, Alexander, Dr., 61231 Bad Nauheim, DE; Schröder, Ralf,

(56) Ermittelter Stand der Technik:

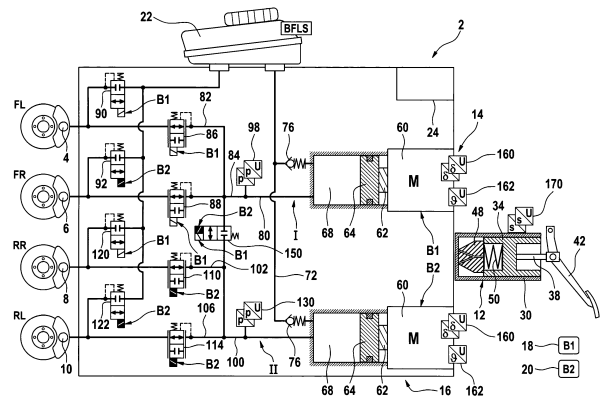
DE	100 36 287	A1
DE	103 57 373	A1
DE	10 2013 204 778	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Bremssystem mit zwei Druckquellen und Verfahren zum Betreiben eines Bremssystems**

(57) Zusammenfassung: Bremssystem (2), umfassend vier hydraulisch betätigbare Radbremsen (4, 6, 8, 10), wobei jeder Radbremse (4, 6, 8, 10) jeweils ein stromlos geschlossenes Auslassventil (90, 92, 120, 122) zugeordnet ist, wobei jeder Radbremse (4, 6, 8, 10) jeweils ein stromlos offenes Einlassventil (86, 88, 110, 114) zugeordnet ist, weiterhin umfassend mit einem Bremspedal (42) betätigbaren einen Simulator (12), wobei zwei Druckbereitstellungseinrichtungen (14, 16) zum aktiven Druckaufbau in den Radbremsen (4, 6, 8, 10) vorgesehen sind, zwei Bremskreise (I, II) hydraulisch gebildet sind, wobei in jedem Bremskreis (I, II) jeweils eine Druckbereitstellungseinrichtung (14, 16) mit zwei Radbremsen (4, 6, 8, 10) hydraulisch verbunden ist, und wobei zwei separate Bordnetze (18, 20) vorgesehen sind, und wobei jede Druckbereitstellungseinrichtung (14, 16) jeweils von einem der beiden Bordnetze (18, 20) gespeist wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Bremssystem, umfassend vier hydraulisch betätigbare Radbremsen, wobei jeder Radbremse jeweils ein stromlos geschlossenes Auslassventil zugeordnet ist, wobei jeder Radbremse jeweils ein stromlos offenes Einlassventil zugeordnet ist, umfassend einen mit einem Bremspedal betätigbaren Simulator, wobei zwei Druckbereitstellungseinrichtungen zum aktiven Druckaufbau in den Radbremsen vorgesehen sind. Sie betrifft weiterhin ein entsprechendes Betriebsverfahren.

[0002] In der Kraftfahrzeugtechnik finden „Brake-by-Wire“-Bremsanlagen eine immer größere Verbreitung. Derartige Bremsanlagen umfassen oftmals neben einem durch den Fahrzeugführer betätigbaren Hauptbremszylinder eine elektrisch („by-Wire“) ansteuerbare Druckbereitstellungseinrichtung, mittels welcher in der Betriebsart „Brake-by-Wire“ eine Betätigung der Radbremsen stattfindet.

[0003] Bei diesen Bremssystemen, insbesondere elektrohydraulischen Bremssystemen mit der Betriebsart „Brake-by-Wire“, ist der Fahrer von dem direkten Zugriff auf die Bremsen entkoppelt. Bei Betätigung des Pedals werden gewöhnlich eine Pedalentkopplungseinheit und ein Simulator betätigt, wobei durch eine Sensorik der Bremswunsch des Fahrers erfasst wird. Der Pedalsimulator dient dazu, dem Fahrer ein möglichst vertrautes Bremspedalgefühl zu vermitteln. Der erfasste Bremswunsch führt zu der Bestimmung eines Sollbremsmomentes, woraus dann der Sollbremsdruck für die Bremsen ermittelt wird. Der Bremsdruck wird dann aktiv von einer Druckbereitstellungseinrichtung in den Bremsen aufgebaut.

