



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 080 404.8**
(22) Anmeldetag: **04.08.2011**
(43) Offenlegungstag: **07.02.2013**

(51) Int Cl.: **B60T 13/66 (2011.01)**
B60T 8/44 (2011.01)
B60T 17/22 (2011.01)

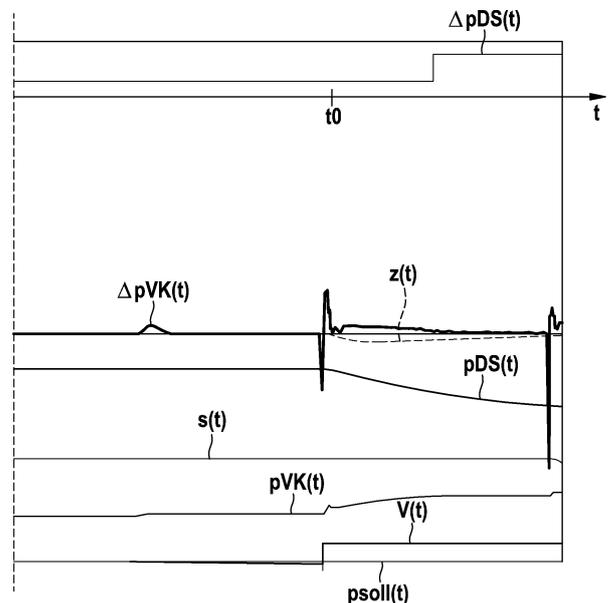
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Hachtel, Jürgen, 74219, Möckmühl, DE; Kinder, Ralf, 71522, Backnang, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Festlegen eines Funktionszustands eines Druckaufbauventils und Funktionsüberwachungsvorrichtung für ein Druckaufbauventil einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Festlegen eines Funktionszustands eines Druckaufbauventils einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung eines Bremssystems mit den Schritten: Vergleichen einer Betätigungsstärke $s(t)$ einer Betätigung eines Bremsbetätigungselements des Bremssystems mit einer vorgegebenen Mindestbetätigungsstärke, und sofern die Bremsbetätigungsstärke $s(t)$ kleiner oder gleich der Mindestbetätigungsstärke ist, Festlegen des Funktionszustands unter Berücksichtigung eines Druckänderungsverlaufs (Δp_{VK}) in zumindest einem Teilvolumen der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung, sofern die Bremsbetätigungsstärke $s(t)$ größer als die Mindestbetätigungsstärke ist, Festlegen des Funktionszustands unter Berücksichtigung einer einem Druckabbauventil der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung vorgegebenen Betriebsweise. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Funktionsüberwachungsvorrichtung für ein Druckaufbauventil einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung eines Bremssystems.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Festlegen eines Funktionszustands eines Druckaufbauventils einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung eines Bremssystems. Ebenso betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung eines Bremssystems und ein Verfahren zum Betreiben eines Bremssystems. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Funktionsüberwachungsvorrichtung für ein Druckaufbauventil einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung eines Bremssystems, eine hydraulische Bremskraftverstärkervorrichtung für ein Bremssystem und ein Bremssystem für ein Fahrzeug.

Stand der Technik

[0002] In der DE 10 2008 044 002 A1 ist ein Bremssystem für ein Kraftfahrzeug beschrieben. Das Bremssystem weist eine hydraulische Bremskraftverstärkervorrichtung auf mit einem mittels einer Pumpe aufladbaren Druckspeicher, welcher über ein Druckaufbauventil mit einem zwischen einem Bremspedal und einem Hauptbremszylinder des Bremssystems angeordneten Verstärkerzylinder hydraulisch verbunden ist. Über ein zumindest teilweises Öffnen des Druckaufbauventils soll ein in dem Verstärkerzylinder vorliegender Druck steigerbar sein. Auf diese Weise soll mindestens ein in dem Hauptbremszylinder angebrachter verstellbarer Kolben mit einer zusätzlichen Kraft zum Steigern eines in dem Hauptbremszylinder vorliegenden Drucks beaufschlagbar sein.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Die Erfindung schafft ein Verfahren zum Festlegen eines Funktionszustands eines Druckaufbauventils einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung eines Bremssystems mit den Merkmalen des Anspruchs 1, ein Verfahren zum Betreiben einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung eines Bremssystems mit den Merkmalen des Anspruchs 6, ein Verfahren zum Betreiben eines Bremssystems mit einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 7, eine Funktionsüberwachungsvorrichtung für ein Druckaufbauventil einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung eines Bremssystems mit den Merkmalen des Anspruchs 8, eine hydraulische Bremskraftverstärkervorrichtung für ein Bremssystem mit den Merkmalen des Anspruchs 13 und ein Bremssystem für ein Fahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 14.

Vorteile der Erfindung

[0004] Die vorliegende Erfindung ermöglicht eine vorteilhafte Überwachung des mindestens einen

Druckaufbauventils der hydraulischen Bremskraftverstärkung, welche auf die Betätigung des Bremsbetätigungselements reagieren kann. Somit ist mittels der vorliegenden Erfindung das Risiko behebbar, dass aufgrund einer auf eine Betätigung des Bremsbetätigungselements zurückführbare Reaktion der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung fälschlicherweise ein nicht vorliegender Fehlerzustand als Funktionszustand des Druckaufbauventils festgelegt wird. Ebenso ist mittels der vorliegenden Erfindung auch während einer Betätigung des Bremsbetätigungselements ein Fehlerzustand, sofern dieser vorliegt, für das Druckaufbauventil festlegbar. Insbesondere ein verlässliches Erkennen einer Grobleckage ist gewährleistet.

[0005] Mittels der vorliegenden Erfindung kann bei einem Auftreten einer Funktionsbeeinträchtigung in dem mindestens einen Druckaufbauventil der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung, insbesondere bei einer Grobleckage des mindestens einen Druckaufbauventils, schnell auf diesen Zustand reagiert werden, und die hydraulische Bremskraftverstärkervorrichtung, bzw. das Bremssystem, in einen sicheren Betriebszustand gesteuert werden. Selbst bei einer Grobleckage des Druckaufbauventils der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung ist ein Übergang des Bremssystems in einen betriebssicheren Zustand noch ausführbar. Gleichzeitig ist ein Fahrerbremswunsch noch erfüllbar, während ein vom Fahrer nicht vorgegebenes Bremsen trotz der Grobleckage verhinderbar ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0006] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

[0007] [Fig. 1](#) eine Ausführungsform der Funktionsüberwachungsvorrichtung;

[0008] [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) ein Flussdiagramm und ein Koordinatensystem zum Darstellen einer Ausführungsform des Verfahrens zum Festlegen eines Funktionszustands eines Druckaufbauventils; und

[0009] [Fig. 3](#) ein Koordinatensystem zum Darstellen einer Ausführungsform des Verfahrens zum Betreiben einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung eines Bremssystems und des Verfahrens zum Betreiben eines Bremssystems mit einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung.

Ausführungsformen der Erfindung

[0010] [Fig. 1](#) zeigt eine Ausführungsform der Funktionsüberwachungsvorrichtung.

[0011] Im Weiteren wird das vorteilhafte Zusammenwirken der Funktionsüberwachungs Vorrichtung **2** mit einem in **Fig. 1** schematisch wiedergegebenen Bremssystem mit einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung **4** beschrieben. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die beschriebene Ausbildung des Bremssystems, insbesondere der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung **4**, lediglich beispielhaft zu verstehen ist. Die Einsetzbarkeit der Funktionsüberwachungs Vorrichtung **2** ist nicht auf eine derart ausgebildete hydraulische Bremskraftverstärkervorrichtung **4**, bzw. auf einen bestimmten Typs eines Bremssystems, limitiert.

[0012] Das in **Fig. 1** schematisch wiedergegebene Bremssystem weist eine Speicherladepumpe **10** mit einem Motor **12** auf, mittels welcher ein Druck in einem Druckspeicher **14** aufbaubar ist. Man kann dies auch so umschreiben, dass der Druckspeicher **14** mittels der Speicherladepumpe **10** beladbar ist. Der Druckspeicher **14** kann insbesondere als Hochdruckspeicher ausgebildet sein. Die unten genauer beschriebene Funktionsüberwachungs Vorrichtung **2** ist jedoch nicht auf eine hydraulische Bremskraftverstärkervorrichtung **4** mit einem bestimmten Typ des Druckspeichers **14** beschränkt. Ebenso ist die Ausbildung der Speicherladepumpe **10** als Drei-Kolben-Pumpe lediglich beispielhaft zu verstehen.

[0013] Bei Ausführungsform der **Fig. 1** ist der Druckspeicher **14** mit einem Aktuatorkreis **16**, welcher zumindest einen Hauptbremszylinder **18** des Bremssystems umfasst, hydraulisch so verbunden, dass ein Innendruck in mindestens einer Druckkammer **20** des Hauptbremszylinders **18** mittels des in dem Druckspeicher **14** aufgebauten Druck steigerbar ist. Der Druckspeicher **14** fungiert somit als (hydraulischer) Bremskraftverstärker des Bremssystems. Wie unten genauer beschrieben wird, kann das dargestellte Bremssystem mit der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung **4** in einem Hybrid- oder Elektrofahrzeug eingesetzt werden. Das wiedergegebene Bremssystem ist deshalb als HAS-hev (Hydraulic Actuation System for hybride electrical vehicles) bezeichnbar. Die Einsetzbarkeit der hier beschriebenen Funktionsüberwachungs Vorrichtung **2** ist jedoch nicht auf ein Hybrid- oder Elektrofahrzeug limitiert.

[0014] Der Hauptbremszylinder **18** kann als Tandem-Hauptbremszylinder ausgebildet sein. Das im Weiteren beschriebene Bremssystem mit dem Aktuatorkreis **16** ist jedoch nicht auf einen derartigen Hauptbremszylinder **18** beschränkt.

[0015] Bevorzugter Weise ist der Druckspeicher **14** mit einer als Verstärkerzylinder fungierenden Vorkammer **22** des Hauptbremszylinders **18** hydraulisch verbunden. Unter der Vorkammer **22** kann ein Innenvolumen des Hauptbremszylinders **18** verstan-

den werden, wobei eine verstellbare Komponente **24** des Hauptbremszylinders **18** die Vorkammer **22** so von der mindestens einen Druckkammer **20** abgrenzt, dass ein Gesamtvolumen aus der Vorkammer **22** und der mindestens einen Druckkammer **20** auch bei einem Verstellen der verstellbaren Komponente **24** konstant bleibt. Somit bewirkt eine Volumenzunahme der Vorkammer **22** ein Zusammendrücken der mindestens einen Druckkammer **20** und auf diese Weise eine korrespondierende Steigerung des Innendrucks in der mindestens einen Druckkammer **20**. Entsprechend kann eine Volumenabnahme der Vorkammer **22** eine Volumenzunahme der mindestens einen Druckkammer **20**, und damit eine Reduzierung des Innendrucks in der mindestens einen Druckkammer **20**, bewirken.

