

Beschreibung

Verfahren zur präventiven Dampfblasenvermeidung in einer hydraulischen Kraftfahrzeugbremsanlage und hydraulische Kraftfahrzeugbremsanlage

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur präventiven Dampfblasenvermeidung in einer hydraulischen Kraftfahrzeugbremsanlage eines Kraftfahrzeugs gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Die Erfindung betrifft ferner eine hydraulische Kraftfahrzeugbremsanlage für ein Kraftfahrzeug und auch ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Kraftfahrzeugbremsanlage.

Während einer Fahrt mit vielen aufeinander folgenden Bremsvorgängen findet insbesondere bei sportlicher Fahrweise oder bei längerer Bergabfahrt eine starke Erwärmung der Bremsflüssigkeit statt, die dann, wenn sie zur Dampfblasenbildung führt, die Funktionsfähigkeit der Bremse beeinträchtigt. Dies gilt nicht nur während der Fahrt, sondern auch nach dem Abstellen des Fahrzeugs. Beim Ausbleiben des kühlenden Fahrtwindes geht die Wärme von den Radbremsbauteilen auf die Bremsflüssigkeit über, sodass sich diese im Bereich der Radbremsen lokal stark erwärmt und die Gefahr der Dampfblasenbildung besteht.

In der DE 103 49 664 A1 wird daher eine hydraulische Bremsanlage für Kraftfahrzeuge vorgeschlagen, bei der die Bremsflüssigkeit durch eine Kreislaufkühlung mittels Rückführleitung wirksam gekühlt werden kann. Der Kreislauf ist durch eine Pumpe aktivierbar. Hierdurch wird im Fahrzeugstillstand die Bremsflüssigkeit im Kreislauf gekühlt und der Wärmequelle im Bereich der Radbremse wieder zugeführt, wobei nicht nur die Bremsflüssigkeit sondern auch der die Bremswärme aufnehmende Bereich gekühlt werden und eine schädliche Erwärmung und eine Dampfblasenbildung verhindert oder wenigsten vermindert werden. Es kann ein Sensor zur Ermittlung der Temperatur im Bereich der Radbremse oder der Temperatur der Bremsflüssigkeit vorgesehen sein, dessen Messwerte zu einer Steuereinrichtung übertragbar sind, wobei die Steuereinrichtung den Kreislauf bei einem Anstieg der Temperatur über einen bestimmten Temperaturwert aktiviert und bei einem Abfall unter einen bestimmten Temperaturwert abschaltet.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren des Patentanspruchs 1 wird nun eine weitere Möglichkeit zur Dampfblasenvermeidung aufgezeigt, die keine Rückführleitung benötigt. Mit nebengeordneten Patentansprüchen erstreckt sich die Erfindung auch auf eine hydraulische Kraftfahrzeugbremsanlage bzw. auf eine hydraulische Bremsanlage für ein Kraftfahrzeug sowie

auf ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein Personenkraftwagens (PKW) oder ein leichtes Nutzfahrzeug (z. B. Transporter), das eine solche hydraulische Kraftfahrzeugbremsanlage aufweist. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich analog für alle Erfindungsgegenstände aus den abhängigen Patentansprüchen, der nachfolgenden Erfindungsbeschreibung und auch aus den Figuren der Zeichnung.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur präventiven Dampfblasenvermeidung in der hydraulischen Kraftfahrzeugbremsanlage eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines Personenkraftwagens (PKW) oder eines leichten Nutzfahrzeugs, welche

- vordere Radbremsen und hintere Radbremsen;
- einen Hauptbremszylinder,
- ein Fahrdynamikregelungsmodul mit Steuerventilen; sowie
- hydraulische Bremsdruckleitungen mit denen die Radbremsen, insbesondere einzeln, am Fahrdynamikregelungsmodul angeschlossen sind;

aufweist, ist dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Abstellen des Kraftfahrzeugs im Fahrzeugstillstand die Steuerventile des Fahrdynamikregelungsmoduls geöffnet werden und in Intervallen (Druckintervallen) ein hydraulischer Druck erzeugt und dadurch Bremsflüssigkeit in Richtung der Radbremsen gefördert wird, wobei die Bremsflüssigkeit in den Intervallpausen (d. h. zwischen den Druckintervallen) zurückfließt, sodass in den Bremsdruckleitungen eine Durchmischung von warmer und kühler oder zumindest kühlerer Bremsflüssigkeit erfolgt und dadurch (präventiv) eine Dampfblasenbildung vermieden wird.