[0004] Das tatsächliche Bremsen erfolgt also durch aktiven Druckaufbau in den Bremskreisen mit Hilfe einer Druckbereitstellungseinrichtung, die von einer Steuer- und Regeleinheit angesteuert wird. Durch die hydraulische Entkopplung der Bremspedalbetätigung von dem Druckaufbau lassen sich in derartigen Bremssystemen viele Funktionalitäten wie ABS, ESC, TCS, Hanganfahrhilfe etc. für den Fahrer komfortabel verwirklichen.

[0005] Die Druckbereitstellungseinrichtung in oben beschriebenen Bremssystemen wird auch als Aktuator bzw. hydraulischer Aktuator bezeichnet. Insbesondere werden Aktuatoren als Linearaktuatoren ausgebildet, bei denen zum Druckaufbau ein Kolben axial in einen hydraulischen Druckraum verschoben wird, der in Reihe mit einem Rotations-Translationsgetriebe gebaut ist. Die Motorwelle eines Elektromotors wird durch das Rotations-Translationsgetriebe in eine axiale Verschiebung des Kolbens umgewandelt.

[0006] Aus der DE 10 2013 204 778 A1 ist eine „Brake-by-Wire“-Bremsanlage für Kraftfahrzeuge bekannt, welche einen bremspedalbetätigbaren Tandemhauptbremszylinder, dessen Druckräume jeweils über ein elektrisch betätigbares Trennventil trennbar mit einem Bremskreis mit zwei Radbremsen verbunden sind, eine mit dem Hauptbremszylinder hydraulisch verbundene, zu- und abschaltbare Simulationseinrichtung, und eine elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung, welche durch eine Zylinder-Kolben-Anordnung mit einem hydraulischen Druckraum gebildet wird, deren Kolben durch einen elektromechanischen Aktuator verschiebbar ist, umfasst, wobei die Druckbereitstellungseinrichtung über zwei elektrisch betätigbare Zuschaltventile mit den Einlassventilen der Radbremsen verbunden ist.

[0007] In derartigen Bremssystemen ist gewöhnlich eine mechanische bzw. hydraulische Rückfallebene vorgesehen, durch die der Fahrer durch Muskelkraft bei Betätigung des Bremspedals das Fahrzeug abbremsen bzw. zum Stehen bringen kann, wenn die „By-Wire“-Betriebsart ausfällt oder gestört ist. Während im Normalbetrieb durch eine Pedalentkopplungseinheit die oben beschriebene hydraulische Entkopplung zwischen Bremspedalbetätigung und Bremsdruckaufbau erfolgt, wird in der Rückfallebene diese Entkopplung aufgehoben, so dass der Fahrer direkt Bremsmittel in die Bremskreise verschieben kann. In die Rückfallebene wird geschaltet, wenn mit Hilfe der Druckbereitstellungseinrichtung kein Druckaufbau mehr möglich ist.

[0008] Im Normalbetrieb betätigt bei einer derartigen Fremdkraftbremsanlage der Fahrer einen Pedalsimulator, wobei diese Pedalbetätigung durch Pedalsensoren erfasst wird und ein entsprechender Drucksollwert für den Linearaktuator zu Betätigung der Radbremsen ermittelt wird. Eine Bewegung des Linearaktors aus seiner Ruhelage nach vorn in den Druckraum hinein verschiebt Bremsflüssigkeitsvolumen vom Linearaktuator über die geöffneten Ventile in die Radbremsen und bewirkt somit einen Druckaufbau. Im umgekehrten Fall führt die Bewegung des Linearaktors zurück in Richtung seiner Ruhelage zu einem Druckabbau in den Radbremsen. Die Einstellung eines geforderten Systemdruckes erfolgt mit Hilfe eines geeigneten Druckreglers bzw. eines geeigneten Druckregelsystems, bei dem beispielsweise dem Druckregler ein Drehzahlregler unterlagert ist.