[0016] Die Ausbildbarkeit des mit der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung **4** zusammenwirkenden Aktuatorkreises **16** ist jedoch nicht auf eine Ausbildung des Verstärkerzylinders als Vorkammer **22** des Hauptbremszylinders **18** limitiert. Beispielsweise kann der mit dem Druckspeicher **14** hydraulisch verbundene Verstärkerzylinder auch räumlich getrennt von dem Hauptbremszylinder **18** angeordnet sein. Das Weiterleiten des in dem Verstärkerzylinder aufgebauten Drucks zu dem Hauptbremszylinder kann in diesem Fall über eine Leitung erfolgen. Da verschiedene Ausbildungen des Verstärkerzylinders bekannt sind, wird hier nicht weiter darauf eingegangen.

[0017] Bei der hier beschriebenen Ausführungsform sind die Speicherladepumpe **10** und der Druckspeicher **14** über eine Leitung **26** mit der Vorkammer **22** hydraulisch verbunden. (Unter einem hydraulischen Verbundensein zweier Komponenten kann verstanden werden, dass eine Bremsflüssigkeitsverschiebung von der ersten Komponente in die zweite Komponente zumindest bei einem Vorliegen eines möglicherweise dazwischen angeordneten Ventils in einen zumindest teilgeöffneten Zustand gewährleistet ist.) Dabei ist mindestens ein Druckaufbauventil **28** in der hydraulischen Verbindung zwischen dem Druckspeicher **14** und der Vorkammer **22** so angeordnet, dass ein Bremsflüssigkeitsvolumen aus dem Druckspeicher **14** durch das mindestens eine in den zumindest teilgeöffneten Zustand gesteuerte Druckaufbauventil **28** in die Vorkammer **22** verschiebbar ist.

[0018] In einer nicht dargestellten Weiterbildung können auch mehrere Druckaufbauventile **28** über mindestens einen Verzweigungspunkt mit dem Druckspeicher **14** und über mindestens einen weiteren Verzweigungspunkt mit der Vorkammer **22** hydraulisch verbunden sein. Insbesondere bei einer Ausbildung der Speicherladepumpe **10** als Drei-Kolben-Pumpe kann eine Verwendung von drei Druckaufbauventilen **28** vorteilhaft sein. Die im Weiteren beschriebene hydraulische Bremskraftverstärkervor-

richtung **4** ist somit nicht auf eine bestimmte Anzahl von Druckaufbauventilen **28** beschränkt.

[0019] Eine Ansaugseite der Speicherladepumpe **10** ist (z.B. über mindestens einen in einer Reservoirleitung **36** ausgebildeten Verzweigungspunkt **38**) mit einem Bremsflüssigkeitsreservoir **40** verbunden. Das Bremsflüssigkeitsreservoir **40** kann über mindestens eine Durchströmöffnung **41**, wie beispielsweise eine Schnüffelbohrung, mit der mindestens einen Druckkammer **20** des Hauptbremszylinders **18** verbunden sein.

[0020] Bevorzugter Weise ist die Ansaugseite der Speicherladepumpe **10** auch mit der Vorkammer **22** über mindestens ein Druckabbauventil **42** (Auslassventil) hydraulisch verbunden. In diesem Fall kann nach einem zumindest Teilöffnen des mindestens einen Druckabbauventils **42** ein Bremsflüssigkeitsvolumen aus der Vorkammer **22** durch das mindestens eine geöffnete Druckabbauventil **42** mittels der Speicherladepumpe **10** in den Druckspeicher **14** gepumpt werden. Ebenso kann das Bremsflüssigkeitsvolumen aus der Vorkammer **22** durch das mindestens eine geöffnete Druckabbauventil **42** über die Reservoirleitung **36** in das Bremsflüssigkeitsreservoir **40** verschoben werden. Dies bewirkt eine schnelle Volumenabnahme der Vorkammer **22**, und damit eine schnelle Druckreduzierung in der mindestens einen Druckkammer **20** des Hauptbremszylinders **18**. In einer Weiterbildung können mehrere Druckabbauventile **42**, insbesondere in einer Anzahl gleich der Anzahl der Druckaufbauventile **28**, über mindestens einen Verzweigungspunkt mit der Vorkammer **22** und über einen weiteren Verzweigungspunkt mit der Speicherladepumpe **10** und/oder der Reservoirleitung **36** verbunden sein.

[0021] Die hydraulische Bremskraftverstärkervorrichtung **4** kann unter Verwendung von mindestens einem Sensor **48** oder **50** gesteuert werden. Beispielsweise kann ein Druckspeichersensor **48** an der Förderseite der Speicherladepumpe **10** und dem Drucksensor **40** angeordnet sein. Ein Staudrucksensor **50**, welcher auch als Drucksensor ausgebildet sein kann, ist bevorzugter Weise an die Leitung **26** angeschlossen.

[0022] Über ein Öffnen und Schließen der Ventile **28** und **42**, vorzugsweise unter Berücksichtigung der bereitgestellten Sensorsignale des mindestens einen Sensors **48** oder **50**, kann das Volumen der Vorkammer **22** so eingestellt werden, dass in der mindestens einen Druckkammer **20** ein einer von einem automatischen Geschwindigkeitssteuersystem (ACC) und/oder einer Notbremsautomatik vorgegebenen Soll-Fahrzeugverzögerung entsprechender Innendruck aktiv eingestellt wird. Somit kann die hydraulische Bremskraftverstärkervorrichtung **4** in einem mit einem automatischen Ge-

schwindigkeitssteuersystem und/oder mit einer Notbremsautomatik ausgestatteten Bremssystem eingesetzt werden.

[0023] Ebenso kann ein Fahrer bei einer Betätigung eines Bremsbetätigungselements **52** zum Reduzieren einer Fahrzeuggeschwindigkeit, wie insbesondere eines Bremspedals, von der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung **4** unterstützt werden. Beispielsweise kann mittels mindestens eines Bremsbetätigungssensors **54**, wie beispielsweise mittels eines Bremskraftsensors und/oder eines Bremswegensors, eine von dem Fahrer vorgegebene Soll-Verzögerung der Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt werden. Anschließend kann mittels der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung **4** das Volumen der Vorkammer **22**/der Druck in der Vorkammer **22** aktiv so eingestellt werden, dass in mindestens einem mit der mindestens einen Druckkammer **20** über eine Zufuhrleitung **56** hydraulisch verbundenen (hier nur schematisch wiedergegebenen) Bremskreis **58**, bzw. in mindestens einem (nicht skizzierten) Radbremszylinder des mindestens einen Bremskreises **58**, ein gewünschter Bremsdruck vorliegt. Es wird darauf hingewiesen, dass das hier wiedergegebene Bremssystem nicht auf eine bestimmte Ausbildung des mindestens einen Bremskreises **58** limitiert ist. Auf genauere Ausführungen zu dem mindestens einen Bremskreis **58** wird deshalb verzichtet.

[0024] Die hydraulische Bremskraftverstärkervorrichtung **4** gewährleistet somit einen verbesserten Bremskomfort für den Benutzer des Bremssystems. Insbesondere kann bei einer vorteilhaften Funktionsweise der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung **4** ein Vielfaches von einer auf das Bremsbetätigungselement **52** ausgeübten Fahrerbremskraft auf die verstellbare Komponente **24** aufgebracht werden. Der Fahrer muss somit nicht selbst die gesamte zum Aufbauen des gewünschten Bremsdrucks aufzubringende Kraft auf das Bremsbetätigungselement **52** ausüben.

[0025] Das dargestellte Bremssystem kann auch zusammen mit einem (nicht skizzierten) Generator zum Abbremsen eines Fahrzeugs verwendet werden. Mittels der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung **4** kann in diesem Fall der in dem mindestens einen Bremskreis **58** vorliegende Bremsdruck unter Berücksichtigung einer Zu- oder Abnahme des Generator-Bremsmoments variiert werden. Beispielsweise kann mittels eines Reduzierens des in die Vorkammer **22** eingefüllten Bremsflüssigkeitsvolumens mittels des mindestens einen geöffneten Druckabbauventils **42** der Bremsdruck in dem mindestens einen Bremskreis **58** entsprechend einer zeitlichen Zunahme des Generator-Bremsmoments reduziert werden. Ebenso kann durch ein Transferieren eines weiteren Bremsflüssigkeitsvolumens aus dem Druckspeicher **14** über das mindestens eine geöffnete Druck-

aufbauventil **28** in die Vorkammer **22** der Bremsdruck in dem mindestens einen Bremskreis **58** so gesteigert werden, dass eine zeitliche Abnahme des Generator-Bremsmoments kompensiert wird. Mittels der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung **4** ist somit ein vorteilhaftes Verblenden des Generator-Bremsmoments ausführbar.

[0026] Um einen zusätzlichen Bedienkomfort für den Benutzer des Bremssystems zu gewährleisten, kann zwischen dem Bremsbetätigungselement **52** und dem Hauptbremszylinder **18** ein Sensierungszyylinder **60** ausgebildet sein. Beispielsweise kann (das hier nur schematisch wiedergegebene) Bremsbetätigungselement **52** mit einer verstellbaren Komponente **62** des Sensierungszyinders **60**, welche ein Gesamtinnenvolumen des Sensierungszyinders **60** in eine Vorkammer **64** und eine Sensierungskammer **66** unterteilt, verbunden sein. In diesem Fall kann die verstellbare Komponente **24** des Hauptbremszylinders **18** mit einem Bolzen **68** verbunden sein, welcher zumindest teilweise in die Druckkammer **66** des Sensierungszyinders **60** hineinragt. Bevorzugter Weise ist der Druck in der Sensierungskammer **66** über eine Druckeinstelleinrichtung, welche nachfolgend genauer beschrieben wird, variierbar.

[0027] Durch eine Verwendung eines derartigen Sensierungszyinders **60** zusammen mit einer Druckeinstelleinrichtung kann eine von dem Innendruck in der mindestens einen Druckkammer **20** des Hauptbremszylinders **18** entkoppelbare Rückstellwirkung auf das Bremsbetätigungselement **52** ausgeübt werden. Der Fahrer spürt in diesem Fall trotz eines Variierens des Bremsdrucks in dem mindestens einen Bremskreis **58** zum Verblenden des Generator-Bremsmoments ein standardgemäßes Bremsgefühl (Pedalgefühl). Gleichzeitig hat der Fahrer die Möglichkeit, über den Sensierungszyylinder **60** aktiv in den Hauptbremszylinder **18** hineinzubremsen.