Bevorzugt ist eine automatische Verfahrenssteuerung vorgesehen, insbesondere mithilfe eines entsprechend ausgebildeten Steuergeräts, das das Steuergerät des Fahrdynamikregelungsmoduls und/oder das Steuergerät eines elektromechanischen Bremskraftverstärkers sein kann. Bevorzugt wird das Verfahren nur bei unbetätigtem Bremspedal ausgeführt. Dies kann abgefragt und in der Verfahrenssteuerung berücksichtigt werden.

Das Fahrdynamikregelungsmodul ist die zentrale Einrichtung einer Fahrdynamikregelung (ESC), womit Radbremsdrücke gezielt abgesenkt und/oder aufgebaut werden können. Im Weiteren wird auf entsprechende Fachliteratur verwiesen. Die Steuerventile des Fahrdynamikregelungsmoduls sind typischerweise den einzelnen hydraulischen Bremsdruckleitungen, die zu den Radbremsen führen, vorgeschaltet und ermöglichen eine fahrsituationsabhängigen Steuerung des Bremsdrucks an jeder Radbremse.

Erfindungsgemäß werden je nach dem die Steuerventile zu den vorderen Radbremsen und/oder zu den hinteren Radbremsen geöffnet, sodass intervallweise bzw. zyklisch ein vergleichsweise kühles oder kühleres Bremsflüssigkeitsvolumen zu den Radbremsen gedrückt bzw. verschoben werden kann, welches sich dann innerhalb der betreffenden Bremsdruckleitungen mit der bereits in den Bremsdruckleitungen befindlichen und vergleichsweise warmen bzw. wärmeren Bremsflüssigkeit vermischt. Der in Intervallen erzeugte hydraulische Druck kann z. B. 20 bar bis 30 bar betragen, kann aber auch niedriger oder höher sein. In den Intervallpausen kann (bei geöffneten Steuerventilen) ein entsprechendes Bremsflüssigkeitsvolumen zurückfließen. Der Rückfluss erfolgt bspw. in einen Ausgleichsbehälter am Fahrdynamikregelungsmodul oder am Hauptbremszylinder. Auf diese Weise findet innerhalb der Bremsdruckleitungen quasi ein sukzessiver Wärmetausch statt. Obwohl mitunter nur vergleichsweise kleine Bremsflüssigkeitsvolumen verschoben werden, kann das sogenannte Nachheizen (d. h. der von den Radbremsbauteilen verursachte Wärmeeintrag in die Bremsflüssigkeit) kompensiert und eine lokale Überhitzungen verhindert werden. Bei abgestelltem Kraftfahrzeug wird die Bildung von Dampfblasen präventiv, d. h. im Vorhinein, vermieden.

Die Steuerung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt bevorzugt mithilfe eines Temperaturmodells. Sozusagen basiert die Verfahrenssteuerung auf einem Temperaturmodell. Damit ist insbesondere gemeint, dass nach dem Abstellen des Kraftfahrzeugs die tatsächliche Temperatur der Bremsflüssigkeit im Bereich der Radbremsen nicht gemessen, sondern durch Anwendung eines Algorithmus und/oder einer Simulation, vorzugsweise unter Zuhilfenahme einer Computereinrichtung oder dergleichen, ermittelt wird. Das Temperaturmodell kann als Software ausgebildet und Bestandteil des Steuergeräts sein.