[0009] Es sind auch By-Wire-Bremsanlagen bekannt, bei denen zwei Druckbereitstellungseinrichtungen vorhanden sind. Beispielsweise kann jeweils eine Druckbereitstellungseinrichtung in einem Bremskreis Druck aufbauen.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine derartige Bremsanlage mit zwei Druckbereitstellungseinrichtungen anzugeben, die hohen Anforder-

rungen an Ausfallsicherheit genügt. Weiterhin soll ein entsprechendes Betriebsverfahren angegeben werden.

[0011] In Bezug auf die Bremsanlage wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zwei Bremskreise hydraulisch gebildet sind, wobei in jedem Bremskreis jeweils eine Druckbereitstellungseinrichtung mit zwei Radbremsen hydraulisch verbunden ist, und wobei zwei separate Bordnetze vorgesehen sind, und wobei jede Druckbereitstellungseinrichtung jeweils von einem der beiden Bordnetze gespeist wird.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0013] Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass bei einer Bremsanlage mit zwei Druckbereitstellungseinrichtungen vorteilhaft wäre, dem Fahrer auch bei Ausfall der Stromversorgung einer Druckbereitstellungseinrichtung eine Rückfallebene mit aktivem Druckaufbau in den Radbremsen zur Verfügung zu stellen. Dadurch muss die Bremsanlage nicht für einen mechanischen Zugriff des Fahrers in der Rückfallebene ausgelegt werden, und es können beispielsweise ein trockener Simulator bzw. Hauptbremszylinder eingesetzt werden.

[0014] Wie nunmehr erkannt wurde, kann dies dadurch erreicht werden, dass zwei separate bzw. getrennte Bordnetze vorgesehen sind, wobei jedes der beiden Bordnetze eine der beiden Druckbereitstellungseinrichtungen speist. Dadurch kann auch beim Ausfall eines Bordnetzes immer aktiv Druck aufgebaut werden, so dass gewissermaßen eine Rückfallebene im By-Wire-Betrieb ermöglicht wird.

[0015] Vorteilhafterweise ist jede der beiden Druckbereitstellungseinrichtungen untrennbar mit zwei der stromlos offenen Einlassventile der Radbremsen eines Bremskreises hydraulisch verbunden und trennbar mit zwei weiteren der stromlos offenen Einlassventile der Radbremsen des anderen Bremskreises verbunden. Diese hydraulische Schaltung ermöglicht, dass in einer Normalbetriebsart jede der beiden Druckbereitstellungseinrichtungen in genau einem der beiden Bremskreise aktiv Druck aufbaut, während sie von den anderen beiden Einlassventilen der Radbremsen des anderen Bremskreises hydraulisch abgetrennt ist. Bei einem Ausfall einer der beiden Druckbereitstellungseinrichtungen kann aber bei Aufhebung der Trennung die noch funktionierende Druckbereitstellungseinrichtung in allen vier Radbremsen aktiv Druck aufbauen.

[0016] Dem jeweiligen Einlassventil ist bevorzugt kein Rückschlagventil hydraulisch parallelgeschaltet. Auf diese Weise wird erreicht, dass Bremsflüssigkeit

bei gesperrtem bzw. geschlossenem Einlassventil in der Radbremse gehalten werden kann.

[0017] Für jedes Einlassventil ist bevorzugt jeweils eine Schließzustandsdetektionseinrichtung vorgesehen ist. Im Falle eines verklemmten Ventils, d.h. eines unbeabsichtigt geschlossenen Einlassventils, kann bei der Erkennung des geschlossenen Zustandes der Druckabbau in der jeweiligen Radbremse über das entsprechende stromlos geschlossene Auslassventil eingeleitet bzw. durchgeführt werden.