[0028] Die Sensierungskammer **66** des Sensierungszyinders **60** kann über eine Leitung **72** mit einem in der Reservoirleitung **36** ausgebildeten Verzweigungspunkt **74** hydraulisch verbunden sein. Bevorzugter Weise ist die hydraulische Verbindung zwischen der Sensierungskammer **66** des Sensierungszyinders **60** und der Leitung **72** als Öffnung ausgebildet, welche bei einer leichten Betätigung des Bremsbetätigungselements **53** geschlossen wird. Demgegenüber kann eine hydraulische Verbindung zwischen der Sensierungskammer **66** des Sensierungszyinders **60** und einer Federkammer **76** so ausgebildet sein, dass sie auch bei einem signifikanten Betätigen des Bremsbetätigungselements **52** nicht geschlossen/abgedichtet wird. Die Federkammer **76** kann über eine weitere Reservoirleitung **78** mit dem Bremsflüssigkeitsreservoir **40** verbunden sein. Über ein Simulatorventil **80**, welches über eine Leitung **82** mit der Federkammer **76** und über eine Leitung **84**

mit der Sensierungskammer **66** verbunden ist und als stetig regelbares Ventil ausgebildet sein kann, kann der Druck in der Sensierungskammer **66** auf einen gewünschten Wert aktiv eingestellt werden. Parallel zu dem Simulatorventil **80** kann noch eine Leitung **81** zwischen der Leitung **84** und der Federkammer **76** mit einem Überdruckventil **83** angeordnet sein. Das Überdruckventil **83** ist in diesem Fall vorzugsweise so ausgerichtet, dass eine Bremsflüssigkeitsverschiebung von der Sensierungskammer **66** über die Leitung **81** zu der Federkammer **78** durch das Überdruckventil **83** unterbunden ist.

[0029] Ein Trennventil **86** ist über eine Leitung **88** mit einem in der Leitung **84** ausgebildeten Verzweigungspunkt **90** und über eine Leitung **92** mit einem in der Leitung **26** ausgebildeten Verzweigungspunkt **94** verbunden. Das Trennventil **86** bewirkt einen Druckausgleichspfad bei einer Leckage des mindestens einen Druckaufbauventils **28** während eines Vorliegens der Bremskraftverstärkervorrichtung **2** in einem nicht-bestromten Modus. Dazu ist das Trennventil **86** vorzugsweise als stromlos offenes Ventil ausgebildet. Außerdem kann zwischen dem Trennventil **86** und der Sensierungskammer **66** und/oder in der Sensierungskammer **66** noch mindestens ein Sensierungskammer-Drucksensor **96** angeordnet sein. Insbesondere eine Anordnung des Sensierungskammer-Drucksensors **96** zwischen dem Trennventil **86** und der Sensierungskammer **66** ist einfach realisierbar und gewährleistet eine vorteilhafte Einsetzbarkeit der Funktionsüberwachungsvorrichtung **2**, wie unten noch genauer ausgeführt wird.

[0030] Die hydraulische Bremskraftverstärkervorrichtung **4**, der Aktuatorkreis **16** und das Bremsflüssigkeitsreservoir **40** können über Anschlussverbindungen **98** leicht miteinander verbunden und/oder in einem Fahrzeug montiert werden.

[0031] Nachfolgen wird auf die Funktion und den schematischen Aufbau der Funktionsüberwachungsvorrichtung **2** genauer eingegangen:

Die Funktionsüberwachungsvorrichtung **2** ist dazu ausgelegt, das mindestens eine Druckaufbauventil **28** der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung **4** in seiner Funktionsweise zu überprüfen/überwachen/kontrollieren. Zumindest eine Grobleckage an dem mindestens einen Druckaufbauventil **28** ist mittels der Funktionsüberwachungsvorrichtung **2** schnell und verlässlich erkennbar, wobei das Risiko eines fälschlichen Annehmens einer nicht aufgetretenen Grobleckage an dem mindestens einen Druckaufbauventil **28** vernachlässigbar ist.

[0032] Die Funktionsüberwachungsvorrichtung **2** umfasst eine Auswerteeinrichtung **100**, welche in einen ersten Betriebsmodus steuerbar ist, in welchem ein Funktionszustand des (mindestens einen) Druckaufbauventils **28** unter Berücksichtigung zumindest

einer bereitgestellten ersten Information **102** bezüglich eines Druckänderungsverlaufs in zumindest einem Teilvolumen der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung **4** festlegbar ist. Außerdem ist die Auswerteeinrichtung **100** in einen zweiten Betriebsmodus steuerbar, in welchem der Funktionszustand des (mindestens einen) Druckaufbauventils **28** unter Berücksichtigung zumindest einer bereitgestellten zweiten Information **104** bezüglich einer dem (mindestens einen) Druckabbauventil **42** der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung **4** vorgegebenen Betriebsweise festlegbar ist. Ein Auswertesignal **105** mit dem festgelegten Funktionszustand ist anschließend an eine Warneinrichtung, eine Fahrzeugsteuerung, eine Bremssystemsteuerung, eine Fahrzeuginformation-Speichereinrichtung und/oder eine Werkstatt-Benachrichtigungseinrichtung ausgebenbar.

[0033] Das Steuern der Auswerteeinrichtung **100** in den ersten Betriebsmodus oder in den zweiten Betriebsmodus kann beispielsweise mittels eines von dem Bremsbetätigungssensor **54** und/oder einer (nicht skizzierten) zentralen Fahrzeugsteuerung bereitgestellten Steuersignals **106** erfolgen. Dies ist realisierbar, indem der Bremsbetätigungssensor **54** oder die zentrale Fahrzeugsteuerung dazu ausgelegt wird, das Steuersignal **106** zum Steuern der Auswerteeinrichtung **100** zumindest aus den zweiten Betriebsmodus in den ersten Betriebsmodus auszugeben, sofern eine Betätigungsstärke einer Betätigung des Bremsbetätigungselements **52** durch den Fahrer kleiner oder gleich einer Mindestbetätigungsstärke, wie beispielsweise Null, ist. Entsprechend ist es vorteilhaft, wenn der Bremsbetätigungssensor **54** oder die zentrale Fahrzeugsteuerung dazu ausgelegt sind, das Steuersignal **106** zum Steuern der Auswerteeinrichtung **100** zumindest aus dem ersten Betriebsmodus in den zweiten Betriebsmodus an die Funktionsüberwachungsvorrichtung **2** auszugeben, sofern die Bremsbetätigungsstärke größer als die Mindestbetätigungsstärke ist. Durch diese Funktionalität des Bremsbetätigungssensor **54** oder der zentralen Fahrzeugsteuerung kann die Ausbildung der Funktionsüberwachungsvorrichtung **2** vereinfacht werden.

[0034] Als Alternative dazu kann die Funktionsüberwachungsvorrichtung **2** auch eine erste Vergleichseinrichtung **108** umfassen, mittels welcher eine bereitgestellte Bremsbetätigungsstärkegröße **110** bezüglich der Betätigungsstärke der Betätigung des Bremsbetätigungselements **52** mit einer vorgegebenen Mindestbetätigungsstärkegröße vergleichbar ist. Sofern die Bremsbetätigungsstärkegröße **110** kleiner oder gleich der Mindestbetätigungsstärkegröße ist, ist die erste Vergleichseinrichtung **108** vorzugsweise dazu ausgelegt, die Auswerteeinrichtung **100** mittels eines Steuersignals **112** zumindest aus dem zweiten Betriebsmodus in den ersten Betriebsmodus zu steuern. Entsprechend kann die erste Vergleichseinrichtung **108** dazu ausgelegt sein, sofern zumindest

die Bremsbetätigungsstärkegröße **110** größer als die Mindestbetätigungsstärkegröße ist, die Auswerteeinrichtung **100** mittels des Steuersignals **112** zumindest aus den ersten Betriebsmodus in den zweiten Betriebsmodus zu steuern.

[0035] Die beispielsweise mittels des Bremsbetätigungssensors **54** bereitstellbare Bremsbetätigungsstärkegröße **110** kann eine Bremskraft, einen Bremsdruck oder einen Bremsweg umfassen. Ebenso kann die Bremsbetätigungsstärkegröße **110** mindestens eine mittels einer Auswerterelektion in eine Bremskraft, einen Bremsdruck oder in einen Bremsweg umrechenbare Größe umfassen. Die Auslegung der ersten Vergleichseinrichtung **108** ist jedoch nicht auf ein Vergleichen einer bestimmten Bremsbetätigungsstärkegröße **110** beschränkt.

[0036] Die in den ersten Betriebsmodus gesteuerte Auswerteeinrichtung **100** ist vorzugsweise dazu ausgelegt, eine als erste Information **102** bereitgestellte Druckänderungsgröße **108** bezüglich einer Änderung eines Drucks in einem über das Druckaufbauventil **28** mit dem Druckspeicher **14** hydraulisch verbundenen Volumen, wie beispielsweise in einer Umgebung des Sensors **96**, mit einer vorgegebenen Grenz-Druckänderungsgröße zu vergleichen. Sofern die Druckänderungsgröße über der Grenz-Druckänderungsgröße liegt, kann ein vorgegebener Fehlerzustand als Funktionszustand des Druckaufbauventils **28** festlegbar sein. Entsprechend kann bei einer Druckänderungsgröße unter oder gleich der Grenz-Druckänderungsgröße ein Normalzustand als Funktionszustand des Druckaufbauventils festgelegt werden.

[0037] In einer vorteilhaften Ausbildungsform wird die Druckänderungsgröße als erste Information **102** von einem zwischen dem Trennventil **86** und der Sensierungskammer **66** angeordneten Sensor **96** und/oder einem an oder in dem Sensierungszyylinder **60** angeordneten Drucksensor bereitgestellt. Da eine Druckänderung in dem Sensierungszyylinder **60** bei einer Nichtbetätigung des Bremsbetätigungselements **52** auf eine Druckänderung, bzw. einen ausgeführten Druckänderungsverlauf, in der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung **4** zurückzuführen ist, kann somit auch ein außerhalb der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung **4** angeordneter Drucksensor zum Bereitstellen der ersten Information **102** genutzt werden. Auch das Bereitstellen der Druckänderungsgröße mittels des zwischen dem Trennventil **86** und der Sensierungskammer **66** angeordneten Sensors **96** ist besonders vorteilhaft, da das Trennventil **86** als stromlos geöffnetes Ventil in der Regel bei einem Nichtbetätigen des Bremsbetätigungselements **52** nicht bestromt wird, und deshalb während eines Betriebs der Auswerteeinrichtung **100** in dem ersten Betriebsmodus in einem geöffneten Zustand vorliegt.