Bevorzugt werden bei der Verfahrenssteuerung vorausgehende Fahrzustände (vor dem Abstellen des Kraftfahrzeugs) berücksichtigt bzw. einbezogen. Solche als kritisch zu bezeichnende Fahrzustände sind insbesondere eine sportliche Fahrweise mit vielen aufeinanderfolgenden Bremsvorgängen und/oder einer längere (mehrminütige) Bergabfahrt mit vielen Bremsvorgängen. Derartige Fahrzustände können in einem Temperaturmodell (s. o.) entsprechend berücksichtigt sein. Insbesondere ist vorgesehen, dass das erfindungsgemäße Verfahren nur dann ausgeführt wird, wenn kritische Fahrzustände vorausgegangen sind.

Beim Abstellen des Kraftfahrzeugs kann eine (geeignete) Zeitspanne ermittelt werden, innerhalb derer das Verfahren nach dem Abstellen des Kraftfahrzeugs ausgeführt wird. D. h., nach dem Abstellen des Kraftfahrzeugs wird das erfindungsgemäße Verfahren automatisch nur

über einen zuvor bestimmten Zeitraum ausgeführt. Bevorzugt beträgt die geeignete Zeitspanne 5 Minuten bis 15 Minuten, kann aber auch kürzer oder länger sein, und liegt damit unterhalb einer für das Nachheizen kritischen Zeitspanne von ca. 20 Minuten, da durch das erfindungsgemäße Verfahren der kritische Nachheizzeitraum deutlich verkürzt wird. Die Umgebungstemperatur kann gemessen und berücksichtigt werden, derart, dass sich die Zeitspanne bei niedrigeren Umgebungstemperaturen verkürzt. Eine geeignete Zeitspanne wird bevorzugt mithilfe eines Temperaturmodells (s. o.) ermittelt.

Beim Abstellen des Kraftfahrzeugs kann auch eine (geeignete) Anzahl von Intervallen (Druckintervallen) ermittelt werden, die nach dem Abstellen des Kraftfahrzeugs ausgeführt werden. D. h., nach dem Abstellen des Kraftfahrzeugs wird automatisch eine zuvor bestimmte Anzahl von Intervallen (Druckintervallen) und Pausen (Druckentlastungen) zyklisch ausgeführt. Bspw. können 20 bis 50 Intervalle vorgesehen sein, wobei auch weniger oder mehr Intervalle vorgesehen sein können. Die Umgebungstemperatur kann gemessen und berücksichtigt werden, insbesondere derart, dass sich die Intervallanzahl bei niedrigeren Umgebungstemperaturen verringert und/oder bei höheren Umgebungstemperaturen erhöht. Eine geeignete Intervallanzahl wird bevorzugt mithilfe eines Temperaturmodells (s. o.) ermittelt.

Für die Druckerzeugung, d. h. für das intervallweise Erzeugen des hydraulischen Drucks, kann eine zum Fahrdynamikregelungsmodul gehörende Pumpe verwendet werden. Für die Druckerzeugung kann auch ein elektromechanischer Bremskraftverstärker (eBKV), der insbesondere am Hauptbremszylinder angeordnet bzw. baulicher Bestandteil des Hauptbremszylinders ist, verwendet werden.

Eine erfindungsgemäße hydraulische Kraftfahrzeugbremsanlage für ein bzw. an einem Kraftfahrzeug umfasst zumindest folgende Komponenten:

- vordere Radbremsen und hintere Radbremsen;
- einen Hauptbremszylinder, der insbesondere einen elektromechanischen Bremskraftverstärker (eBKV) aufweist;
- ein Fahrdynamikregelungsmodul (ESC) mit Steuerventilen;
- hydraulische Bremsdruckleitungen mit denen die Radbremsen am Fahrdynamikregelungsmodul angeschlossen sind; und
- ein Steuergerät, wobei dies insbesondere das Steuergerät des Fahrdynamikregelungsmoduls und/oder das Steuergerät des elektromechanischen Bremskraftverstärkers ist, welches die Kraftfahrzeugbremsanlage derart steuert, dass nach dem Abstellen des Kraftfahrzeugs im Fahrzeugstillstand die Steuerventile des Fahrdynamikregelungsmoduls geöffnet werden und in

Intervallen ein hydraulischer Druck erzeugt und dadurch Bremsflüssigkeit in Richtung der Radbremsen gefördert wird, welche in den Intervallpausen zurückfließt, sodass in den Bremsdruckleitungen eine Durchmischung von warmer und kühler bzw. kühlerer Bremsflüssigkeit erfolgt und dadurch (präventiv) eine Dampfblasenbildung vermieden wird.