[0018] Jeweils zwei Einlassventile eines Bremskreises werden bevorzugt von dem gleichen Bordnetz gespeist. Bei Ausfall eines der beiden Bordnetzes gehen die entsprechenden Einlassventile in ihren stromlos offenen Zustand, so dass von der noch aktiven Druckbereitstellungseinrichtung Druck in den zugeordneten Bremsen aufgebaut werden kann.

[0019] In jedem Bremskreis wird vorteilhafterweise jeweils ein Auslassventil von einem der beiden Bordnetze gespeist. Bei Ausfall eines der beiden Bordnetze kann in jedem der beiden Bremskreise jeweils zumindest ein Auslassventil zum gezielten Druckaufbau angesteuert werden.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform ist ein mit einem Bremspedal betätigbarer Simulator vorgesehen, wobei ein, bevorzugt redundant ausgeführter, Wegsensor zur Erfassung des Pedalwegs vorgesehen ist. Mit Hilfe des Pedalwegsensors wird ein Fahrerbremswunsch ermittelt, der bevorzugt einen Sollbremsdruck repräsentiert.

[0021] In einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Trennvorrichtung vorgesehen, durch welche die beiden Bremskreise in, insbesondere genau, einer Verbindungsstellung hydraulisch miteinander verbunden werden derart, dass jede Radbremse hydraulisch mit jeder der beiden Druckbereitstellungseinrichtungen hydraulisch verbunden ist und in einer Trennstellung voneinander hydraulisch getrennt werden.

[0022] Die Trennvorrichtung wird bevorzugt von jedem der beiden Bordnetze gespeist. Dadurch wird erreicht, dass bei einem Ausfall eines der beiden Bordnetze die Trennvorrichtung in ihre Verbindungsstellung geschaltet wird, so dass die noch aktive Druckbereitstellungseinrichtung in beiden Bremskreisen aktiv Druck aufbauen kann.

[0023] Die Trennvorrichtung ist bevorzugt als ein stromlos geschlossenes Trennventil ausgebildet.

[0024] Vorteilhafterweise umfasst die Trennvorrichtung zwei Trennventile, von denen jeweils eines von genau einem der Bordnetze gespeist wird. Dabei sind bevorzugt zwei stromlos offene Ventile hydraulisch in

Reihe geschaltet oder zwei stromlos geschlossene Ventile sind hydraulisch parallel geschaltet.

[0025] Die Vorteile der Erfindung liegen insbesondere darin, dass durch die beschriebene Konfiguration auch bei vollständigem Ausfall eines Bordnetzes noch aktiv in allen vier Radbremsen Druck aufgebaut werden, wodurch eine By-Wire-Rückfallebene realisiert wird. Der Simulator bzw. Hauptbremszylinder braucht dementsprechend keinen hydraulischen Zugriff auf die Bremsen.

[0026] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen in stark schematisierter Darstellung:

Fig. 1 ein Bremssystem mit zwei unabhängigen Bordnetzen in einer bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 2 das Bremssystem gemäß **Fig. 1** bei Ausfall eines Bordnetzes; und

Fig. 3 das Bremssystem gemäß **Fig. 1** bei Ausfall eines Bordnetzes.

[0027] Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0028] Ein in **Fig. 1** dargestelltes Bremssystem **2** umfasst vier hydraulisch betätigbare Radbremsen **4, 6, 8, 10**, einen Simulator **12**, zwei Druckbereitstellungseinrichtungen **14, 16**, zwei unabhängige Bordnetze **18, 20**, einen unter Atmosphärendruck stehenden Druckmittelvorratsbehälter **22** und eine Steuer- und Regeleinheit **24**.