[0038] Man kann dies auch so umschreiben, dass bei einem Vorliegen des mindestens einen Druckaufbauventils **28** in einem undichten Zustand, insbesondere bei einer Grobleckage des mindestens einen Druckaufbauventils **28**, das von dem Druckspeicher **14** in den Aktuatorkreis **16** einströmende Volumen nur über den durch das offene Trennventil **86** bewirkten Druckausgleichpfad abfließen kann. Dies bewirkt einen schnellen/steilen Anstieg des Drucks zwischen dem Trennventil **86** und der Sensierungskammer **66** und in der Sensierungskammer **66**. Der schnelle/steile Anstieg des Drucks ist somit ein eindeutiges Kennzeichen für ein undichtes Vorliegen des mindestens einen Druckaufbauventils **28**, insbesondere für eine Grobleckage an dem mindestens einen Druckaufbauventil **28**.

[0039] Als Alternative oder als Ergänzung zu dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel kann die Auswerteeinrichtung **100** in dem ersten Betriebsmodus zusätzlich dazu ausgelegt sein, eine von dem an dem Druckspeicher **14** angeordneten Druckspeichersensor **48** als erste Information **102** bereitgestellte Druckspeicher-Innendruckänderungsgröße zum Festlegen des Funktionszustands des mindestens einen Druckaufbauventils **28** auszuwerten. Dies ist ebenfalls vorteilhaft, da ein Vorliegen des mindestens einen Druckaufbauventils **28** in einem undichten Zustand, insbesondere dessen Grobleckage, auch einen starken Druckabfall im Druckspeicher **14** bewirken kann.

[0040] Vorteilhafterweise ist die in den zweiten Betriebsmodus gesteuerte Auswerteeinrichtung **100** dazu ausgelegt, ein als zweite Information **104** bereitgestelltes Stromstärkesignal, mit welchem das mindestens eine Druckabbauventil **42**, über welches eine Abflussseite des mindestens einen Druckaufbauventils **10** mit dem Bremsflüssigkeitsreservoir **40** verbunden ist, steuerbar ist, mit einem vorgegebenen Grenz-Stromstärkesignal zu vergleichen. Sofern das Stromstärkesignal über dem Grenz-Stromstärkesignal liegt, kann ebenfalls der vorgegebene Fehlerzustand als Funktionszustand des mindestens einen Druckaufbauventils **28** festgelegt werden. Entsprechend kann bei einem Stromstärkesignal unter oder gleich dem Grenz-Stromstärkesignal der Normalzustand als Funktionszustand des mindestens einen Druckaufbauventils **28** festgelegt werden.

[0041] Die hier beschriebene Funktionsüberwachungsvorrichtung **2** nutzt damit den Vorteil, dass während einer Betätigung des Bremsbetätigungselements **52** ein Staudruck an der Abflussseite des mindestens einen Druckaufbauventils **28** zu einem signifikanten Teil über das mindestens eine Druckabbauventil **42** ausgleichbar ist. Das Ausgleichen des Staudrucks kann insbesondere unter Verwendung des Staudrucksensors **50** erfolgen. Beispielsweise kann der Staudrucksensors **50** den abflussseitig des min-

destens einen Druckaufbauventils **28** vorliegenden Ist-Druck mit einem Soll-Druck vergleichen, und, sofern der Ist-Druck über dem Soll-Druck liegt, das mindestens eine Druckabbauventil **42** durch ein Bestromen in einen zumindest teilgeöffneten Zustand steuern. Das mittels des Staudrucksensors **50** an das mindestens eine Druckabbauventil **42** bereitstellbare Stromstärkesignal korrespondiert damit zu dem ausgleichenden Staudruck. Wenn ein signifikant hohes Stromstärkesignal zumindest für eine vorgegebene Zeitspanne vorliegt, kann deshalb mit einer großen Verlässlichkeit auf eine Leckage an dem mindestens einen Druckaufbauventil **28** geschlossen werden.

[0042] Insbesondere bei einer Grobleckage des mindestens einen Druckaufbauventils **28** ist das als zweite Information **104** zusätzlich an die Auswerteeinrichtung **100** bereitgestellte Stromstärkesignal somit vergleichsweise groß. Beispielsweise wird anstelle eines bei einem normalen Betrieb des mindestens einen Druckabbauventils **42** an dieses ausgegebenen Stromstärkesignals von 50 mA ein Stromstärkesignal, welches über ein vergleichsweise langes Zeitintervall über 100 mA liegt, an das mindestens eine Druckabbauventil **42** bereitgestellt. Da das Stromstärkesignal, welches auch an das mindestens einen Druckabbauventil **42** ausgebar ist, auf einfache Weise mit einem Referenzwert vergleichbar ist, kann damit bereits mittels einer einfach ausbildbaren Elektronik der Auswerteeinrichtung **100** die Grobleckage des mindestens einen Druckaufbauventils **28** erkannt werden.

[0043] Als Alternative oder als Ergänzung zu einem Vergleichen des Stromstärkesignals als zweite Information **104** kann auch eine Betriebsweise des mindestens einen Druckabbauventils **42** mittels eines weiteren (nicht skizzierten) Sensors dahingehend untersucht werden, ob mittels des mindestens einen Druckabbauventils **42** ein in Länge und/oder Stärke überdurchschnittlicher Staudruckabbau ausgeführt wird. Der weitere Sensor kann beispielsweise dazu ausgelegt sein, eine Öffnungsdauer und/oder eine Öffnungsweite des mindestens einen Druckabbauventils **42** zu ermitteln und als zumindest Teil der zweiten Information **104** an die Auswerteeinrichtung ausgeben.

[0044] Ebenso kann der weitere Sensor dazu ausgelegt sein, eine Durchströmstärke einer durch das mindestens eine Druckabbauventil **42** hindurch fließenden Bremsflüssigkeitsmenge zu ermitteln und als zumindest Teil der zweiten Information **104** an die Auswerteeinrichtung **100** ausgeben. In einer Weiterbildung kann der weitere Sensor auch dazu ausgelegt sein, die Öffnungsdauer, die Öffnungsweite und/oder die Durchströmstärke mit mindestens einen Vergleichswert zu vergleichen und bei einem Überschreiten des mindestens einen Vergleichswerts ein Überschreitungs-signal als zumindest Teil der zweiten In-

formation **104** an die Auswerteeinrichtung **100** bereitzustellen.

[0045] Die vorteilhafte Ausführung der Funktionsüberwachungsvorrichtung **2** in ihrem zweiten Betriebsmodus berücksichtigt somit, dass während eines Betätigens des Bremsbetätigungselements **52** (welches in der Regel ein Bestromen und damit ein Schließen des Trennventils **86** auslöst) ein signifikanter Druckaufbau in der mindestens einen Sensierungskammer **66** auch unabhängig von einer Leckage an dem mindestens einen Druckaufbauventil **28** erfolgen kann. Somit ist aufgrund der vorteilhaften Auslegung der Funktionsüberwachungsvorrichtung **2** mit der in den zweiten Betriebsmodus steuerbaren Auswerteeinrichtung **100** gewährleistet, dass ein Druckaufbau in der Sensierungskammer **66** bei einer Betätigung des Bremsbetätigungselements **52** nicht fälschlicherweise als auftretende Leckage an dem mindestens einen Druckaufbauventil **28** gedeutet wird.

[0046] In einer vorteilhaften Weiterbildung kann die Auswerteeinrichtung **100** für ein vorgegebenes Zeitintervall auch in einem deaktivierten Modus steuerbar sein. Vorzugsweise ist das Steuern der Auswerteeinrichtung **100** in den deaktivierten Modus mittels eines von dem Bremsbetätigungssensor **54** oder der zentralen Fahrzeugsteuerung bereitgestellten zweiten Steuersignals **114** ausführbar. Vorzugsweise geben der Bremsbetätigungssensor **54** oder die zentrale Fahrzeugsteuerung das zweite Steuersignal **114** zum Steuern der Auswerteeinrichtung **100** in den deaktivierten Modus aus, nachdem eine Betätigungsgeschwindigkeit und/oder eine Betätigungsbeschleunigung der Betätigung des Bremsbetätigungselements **52** über einer vorgegebenen Mindest-Betätigungsgeschwindigkeit und/oder einer vorgegebenen Mindest-Betätigungsbeschleunigung ermittelt wird. Durch die vorteilhafte Auslegung des Bremsbetätigungssensors **54** oder der zentralen Fahrzeugsteuerung zum Steuern der Auswerteeinrichtung **100** in den deaktivierten Zustand bei einer vergleichsweise hohen Bremsbetätigungsgeschwindigkeit und/oder Bremsbetätigungsbeschleunigung kann verlässlich ausgeschlossen werden, dass eine (sehr) starke Bremsung, wie beispielsweise einer Panikbremsung, fälschlicherweise als Leckage an dem mindestens einen Druckaufbauventil **28** gedeutet wird.

[0047] Da eine (sehr) starke Bremsung, wie beispielsweise einer Panikbremsung, leicht anhand der vergleichsweise großen Werte der Bremsbetätigungsgeschwindigkeit und/oder der Bremsbetätigungsbeschleunigung erkennbar ist, ist somit eine derartige Situation anhand der hier vorgeschlagenen Analyse verlässlich erkennbar. Durch das Steuern der Auswerteeinrichtung **100** in den deaktivierten Modus für ein vorgegebenes Zeitintervall kann die als

Erkennungslogik genutzte Auswerteeinrichtung **100** kurzzeitig deaktiviert werden.

[0048] Als Alternative zu der oben beschriebenen vorteilhaften Auslegung des Bremsbetätigungssensors **54** oder der zentralen Fahrzeugsteuerung kann die Funktionsüberwachungsvorrichtung **2** auch eine (nicht skizzierte) zweite Vergleichseinrichtung umfassen, mittels welcher eine bereitgestellte Betätigungsgeschwindigkeitsgröße und/oder eine bereitgestellte Betätigungsbeschleunigungsgröße bezüglich der Betätigungsgeschwindigkeit und/oder der Betätigungsbeschleunigung der Betätigung des Bremsbetätigungselements **52** mit einer vorgegebenen Mindest-Betätigungsgeschwindigkeitsgröße und/oder mit einer vorgegebenen Mindest-Betätigungsbeschleunigungsgröße vergleichbar ist. Sofern die Betätigungsgeschwindigkeitsgröße über der vorgegebenen Mindest-Betätigungsgeschwindigkeitsgröße liegt und/oder die Betätigungsbeschleunigungsgröße über der vorgegebenen Mindest-Betätigungsbeschleunigungsgröße liegt, ist die zweite Vergleichseinrichtung vorzugsweise dazu ausgelegt, die Auswerteeinrichtung **100** für ein vorgegebenes Zeitintervall in den deaktivierten Modus zu steuern. Auch mittels einer Ausstattung der Funktionsüberwachungsvorrichtung **2** mit der hier beschriebenen zweiten Vergleichseinrichtung kann ein fälschliches Deuten einer (sehr) starken Bremsung, wie beispielsweise einer Panikbremsung, als Leckage an dem mindestens einen Druckaufbauventil **28** verhindert werden.