[0029] Der im Sinne eines Hauptbremszylinders ausgebildete Simulator **12** umfasst einen in einem Hauptbremszylindergehäuse **30** angeordneten Hauptbremszylinderkolben **34**, der über eine Kolbenstange **38** mit einem Bremspedal **42** gekoppelt ist. Bei Betätigung des Bremspedals **42** wird der Hauptbremszylinderkolben **34** gegen ein ebenfalls im Hauptbremszylindergehäuse **30** angeordnetes elastisches Element **48** gedrückt. Ein weiteres elastisches Element **50** stützt den Kolben **34** am elastischen Element **48** ab und drückt den Kolben **34** bei unbetätigtem Bremspedal in seine Ruhelage. Der Simulator **12** ist trocken ausgeführt, d.h. er umfasst keine Druckkammer, die mit Druckmittel befüllt ist. Der Simulator **12** ist gewissermaßen ein mit einem Hauptbremszylinder kombinierter Simulator.

[0030] Beide Druckbereitstellungseinrichtungen **14, 16** sind elektrisch betätigbar.

[0031] Hierzu weisen beide Druckbereitstellungseinrichtungen **14, 16** jeweils einen Elektromotor **60** auf, dessen rotatorische Bewegung mittels eines schematisch angedeuteten Rotations-Translationsgetriebes **62** in eine translatorische Bewegung ei-

nes Druckkolbens **64** umgesetzt wird, der zum aktiven Druckaufbau in den Radbremsen **4-10** in eine hydraulische Druckkammer **68** verschoben wird. Beide Druckkammern **68** sind über eine Ansaugleitung **72** mit dem Druckmittelvorratsbehälter **22** verbunden, wobei jeweils zwischen der Druckkammer **68** und der Ansaugleitung **72** ein Rückschlagventil **76** angeordnet ist, welches einen Fluss von Druckmittel aus dem Druckmittelvorratsbehälter **22** in die Druckkammer **68** erlaubt und in entgegengesetzter Richtung sperrt. Eine Systemdruckleitung **80** verbindet die Druckbereitstellungseinrichtung **14** hydraulisch mit Radbremsleitungen **80, 82**, welche mit den Radbremsen **4, 6** verbunden sind. In die jeweilige Radbremsleitung **80, 82** ist jeweils ein stromlos offenes Einlassventil **86, 88** geschaltet. Zwischen Einlassventil **86** und Radbremse **4** sowie zwischen Einlassventil **88** und Radbremse **6** verzweigt jeweils eine Auslassleitung von der jeweiligen Radbremsleitung **82, 84** zum Druckmittelvorratsbehälter **22**, in die jeweils ein stromlos geschlossenes Auslassventil **90, 92** geschaltet ist. Der Druck in der Systemdruckleitung **80** wird von einem bevorzugt redundant ausgebildeten Drucksensor **98** gemessen.

[0032] Eine Systemdruckleitung **100** verbindet die Druckbereitstellungseinrichtung **16** hydraulisch mit Radbremsleitungen **102, 106**, welche mit den Radbremsen **8, 10** verbunden sind. In die jeweilige Radbremsleitung **102, 106** ist jeweils ein stromlos offenes Einlassventil **110, 114** geschaltet. Zwischen Einlassventil **110** und Radbremse **8** sowie zwischen Einlassventil **114** und Radbremse **10** verzweigt jeweils eine Auslassleitung von der jeweiligen Radbremsleitung **102, 106** zum Druckmittelvorratsbehälter **22**, in die jeweils ein stromlos geschlossenes Auslassventil **120, 122** geschaltet ist. Der Druck in der Systemdruckleitung **100** wird von einem bevorzugt redundant ausgebildeten Drucksensor **130** gemessen.

[0033] Ein erster Bremskreis I umfasst die beiden mit der Druckbereitstellungseinrichtung **14** hydraulisch verbundenen Radbremsen **4, 6**. Ein zweiter Bremskreis II umfasst die beiden mit der Druckbereitstellungseinrichtung **16** hydraulisch verbundenen Radbremsen **8, 10**.

[0034] Die beiden Bremskreise I, II können durch eine stromlos geschlossene Trennvorrichtung **150**, beispielsweise ist die Trennvorrichtung als ein elektrisch betätigbares Kreistrennventil ausgeführt, hydraulisch miteinander verbunden werden.

[0035] Die Aufteilung der beiden Bremskreise I, II ist schwarz-weiß; die beiden Radbremsen **4, 6** des Bremskreises I sind Vorderradbremse, die beiden Radbremsen **8, 10** des Bremskreises II sind Hinterradbremse.

[0036] Bei beiden Druckbereitstellungseinrichtungen **14**, **16** wird die Rotorlage jeweils mit Hilfe eines bevorzugt redundant ausgeführten Rotorlagesensors **160**. Ein Temperatursensor **162** misst die Temperatur der Motorwicklung. Der Pedalweg des Bremspedals **42** wird mit Hilfe eines bevorzugt redundant ausgeführten Pedalwegensors **170** gemessen.

[0037] Das Bremssystem **2** ist dazu ertüchtigt, bei Ausfall eines der beiden Bordnetze noch aktiven Bremsdruckaufbau in allen vier Radbremsen **4**, **6**, **8**, **10** zu ermöglichen. Dazu wird die Druckbereitstellungseinrichtung **14** von dem Bordnetz **18** gespeist (durch B1 gekennzeichnet), die Druckbereitstellungseinrichtung **16** wird von dem Bordnetz **20** gespeist (durch B2 gekennzeichnet).

[0038] Das Kreistrennventil **150** ist von beiden Bordnetzen **18**, **20** aus schaltbar und wird auch von beiden Bordnetzen **18**, **20** gespeist (durch B1 und B2 gekennzeichnet).

[0039] Die Einlassventile **86**, **88** werden von dem Bordnetz **18** gespeist (jeweils durch B1 gekennzeichnet), die Einlassventile **110**, **114** werden von dem Bordnetz **20** gespeist (jeweils durch B2 gekennzeichnet).

[0040] Im Bremskreis I wird das Auslassventil **90** von Bordnetz **18** (durch B1 gekennzeichnet) und das Auslassventil **92** von Bordnetz **20** gespeist (durch B2 gekennzeichnet). Im Bremskreis II wird das Auslassventil **120** von Bordnetz **18** (durch B1 gekennzeichnet) und das Auslassventil **122** von Bordnetz **20** gespeist (durch B2 gekennzeichnet).

[0041] Das Bremssystem **2** umfasst vorteilhafterweise insgesamt nur neun Magnetventile.

[0042] In **Fig. 2** ist das Bremssystem **2** gemäß **Fig. 1** dargestellt bei Ausfall einer Energieversorgung, nämlich des Bordnetzes **18** (B1), während Bordnetz **20** (B2) noch ordnungsgemäß funktioniert. Die Druckbereitstellungseinrichtung **14** ist deaktiviert, da sie nicht mehr vom Bordnetz **18** gespeist wird.

[0043] Die Auslassventile **90**, **120**, die nicht mehr mit Energie versorgt werden können, sind in ihren stromlos geschlossenen Zustand. Die Einlassventile **86**, **88**, die nicht mehr mit Energie versorgt werden können, sind in ihren stromlos offenen Zustand. Die Auslassventile **92**, **122** sind schaltbar. Die Einlassventile **110**, **114** sind schaltbar. Die Druckbereitstellungseinrichtung **15** wird mit der Energie des Bordnetzes **20** versorgt. Das von beiden Bordnetzen **18**, **20** speisbare Trennventil **150** ist schaltbar und in seinem stromlos geschlossenen Zustand.

[0044] Auch bei vollständigem Ausfall des Bordnetzes **18** kann die Druckbereitstellungseinrichtung **16**

in allen vier Radbremsen **4**, **6**, **8**, **10** Bremsdruck aufbauen. Dazu wird das Trennventil **150** in seine stromlos offene Position geschaltet. In **Fig. 3** ist die Konfiguration des Bremssystems **2** in diesem Zustand zu sehen. In Bremskreis II sind die Einlassventile **110**, **114** von Bremskreis II noch schaltbar, da diese von Bordnetz **20** (B2) elektrisch gespeist werden. Die Einlassventile **86**, **88** sind nicht mehr schaltbar, und befinden sich im stromlos offenen Zustand. Da das Trennventil **150** geöffnet ist, ist eine hydraulische Verbindung zwischen der Druckbereitstellungseinrichtung **16** und dem Bremskreis I hergestellt, so dass mit Hilfe der Druckbereitstellungseinrichtung **16** auch in den Radbremsen **4**, **6** durch die offenen Einlassventile **86**, **88** Druck aufgebaut werden kann.