[0049] Bei einer (massiven) Leckage in dem mindestens einen Druckaufbauventil **28**, beispielsweise aufgrund eines Ventilbruchs, entweicht die in dem Druckspeicher **14** befindliche Bremsflüssigkeit in den Aktuatorkreis **16**. Aufgrund des hier beschriebenen Systemdesigns ist jedoch ein Auslösen eines unkontrollierten statischen Druckaufbaus aufgrund der Leckage verlässlich verhindert. Zusätzlich ist mittels der in den oberen Absätzen beschriebenen Funktionsüberwachungsvorrichtung **2** die Funktionsbeeinträchtigung des mindestens einen Druckaufbauventils **28** schnell und frühzeitig erkennbar, so dass selbst bei hohen Volumenflüssen, welche bei einer massiven Ventilleckage des mindestens einen Druckaufbauventils **28** manchmal auftreten können, auch ein kurzzeitiges Auftreten eines durch die Volumenflüsse erzeugten Bremsdrucks in dem Aktuatorkreis **16**, welcher häufig als dynamischer Staudruck bezeichnet wird, schnell verhinderbar ist. Somit kann mittels der Funktionsüberwachungsvorrichtung **2** sogar bei hohen Volumenflüssen eine vom Fahrer ungewollte kurzzeitige Verzögerung unterbunden werden.

[0050] In einer Weiterbildung kann die Funktionsüberwachungsvorrichtung **2** auch dazu ausgelegt werden, die nachfolgend beschriebenen Verfahrensschritte zum frühzeitigen Entgegenwirken gegen einen dynamischen Staudruck auszuführen.

[0051] [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) zeigen ein Flussdiagramm und ein Koordinatensystem zum Darstellen einer Ausführungsform des Verfahrens zum Festlegen eines Funktionszustands eines Druckaufbauventils.

[0052] Das nachfolgen beschriebene Verfahren kann beispielsweise mittels der oben erläuterten Funktionsüberwachungsvorrichtung ausgeführt werden. Die Ausführbarkeit des Verfahrens ist jedoch nicht auf die Benutzung einer derartigen Funktionsüberwachungsvorrichtung limitiert. Ebenso ist die Ausführbarkeit des Verfahrens auch nicht auf die oben beschriebene Auslegung der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung und/oder des Bremssystems beschränkt.

[0053] In einem Verfahrensschritt S1 wird eine Betätigungsstärke einer Betätigung eines Bremsbetätigungselements des Bremssystems mit einer vorgegebenen Mindest-Betätigungsstärke verglichen. Bevorzugter Weise ist die Mindest-Betätigungsstärke ein Bremsweg, ein Bremsdruck oder eine Bremskraft gleich Null. Die Ausführbarkeit des Verfahrensschritts S1 ist jedoch nicht auf eine derartige Mindest-Betätigungsstärke limitiert.

[0054] Sofern die Bremsbetätigungsstärke kleiner oder gleich der Mindest-Betätigungsstärke ist, beispielsweise weil der Fahrer das Bremsbetätigungselement nicht betätigt, wird der Verfahrensschritt S2 ausgeführt. In dem Verfahrensschritt S2 wird der Funktionszustand des Druckaufbauventils unter Berücksichtigung eines Druckänderungsverlaufs in zumindest einem Teilvolumen der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung festgelegt. Das Festlegen des Funktionszustands unter Berücksichtigung des Druckänderungsverlaufs in der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung kann beispielsweise die Verfahrensschritte S21 bis S23 umfassen. In diesem Fall wird in einem Verfahrensschritt S21 eine Druckänderungsgröße bezüglich einer Änderung eines Drucks in einem über das Druckaufbauventil mit einem Druckspeicher der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung hydraulisch verbundenen Volumen ermittelt. Darunter kann beispielsweise verstanden werden, dass die Druckänderungsgröße zwischen dem oben beschriebenen Trennventil und der Sensierungskammer und/oder innerhalb der Sensierungskammer ermittelt wird. Die Ausführbarkeit des Verfahrensschritts S21 ist jedoch nicht auf die hier beispielhaft aufgeführten Volumina limitiert. Als Druckänderungsgröße kann mittels eines Drucksensors eine Druckänderung in dem jeweiligen Volumen bestimmt werden. Anstelle einer Druckdifferenz kann jedoch auch eine in eine Druckdifferenz umrechenbare Größe als Druckänderungsgröße in dem Verfahrensschritt S21 ermittelt werden. Ebenso kann auch eine Druckänderungsgröße bezüglich ei-

ner Änderung des Drucks in dem Druckspeicher in dem Verfahrensschritt S21 gemessen werden.

[0055] In einem Verfahrensschritt S22 wird die ermittelte Druckänderungsgröße mit einer vorgegebenen Grenz-Druckänderungsgröße verglichen. Sofern die Druckänderungsgröße über der Grenz-Druckänderungsgröße liegt, wird in einem Verfahrensschritt S23 ein vorgegebener Fehlerzustand als Funktionszustand des Druckaufbauventils festgelegt. Als vorgegebener Fehlerzustand kann beispielsweise ein Grobleckage-Zustand festgelegt werden. Sofern die Druckänderungsgröße unter der Grenz-Druckänderungsgröße liegt, kann in einer (nicht dargestellten) Weiterbildung auch ein Normalzustand als Funktionszustand des Druckaufbauventils festgelegt werden.

[0056] [Fig. 2b](#) zeigt ein Koordinatensystem zum Erläutern eines Ausführungsbeispiels des Verfahrensschritts S2. In dem Koordinatensystem der [Fig. 2b](#) ist die Abszisse eine Zeitachse t . Der Graph $s(t)$ gibt den Bremsbetätigungsweg (Pedalweg) zur Zeit t als Beispiel für die Bremsbetätigungsstärke wieder. Der Graph $b_{\text{soll}}(t)$ ist das (hydraulische) Soll-Bremsmoment der mindestens einen Radbremszange des Bremssystems zur Zeit t , welches über den Bremsbetätigungsweg $s(t)$ durch den Fahrer vorgebar ist. Mit dem Graphen $V(t)$ ist der durch das Druckaufbauventil zur t durchfließende Bremsflüssigkeitsstrom wiedergegeben. Die Graphen $p_{\text{DS}}(t)$ und $p_{\text{VK}}(t)$ geben die zur Zeit t in dem Druckspeicher und in der Vorkammer vorliegenden Drücke wieder. Mit den Graphen $\Delta p_{\text{DS}}(t)$ und $\Delta p_{\text{VK}}(t)$ sind die zeitlichen Änderungen dieser Drücke angegeben. Die Zählerkurve über die Funktion Δp_{VK} , bzw. die Fläche unter der Funktion $\Delta p_{\text{VK}}(t)$, ist mit der Funktion $z(t)$ ebenfalls in das Koordinatensystem der [Fig. 2b](#) eingetragen.

[0057] Während der Ausführung des Verfahrensschritts S2 betätigt der Fahrer das Bremsbetätigungselement nicht. Der Bremsbetätigungsweg $s(t)$ ist somit konstant gleich Null. Entsprechend ist auch das Soll-Bremsmoment $p_{\text{soll}}(t)$ während der Ausführung des Verfahrensschritts S2 gleich Null. Bis zu der Zeit t_0 ist die volle Funktionsfähigkeit des Druckaufbauventils gewährleistet. Da das Bremsbetätigungselement nicht betätigt wird, liegt das Druckaufbauventil somit während der Ausführung des Verfahrensschritts S2 bis zu der Zeit t_0 in seinem geschlossenen Zustand vor. Das zu den Zeiten t kleiner t_0 durch das Druckaufbauventil geleitete Volumen $V(t)$ ist deshalb gleich Null.

[0058] Vor dem Zeitpunkt t_0 liegt das mindestens eine Druckaufbauventil in einem Zustand vor, in welchem dessen Funktionsfähigkeit verlässlich gewährleistet ist. Der Druck in der Vorkammer $p_{\text{VK}}(t)$ ist somit (aufgrund der Nichtbetätigung des Bremsbetätigungselements) vergleichsweise niedrig, während

der Druck in dem aufgeladenen Druckspeicher $p_{DS}(t)$ relativ hoch ist. Die Druckänderungen $\Delta p_{VK}(t)$ und $\Delta p_{DS}(t)$ sind während des Verfahrensschritts S2 bis zu der Zeit t_0 gleich Null.

[0059] Zu dem Zeitpunkt t_0 tritt eine Leckage an dem mindestens einen Druckaufbauventil auf. Somit fließt ab dem Zeitpunkt t_0 ein durch das Druckaufbauventil zur t durchfließende Bremsflüssigkeitsstrom $V(t)$ ungleich Null durch das mindestens eine Druckaufbauventil, obwohl noch immer ein Bremsbetätigungsweg $s(t)$ gleich Null vorliegt.

[0060] Wie anhand der Funktion $\Delta p_{VK}(t)$ zu erkennen ist, ist die Druckänderung in der Vorkammer ab dem Zeitpunkt t_0 ungleich Null. Außerdem nimmt die Druckänderung in der Vorkammer ab dem Zeitpunkt t_0 mit einer vergleichsweise großen Steigung zu und erreicht ein deutliches Maximum. Dieser Vorgang ist mittels des Verfahrensschritts S2, insbesondere mittels des Verfahrensschritts S22 verlässlich erkennbar. Somit kann bereits vor einem Steigern des in der Vorkammer vorliegenden Drucks $p_{VK}(t)$ auf einen vergleichsweise hohen Wert die Leckage in dem mindestens einen Druckaufbauventil verlässlich erkannt werden. Vor allem kann die Leckage in dem mindestens einen Druckaufbauventil lange vor einem Abfall des Drucks in dem Druckspeicher $p_{DS}(t)$ unter einen Minimalwert verlässlich erkannt werden.

[0061] Die signifikante Zunahme der Druckänderung in der Vorkammer $\Delta p_{VK}(t)$ ist ein eindeutiges Kennzeichen einer Leckage an dem mindestens einen Druckaufbauventil. Wenn dieses Verhalten über eine gewisse Zeit andauert, bzw. wenn die Funktion $z(t)$ einen Schwellwert übersteigt, kann eindeutig auf eine Leckage an dem Druckaufbauventil geschlossen werden.

[0062] Somit besteht die Möglichkeit, frühzeitig auf die erkannte Leckage zu reagieren. Insbesondere kann auf diese Art und Weise verhindert werden, dass die Zunahme des Drucks in der Vorkammer $p_{VK}(t)$ zu einem unerwünschten Abbremsen des Fahrzeugs führt.