[0045] In jedem der beiden Bremskreise I, II ist noch ein Auslassventil **92**, **122** schaltbar. Auf diese Weise ist ein Raddruckabbau für jeweils beide Radbremsen **4**, **6** bzw. **8**, **10** über das noch schaltbare Auslassventil **92**, **122** möglich (insbesondere auch bei geschlossenem Trennventil **150**). Zudem ist eine ABS-Regelung im Select-low-Verfahren möglich, bei der das jeweilige Auslassventil **92**, **122** als Drucksteuerventil eingesetzt wird. Das erfindungsgemäße Bremssystem umfasst bevorzugt zumindest eine erste (**4**), eine zweite (**6**), eine dritte (**8**) und eine vierte Radbremse (**10**) sowie eine erste elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtungen **14** und eine zweite elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtungen **16** zum aktiven Druckaufbau in den Radbremsen. Es werden hydraulisch ein erster Bremskreis I und ein zweiter Bremskreise gebildet, wobei in dem ersten Bremskreis I die erste Druckbereitstellungseinrichtung **14** mit der ersten und der zweiten Radbremse **4**, **6** hydraulisch verbunden ist und in dem zweiten Bremskreis II die zweite Druckbereitstellungseinrichtung **16** mit der dritten und der vierten Radbremse **8**, **10** hydraulisch verbunden ist. Weiter sind ist ein erstes Bordnetz **18** und ein vom ersten Bordnetz separates, zweites Bordnetz **20** vorgesehen, wobei die erste Druckbereitstellungseinrichtung **14**, insbesondere ausschließlich, von dem ersten Bordnetz **18** und die zweite Druckbereitstellungseinrichtung **16**, insbesondere ausschließlich, von dem zweiten Bordnetz **20** gespeist wird.

[0046] Die erste Druckbereitstellungseinrichtung **14** ist untrennbar mit den stromlos offenen Einlassventilen **86**, **88** der ersten und zweiten Radbremsen **4**, **6** des ersten Bremskreises I hydraulisch verbunden und trennbar mit den der stromlos offenen Einlassventile **110**, **114** der Radbremsen **8**, **10** des zweiten Bremskreises II verbunden. Die zweite Druckbereitstellungseinrichtung **16** ist untrennbar mit den stromlos offenen Einlassventilen **110**, **114** der dritten und vierten Radbremse **8**, **10** des zweiten Bremskreises II hydraulisch verbunden und trennbar mit den stromlos offenen Einlassventile **86**, **88** der Radbremsen **4**, **6** des ersten Bremskreises I verbunden.

[0047] Anders ausgedrückt ist die entsprechende Druckbereitstellungseinrichtung eines bestimmten Bremskreises direkt mit den Einlassventilen der Radbremsen dieses Bremskreises verbunden und trennbar mit den Einlassventilen der Radbremsen des anderen Bremskreises verbunden. Bevorzugt ist die entsprechende Druckbereitstellungseinrichtung eines bestimmten Bremskreises durch die Trennvorrichtung **150** trennbar mit den Einlassventilen der Radbremsen des anderen Bremskreises verbunden.

[0048] Der Begriff „untrennbar hydraulisch verbunden“ ist demnach in dem Sinne „direkt hydraulisch verbunden“ zu verstehen, d.h. dass kein Element, z.B. Ventil, in der hydraulischen Verbindung angeordnet ist, mittels welchem die Verbindung wiederholt gesteuert hergestellt oder unterbrochen werden könnte.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102013204778 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Bremssystem (2), umfassend vier hydraulisch betätigbare Radbremsen (4, 6, 8, 10), wobei jeder Radbremse (4, 6, 8, 10) jeweils ein stromlos geschlossenes Auslassventil (90, 92, 120, 122) zugeordnet ist und wobei jeder Radbremse (4, 6, 8, 10) jeweils ein stromlos offenes Einlassventil (86, 88, 110, 114) zugeordnet ist, umfassend einen mit einem Bremspedal (42) betätigbaren Simulator (12), wobei zwei Druckbereitstellungseinrichtungen (14, 16) zum aktiven Druckaufbau in den Radbremsen (4, 6, 8, 10) vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Bremskreise (I, II) hydraulisch gebildet sind, wobei in jedem Bremskreis (I, II) jeweils eine Druckbereitstellungseinrichtung (14, 16) mit zwei Radbremsen (4, 6, 8, 10) hydraulisch verbunden ist, und wobei zwei separate Bordnetze (18, 20) vorgesehen sind, und wobei jede Druckbereitstellungseinrichtung (14, 16) jeweils von einem der beiden Bordnetze (18, 20) gespeist wird.

2. Bremssystem (2) nach Anspruch 1, wobei jede der beiden Druckbereitstellungseinrichtungen (14, 16) untrennbar mit zwei der stromlos offenen Einlassventile (86, 88, 110, 114) der Radbremsen (4, 6; 8, 10) eines Bremskreises (I, II) hydraulisch verbunden ist und trennbar mit zwei weiteren der stromlos offenen Einlassventile (86, 88, 110, 114) der Radbremsen (4, 6; 8, 10) des anderen Bremskreises (I, II) verbunden ist.

3. Bremssystem (2) nach Anspruch 1 oder 2, wobei dem jeweiligen Einlassventil (86, 88, 110, 114) kein Rückschlagventil hydraulisch parallelgeschaltet ist.

4. Bremssystem (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei für jedes der Einlassventile (86, 88, 110, 114) jeweils eine Schließzustandsdetektionseinrichtung vorgesehen ist.

5. Bremssystem (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei jeweils die zwei Einlassventile (86, 88; 110, 114) eines Bremskreises (I, II) von dem gleichen Bordnetz (18, 20) gespeist werden.

6. Bremssystem (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei in jedem Bremskreis (I, II) jeweils ein Auslassventil (90, 92, 120, 122) von einem der beiden Bordnetze gespeist wird.

7. Bremssystem (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei ein Wegsensor zur Erfassung des Pedalwegs des Bremspedals (42) vorgesehen ist.

8. Bremssystem (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei eine Trennvorrichtung (150) vorgesehen ist, durch welche die beiden Bremskreise (I, II)

in einer Verbindungsstellung hydraulisch miteinander verbunden werden derart, dass jede Radbremse (4, 6, 8, 10) hydraulisch mit jeder der beiden Druckbereitstellungseinrichtungen (14, 16) hydraulisch verbunden ist und in einer Trennstellung voneinander hydraulisch getrennt werden.

9. Bremssystem (2) nach Anspruch 8, wobei die Trennvorrichtung (150) von jedem der beiden Bordnetze (18, 20) gespeist wird.

10. Bremssystem (2) nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Trennvorrichtung (150) als ein stromlos geschlossenes Trennventil ausgebildet ist.

11. Bremssystem (2) nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Trennvorrichtung (150) zwei Trennventile umfasst, von denen jeweils eines von genau einem der Bordnetze (18, 20) gespeist wird.

12. Verfahren zum Betreiben eines Bremssystems (2) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei bei Ausfall eines der Bordnetze (18, 20) die Trennvorrichtung in ihre Verbindungsstellung geschaltet wird.

13. Verfahren zum Betreiben eines Bremssystems (2) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei bei einem erforderlichen Druckabbau in einer der Radbremsen (4, 6, 8, 10) und einem erkannten Schließzustand eines Einlassventils (86, 88; 110, 114), welches sich nicht öffnen lässt, das der Radbremse (4, 6, 8, 10) zugeordnete Auslassventil (90, 92, 120, 122) geöffnet wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