[0063] Wenn zumindest die Bremsbetätigungsstärke größer als die Mindest-Betätigungsstärke ist, wird anstelle des Verfahrensschritts S2 ein Verfahrensschritt S3 ausgeführt. In dem Verfahrensschritt S3 wird der Funktionszustand des Druckaufbauventils unter Berücksichtigung einer Betriebsweise, die einem Druckabbauventil der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung, über welches eine Abflusseite des Druckaufbauventils mit dem Bremsflüssigkeitsreservoir verbunden ist, vorgegeben wird, festgelegt. Bevorzugter Weise umfasst der Verfahrensschritt S3 dazu die Verfahrensschritte S31 und S32. In einem Verfahrensschritt S31 wird ein Stromstärkesignal, welches an das mindestens eine Druck-

abbauventil bereitgestellt wird, mit einem vorgegeben Grenz-Stromstärkesignal verglichen. Sofern das Stromstärkesignal über dem Grenz-Stromstärkesignal liegt, kann in einem anschließenden Verfahrensschritt S32 der vorgegebene Fehlerzustand als Funktionszustand des Druckaufbauventils festgelegt werden. Auch in diesem Fall kann als vorgegebener Fehlerzustand ein Grobleckage-Zustand festgelegt werden. Ebenso kann, sofern das Stromstärkesignal unter dem Grenz-Stromstärkesignal liegt, der Normalzustand als Funktionszustand des Druckaufbauventils festgelegt werden.

[0064] Das Ausführen der Verfahrensschritte S31 und S32 ist mit dem Vorteil verbunden, dass ein an das Druckabbauventil bereitgestelltes Stromstärkesignal zum Steuern des Druckabbauventils zusätzlich zum Ermitteln einer Funktionsfähigkeit des mindestens einen Druckaufbauventils nutzbar ist. Auf diese Weise ist insbesondere ein Sensor zum Messen eines Bremsflüssigkeits-Stromflusses durch das mindestens eine Druckabbauventil einsparbar. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Verfahrensschritte S31 und S32 lediglich Ausführungsbeispiele für den Verfahrensschritt S3 darstellen. Anstelle eines Ausführens der Verfahrensschritte S31 und S32 kann deshalb ebenso der Stromfluss durch das mindestens eine Druckabbauventil direkt gemessen und anschließend ausgewertet werden.

[0065] Das in den oberen Absätzen beschriebene Verfahren kann auf die unterschiedlichen Funktionsweisen der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung bei einer Betätigung des Bremsbetätigungselements und bei einer Nichtbetätigung des Bremsbetätigungselements reagieren. Man kann dies auch so umschreiben, dass das Verfahren eine Leckage an dem Einlassventil unabhängig davon erkennen kann, ob der Druckregler aktiv oder passiv ist. Da mittels der Verfahrensschritte S2 und S3 unterschiedliche Erkennungsverfahren für beide Betriebszustände realisiert sind, ist ein fälschliches Deuten einer Druckzunahme in der Verstärkerkammer als Leckage des mindestens einen Einlassventils auch während einer Betätigung des Bremsbetätigungselements ausgeschlossen.

[0066] Obwohl das Verhalten eines hydraulischen Bremssystems in der Regel stark temperaturabhängig ist, erlaubt die Ausführung des oben beschriebenen Verfahrens eine robuste Parametrierung, welche unabhängig von der Temperatur ist. Während herkömmliche Verfahren aufgrund der starken Temperaturabhängigkeit der Viskosität der Bremsflüssigkeit zum Ermitteln einer Funktionsfähigkeit einer Bremsystemkomponente in der Regel einen Temperatursensor benötigen, kann bei der Ausführung dieses Verfahrens auf ein Temperatursignal verzichtet werden. Zur Ausführung des Verfahrens werden somit keine weiteren Signale/Sensoren benötigt. Stattdes-

sen können zum Ausführen des Verfahrens in der Regel bereits an einem Bremssystem vorhandene Drucksensoren, wie beispielsweise ein Drucksensor im Druckspeicher und/oder im Aktuatorekreis, genutzt werden.

[0067] In einer Weiterbildung kann das Verfahren auch einen weiteren Verfahrensschritt umfassen, in welchem eine Betätigungsgeschwindigkeit und/oder eine Betätigungsbeschleunigung der Betätigung des Bremsbetätigungselements mit einer vorgegebenen Mindest-Betätigungsgeschwindigkeit und/oder mit einer vorgegebenen Mindest-Betätigungsbeschleunigung verglichen werden. Sofern die Betätigungsgeschwindigkeit über der vorgegebenen Mindest-Betätigungsgeschwindigkeit liegt und/oder die Betätigungsbeschleunigung über der vorgegebenen Mindest-Betätigungsbeschleunigung liegt, kann auch noch ein zusätzlicher Verfahrensschritt ausgeführt werden, in welchem das Festlegen des Funktionszustands des Druckaufbauventils für ein vorgegebenes Zeitintervall ausgesetzt wird. Auf diese Weise ist verhinderbar, dass bei einer (sehr) starken Bremsung mit einer vergleichsweise hohen Betätigungsgeschwindigkeit und/oder Betätigungsbeschleunigung, wie insbesondere bei einer Panikbremsung, ein plötzlicher Druckaufbau als Leckage an dem mindestens einen Druckaufbauventil gedeutet wird. Das hier beschriebene Verfahren bietet somit auch eine gute Robustheit gegenüber einer fälschlichen Fehlererkennung an dem mindestens einen Druckaufbauventil.

[0068] [Fig. 3](#) zeigt ein Koordinatensystem zum Darstellen einer Ausführungsform des Verfahrens zum Betreiben einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung eines Bremssystems und des Verfahrens zum Betreiben eines Bremssystems mit einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung.

[0069] In dem Koordinatensystem der [Fig. 3](#) ist die Abszisse eine Zeitachse t . Der Graph $pDS(t)$ entspricht dem oben schon beschriebenen Druck in dem Druckspeicher zur Zeit t . Mittels des Graphen $St(t)$ ist der Status einer Druckregelung zur Zeit t wiedergegeben. Der Graph $I(t)$ entspricht einer Stromstärke eines Stroms, welcher zur Zeit t durch eine Warnlampe fließt. Der Betriebsmodus eines Hydraulikaggregats des Bremssystems zur Zeit t (hydraulic boost compensation) ist mittels des Graphen $B(t)$ wiedergegeben.

[0070] Bei der Ausführung des in der [Fig. 3](#) schematisch wiedergegebenen Verfahrens wird das oben schon beschriebene Verfahren zum Festlegen eines Funktionszustands eines Druckaufbauventils ausgeführt. Zu dem Zeitpunkt t_0 tritt tatsächlich eine Leckage an dem mindestens einen Druckaufbauventil auf. (Der zuvor vollgefüllte Druckspeicher wird somit ab dem Zeitpunkt t_0 langsam entleert.) Diese Lecka-

ge an dem mindestens einen Druckaufbauventil kann bereits relativ schnell zu einem Zeitpunkt t_1 erkannt werden ($t_1 \rightarrow t_0$). Aufgrund des frühzeitigen Erkennens der Leckage an dem mindestens einen Druckaufbauventil kann auch schnell auf diesen Fehlerzustand reagiert werden.

[0071] Beispielsweise kann ab dem Zeitpunkt t_1 mit einer sofortigen oder einer schrittweisen Degradierung der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung begonnen werden. Vorzugsweise wird die hydraulische Bremskraftverstärkervorrichtung mittels einer schrittweisen Degradierung aus einem Vollfunktionsmodus $St1$ (Full System) in einen Standby-Modus $St3$ /degradierten Zustand gesteuert. Die schrittweise Degradierung verhindert, dass im Standby-Modus $St3$ /degradierten Zustand noch Volumen aus dem Druckspeicher in den Aktuatorekreis abfließt. Dazu kann die hydraulische Bremskraftverstärkervorrichtung zu dem Zeitpunkt t_1 aus dem Vollfunktionsmodus $St1$ in einen Druckspeicher-Entleer-Modus $St2$ (Decrease Accu) gesteuert werden, in welchem die in dem Druckspeicher noch vorhandene Bremsflüssigkeit über eine gezielte Aktivierung des mindestens einen Druckabbauventils abgelassen wird.

[0072] Vorzugsweise wird erst zu einem Zeitpunkt t_2 , ab welchem der Druckspeicher komplett entleert ist, die hydraulische Bremskraftverstärkervorrichtung endgültig degradiert und aus dem Druckspeicher-Entleer-Modus $St2$ in den Standby-Modus $St3$ gesteuert. (Der Zeitpunkt t_2 ist am Speicherdrucksignal verlässlich erkennbar.)

[0073] Gleichzeitig mit einem Steuern der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung in den Druckspeicher-Entleer-Modus $St2$ kann auch eine Aktivierung einer Warneinrichtung erfolgen. Beispielsweise kann eine Warnlampe als Warneinrichtung aktiviert werden. Dazu kann eine durch die Warnlampe fließende Stromstärke $I(t)$ zu dem Zeitpunkt t_1 von Null auf einen Wert ungleich Null gesteuert werden. Der Fahrer hat somit die Möglichkeit, anhand eines Leuchtens der Warnleuchte zu erkennen, dass mit seinem Bremssystem etwas nicht in Ordnung ist. Dies gewährleistet, dass der in dem Bremssystem vorliegende Fehler frühzeitig von einer Werkstatt beherrbar ist.

[0074] Nach einem Festlegen eines vorgegebenen Fehlerzustands als Funktionszustand des mindestens einen Druckaufbauventils kann auch ein Hydraulikaggregat des Bremssystems als Bremskraftverstärker eingesetzt werden. Dazu kann zu dem Zeitpunkt t_2 der Betriebsmodus des Hydraulikaggregats $B(t)$ so eingesteuert werden, dass dieses einen mittels der Fahrerbremskraft in der mindestens einen Radbremszange aufgebauten Bremsdruck steigert. Da Verfahren zu einem derartigen Betreiben des Hy-

draulikaggregats bekannt sind, wird hier nicht genauer darauf eingegangen.

[0075] Das Verfahren realisiert somit in einer Weiterbildung nicht nur die spezifische Erkennung des Fehlers „starke Einlassventil-Leckage“, sondern auch eine Systemreaktion, mittels welcher sicherheitskritische Zustände vermeidbar sind. Durch die spezifische Erkennung des Fehlers „starke Einlassventil-Leckage“ kann auch eine für diesen Fehler optimierte Übergangsfunktion ausgeführt werden. Gleichzeitig ist gewährleistet, dass diese optimierte Übergangsfunktion nur bei diesem spezifischen Fehlerbild ausgeführt wird.

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 102008044002 A1 [[0002](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Festlegen eines Funktionszustands eines Druckaufbauventils (28) einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) eines Bremssystems mit den Schritten:

Vergleichen einer Betätigungsstärke (s(t)) einer Betätigung eines Bremsbetätigungselements (52) des Bremssystems mit einer vorgegebenen Mindestbetätigungsstärke (S1); und

sofern die Bremsbetätigungsstärke (s(t)) kleiner oder gleich der Mindestbetätigungsstärke ist, Festlegen des Funktionszustands unter Berücksichtigung eines Druckänderungsverlaufs (Δp_{VK}) in zumindest einem Teilvolumen der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) (S2);

sofern die Bremsbetätigungsstärke (s(t)) größer als die Mindestbetätigungsstärke ist, Festlegen des Funktionszustands unter Berücksichtigung einer einem Druckabbauventil (42) der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) vorgegebenen Betriebsweise (S3).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Festlegen des Funktionszustands unter Berücksichtigung des Druckänderungsverlaufs (Δp_{VK}) zumindest in dem Teilvolumen der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) die folgenden Schritte umfasst: Ermitteln einer Druckänderungsgröße (Δp_{VK}) bezüglich einer Änderung eines Drucks (pVK) in einem über das Druckaufbauventil (28) mit einem Druckspeicher (14) der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) hydraulisch verbundenen Volumen (S21); Vergleichen der Druckänderungsgröße (Δp_{VK}) mit einer vorgegebenen Grenz-Druckänderungsgröße (S22); und sofern die Druckänderungsgröße (Δp_{VK}) über der Grenz-Druckänderungsgröße liegt, Festlegen eines vorgegebenen Fehlerzustands als Funktionszustand des Druckaufbauventils (28) (S23).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Festlegen des Funktionszustands unter Berücksichtigung der dem Druckabbauventil (42) der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) vorgegebenen Betriebsweise die folgenden Schritte umfasst: Vergleichen eines an das Druckabbauventil (42), über welches eine Abflusseite des Druckaufbauventils (28) mit einem Bremsflüssigkeitsreservoir (40) verbunden ist, bereitgestellten Stromstärkesignals mit einem vorgegebenen Grenz-Stromstärkesignal (S31); und sofern das Stromstärkesignal über dem Grenz-Stromstärkesignal liegt, Festlegen des vorgegebenen Fehlerzustands als Funktionszustand des Druckaufbauventils (28) (S32).

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei als vorgegebener Fehlerzustand ein Grobleckage-Zustand festgelegt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Betätigungsgeschwindigkeit und/oder eine Betätigungsbeschleunigung der Betätigung des Bremsbetätigungselements (52) mit einer vorgegebenen Mindest-Betätigungsgeschwindigkeit und/oder mit einer vorgegebenen Mindest-Betätigungsbeschleunigung verglichen werden, und wobei, sofern die Betätigungsgeschwindigkeit über der vorgegebenen Mindest-Betätigungsgeschwindigkeit liegt und/oder die Betätigungsbeschleunigung über der vorgegebenen Mindest-Betätigungsbeschleunigung liegt, das Festlegen des Funktionszustands des Druckaufbauventils (28) für ein vorgegebenes Zeitintervall ausgesetzt wird.

6. Verfahren zum Betreiben einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) eines Bremssystems mit den Schritten:

Festlegen eines Funktionszustands eines Druckaufbauventils (28) der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) des Bremssystems gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche;

sofern ein vorgegebener Fehlerzustand als Funktionszustand des Druckaufbauventils (28) festgelegt wird, Aktivieren einer Warneinrichtung und/oder Steuern der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) in einen deaktivierten Modus.

7. Verfahren zum Betreiben eines Bremssystems mit einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) mit den Schritten:

Festlegen eines Funktionszustands eines Druckaufbauventils (28) der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) des Bremssystems gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 oder Betreiben der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) gemäß dem Verfahren des Anspruchs 6;

sofern ein vorgegebener Fehlerzustand als Funktionszustand des Druckaufbauventils (228) festgelegt wird, Verwenden eines Hydraulikaggregats des Bremssystems als Bremskraftverstärker.

8. Funktionsüberwachungsvorrichtung (2) für ein Druckaufbauventil (28) einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) eines Bremssystems mit:

einer Auswerteeinrichtung (100), welche in einen ersten Betriebsmodus steuerbar ist, in welchem ein Funktionszustand des Druckaufbauventils (28) unter Berücksichtigung zumindest einer bereitgestellten ersten Information (102) bezüglich eines Druckänderungsverlaufs (Δp_{VK}) in zumindest einem Teilvolumen der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) festlegbar ist, und in einen zweiten Betriebsmodus steuerbar ist, in welchem der Funktionszustand des Druckaufbauventils (28) unter Berücksichtigung zumindest einer bereitgestellten zweiten Information (104) bezüglich einer einem Druckabbauventil (42) der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) vorgegebenen Betriebsweise festlegbar ist.

9. Funktionsüberwachungsvorrichtung (2) nach Anspruch 8, wobei die Funktionsüberwachungsvorrichtung (2) eine erste Vergleichseinrichtung (108) umfasst, mittels welcher eine bereitgestellte Bremsbetätigungsstärkegröße (110) bezüglich einer Betätigungsstärke $s(t)$ einer Betätigung eines Bremsbetätigungselements (52) des Bremssystems mit einer vorgegebenen Mindestbetätigungsstärkegröße vergleichbar ist, und die Auswerteeinrichtung (100), sofern die Bremsbetätigungsstärkegröße (110) kleiner oder gleich der Mindestbetätigungsstärkegröße ist, zumindest aus den zweiten Betriebsmodus in den ersten Betriebsmodus steuerbar ist, und, sofern zumindest die Bremsbetätigungsstärkegröße (110) größer als die Mindestbetätigungsstärkegröße ist, zumindest aus den ersten Betriebsmodus in den zweiten Betriebsmodus steuerbar ist.

10. Funktionsüberwachungsvorrichtung (2) nach Anspruch 8 oder 9, wobei die in den ersten Betriebsmodus gesteuerte Auswerteeinrichtung (100) dazu ausgelegt ist, eine als erste Information (102) bereitgestellte Druckänderungsgröße (Δp_{VK}) bezüglich einer Änderung eines Drucks (p_{VK}) in einem über das Druckaufbauventil (28) mit einem Druckspeicher (14) der hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) hydraulisch verbundenen Volumen mit einer vorgegebenen Grenz-Druckänderungsgröße zu vergleichen, und, sofern die Druckänderungsgröße (Δp_{VK}) über der Grenz-Druckänderungsgröße liegt, einen vorgegebenen Fehlerzustand als Funktionszustand des Druckaufbauventils (28) festzulegen.

11. Funktionsüberwachungsvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei die in den zweiten Betriebsmodus gesteuerte Auswerteeinrichtung (100) dazu ausgelegt ist, ein als zweite Information (104) bereitgestelltes Stromstärkesignal, mittels welchem das Druckabbauventil (42), über welches eine Abflussseite des Druckaufbauventils (28) mit einem Bremsflüssigkeitsreservoir (40) verbunden ist, steuerbar ist, mit einem vorgegebenen Grenz-Stromstärkesignal zu vergleichen, und, sofern das Stromstärkesignal über dem Grenz-Stromstärkesignal liegt, den vorgegebenen Fehlerzustand als Funktionszustand des Druckaufbauventils (28) festzulegen.

12. Funktionsüberwachungsvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei die Funktionsüberwachungsvorrichtung (2) eine zweite Vergleichseinrichtung umfasst, mittels welcher eine bereitgestellte Betätigungsgeschwindigkeitsgröße und/oder eine bereitgestellte Betätigungsbeschleunigungsgröße bezüglich der Betätigungsgeschwindigkeit und/oder der Betätigungsbeschleunigung der Betätigung des Bremsbetätigungselements (52) mit einer vorgegebenen Mindest-Betätigungsgeschwindigkeitsgröße und/oder mit einer vorgegebenen Mindest-Betätigungsbeschleunigungsgröße vergleichbar ist, und, sofern die Betätigungsgeschwindigkeitsgröße über

der vorgegebenen Mindest-Betätigungsgeschwindigkeitsgröße liegt und/oder die Betätigungsbeschleunigungsgröße über der vorgegebenen Mindest-Betätigungsbeschleunigungsgröße liegt, die Auswerteeinrichtung (100) für ein vorgegebenes Zeitintervall in einen deaktivierten Modus steuerbar ist.

13. Hydraulische Bremskraftverstärkervorrichtung (4) für ein Bremssystem mit einer Funktionsüberwachungsvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 8 bis 11.

14. Bremssystem für ein Fahrzeug mit einer Funktionsüberwachungsvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 8 bis 11 oder einer hydraulischen Bremskraftverstärkervorrichtung (4) nach Anspruch 13.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

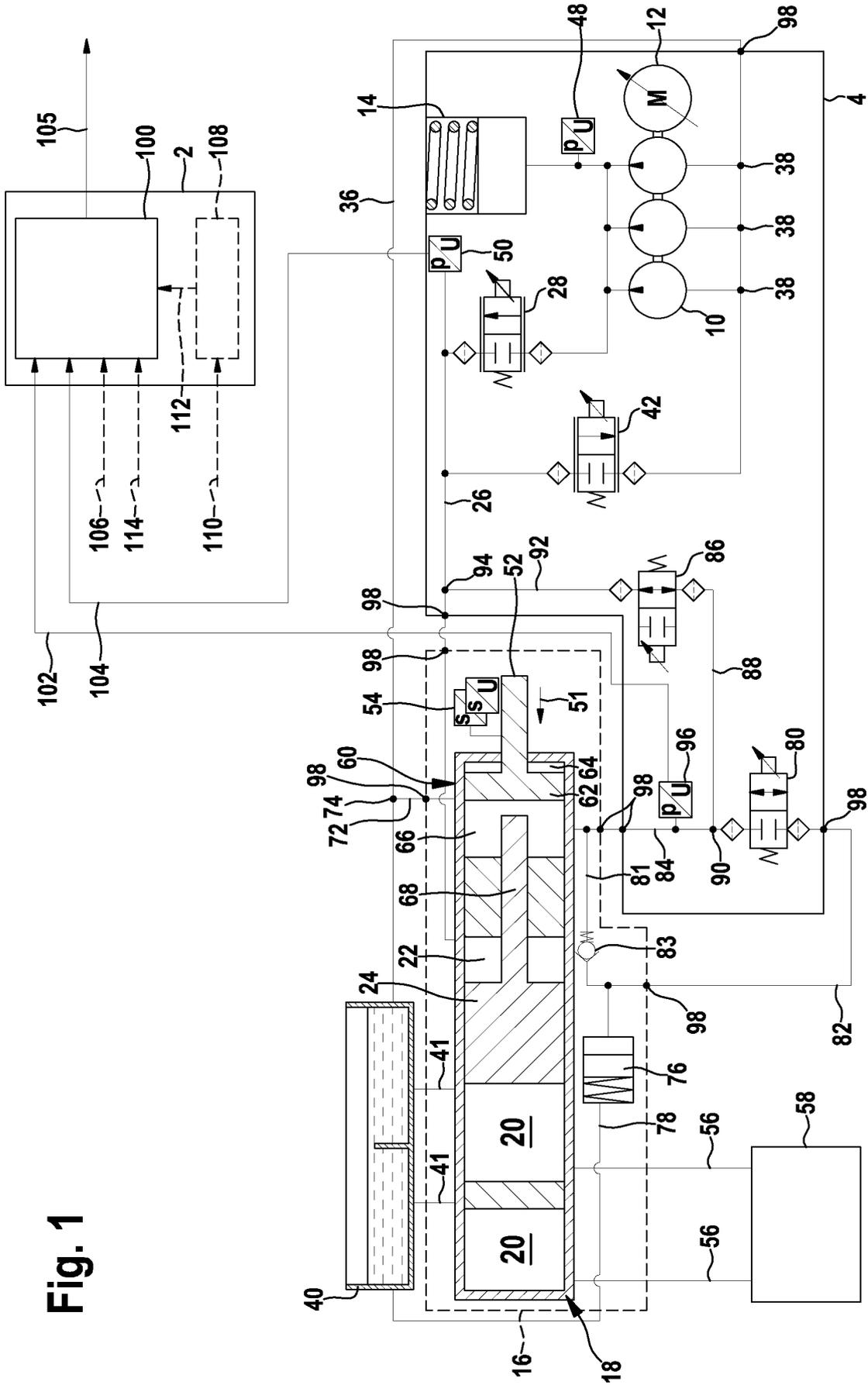


Fig. 1

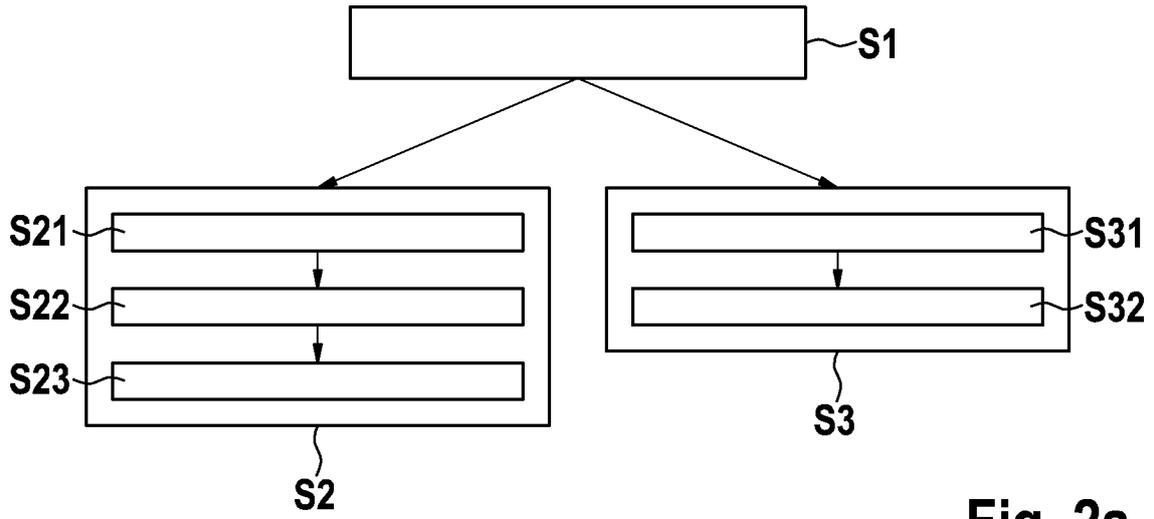


Fig. 2a

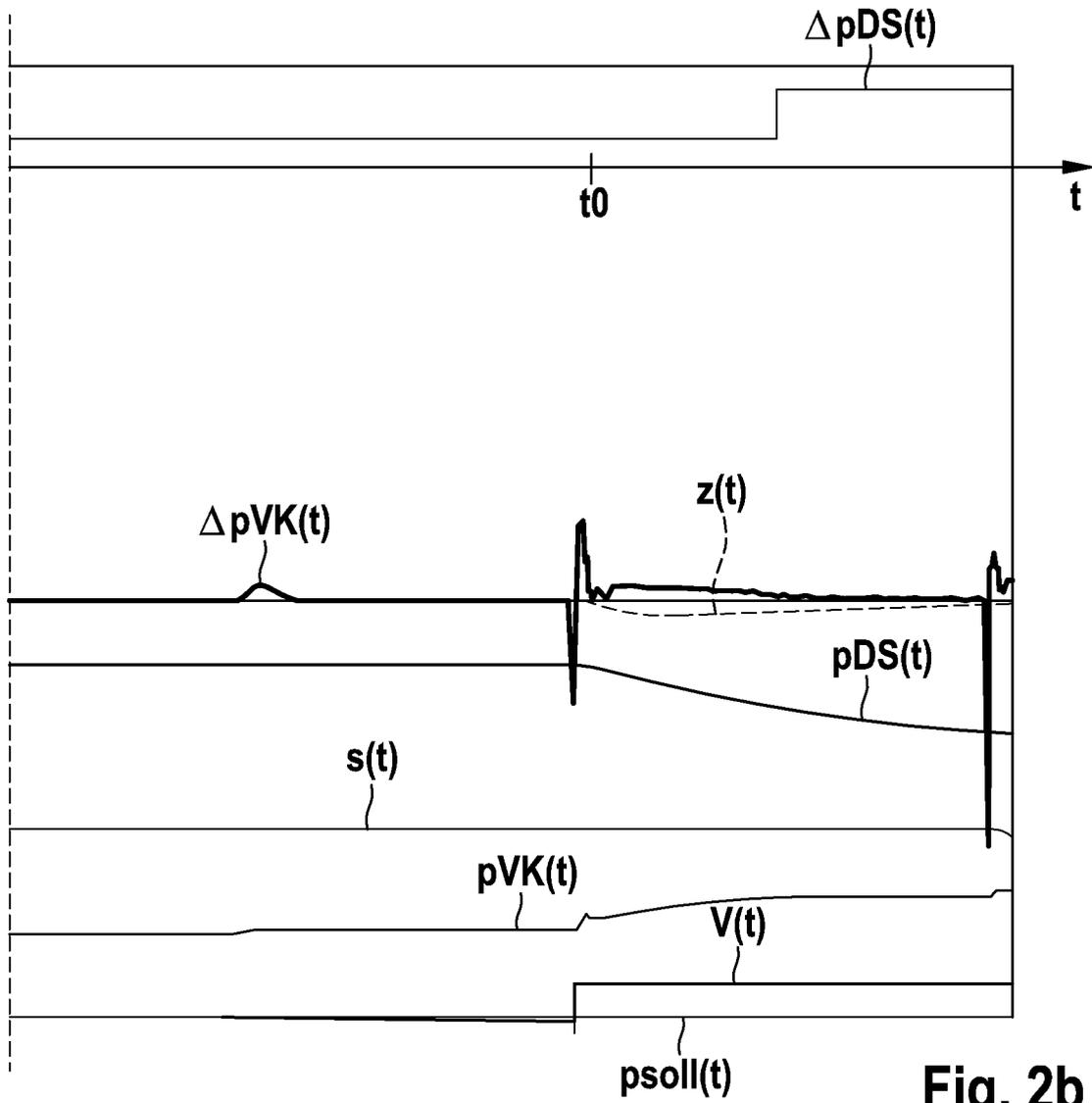


Fig. 2b

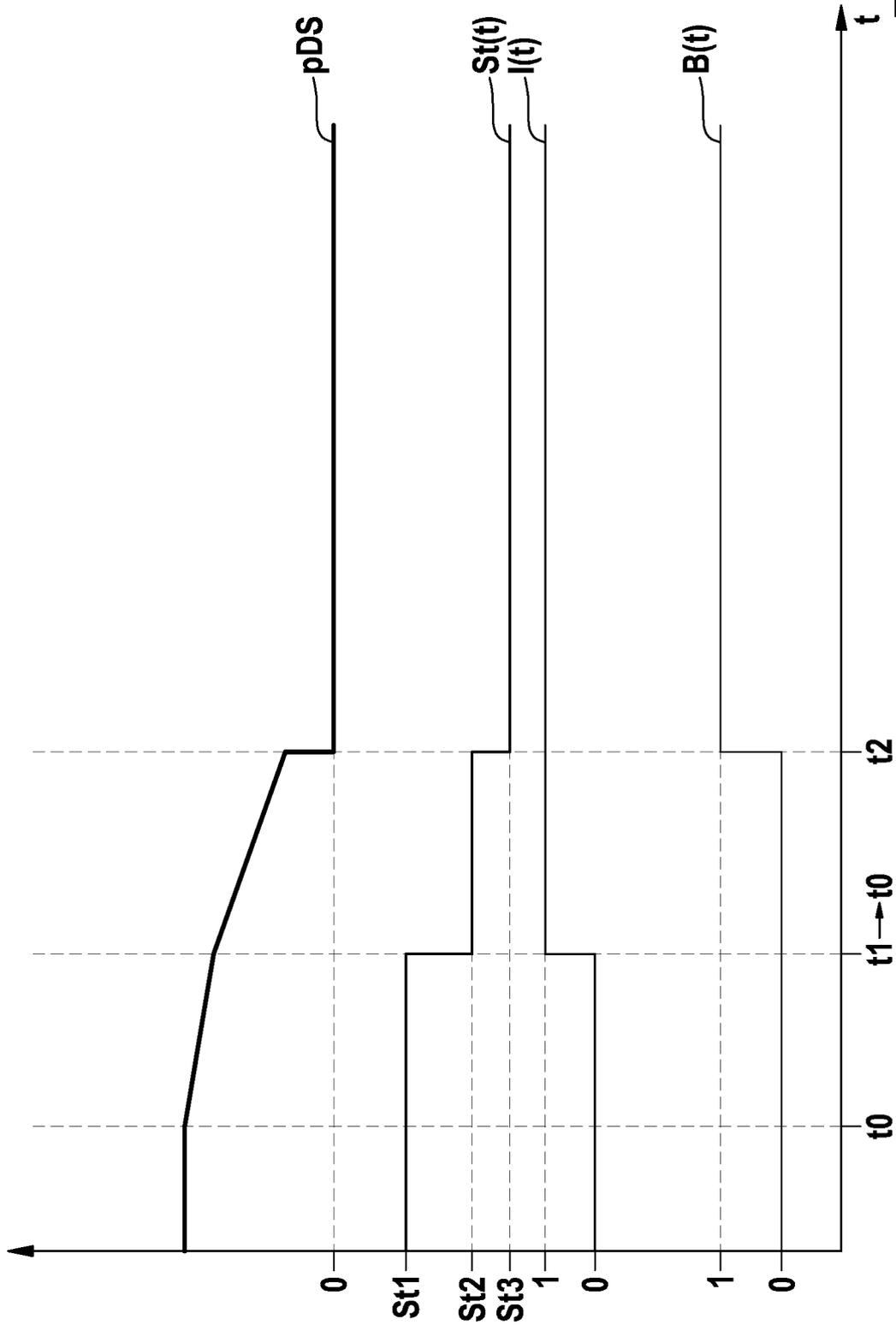


Fig. 3