Die Erfindung wird nachfolgend beispielhaft und in nicht einschränkender Weise mit Bezug auf die Figuren der Zeichnung näher erläutert. Die in den Figuren gezeigten und/oder nachfolgend erläuterten Merkmale können, auch unabhängig von konkreten Merkmalskombinationen, allgemeine Merkmale der Erfindung sein und die Erfindung entsprechend weiterbilden.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer hydraulischen Kraftfahrzeugbremsanlage.

Fig. 2 zeigt in einem Ablaufplan einen möglichen Verfahrensablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Kraftfahrzeugbremsanlage 100, die beispielhaft zwei hydraulisch betätigte Scheibenbremsen 110 an der Vorderachse VA des Kraftfahrzeugs und zwei hydraulisch betätigte Trommelbremsen 120 an der Hinterachse HA des Kraftfahrzeugs aufweist. Die Kraftfahrzeugbremsanlage 100 weist ferner ein Bremspedal 130 und einen Hauptbremszylinder 140 mit einem elektromechanischen Bremskraftverstärker (eBKV) 150 auf. Zur Kraftfahrzeugbremsanlage 100 gehört ferner auch ein Fahrdynamikregelungsmodul (ESC-Modul) 160 mit mehreren Steuerventilen 161, mehreren Absperrventilen 162, einer Pumpe 163 und einem Steuergerät 164. Die Radbremsen 110, 120 sind über hydraulische Bremsdruckleitungen 170 einzeln am Fahrdynamikregelungsmodul 160 angeschlossen und können über die vorgeschalteten Steuerventile 161 geöffnet und geschlossen werden.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass nach dem Abstellen des Kraftfahrzeugs im Fahrzeugstillstand die Steuerventile 161 des Fahrdynamikregelungsmoduls 160 geöffnet werden und in Intervallen mit der Pumpe 164 des Fahrdynamikregelungsmoduls 160 oder mit dem elektromechanischen Bremskraftverstärker 150 ein hydraulischer Druck erzeugt und dadurch Bremsflüssigkeit in Richtung der Radbremsen 110, 120 gefördert wird. Die Bremsflüssigkeit fließt in den Intervallpausen zurück, sodass in den Bremsdruckleitungen 170 sukzessive eine Durchmischung von warmer und kühler Bremsflüssigkeit erfolgt und dadurch, insbesondere im Bereich der Radbremsen 110, 120, eine Dampfblasenbildung vermieden wird. Währenddessen sind die Absperrventile 162 geschlossen.

Fig. 2 veranschaulicht einen möglichen Verfahrensablauf. Nach dem Abstellen des Kraftfahrzeugs wird der Programmablauf gestartet (Aktivierung). Das Verfahren wird ausgeführt, falls vorausgehende kritische Fahrzustände erkannt werden. In mehreren Intervallen bzw. Druckintervallen wird nun bei geöffneten Druckventilen 161 und unbetätigtem Bremspedal 130 (bevorzugt wird dies mittels Abfrage erfasst) Bremsflüssigkeit zu den Radbremsen 110, 120 gedrückt, bis eine vorgegebene Intervallanzahl m erreicht ist, was durch einen Zähler n erfasst wird. Sobald die Intervallanzahl m erreicht ist (oder eine vorgegebene Zeitspanne verstrichen ist, wie oben beschrieben) wird das Verfahren beendet (Deaktivierung).

Bezugszeichenliste

100	Kraftfahrzeugbremsanlage
110	Radbremsen
120	Radbremsen
130	Bremspedal
140	Hauptbremszylinder
150	elektromechanischer Bremskraftverstärker
160	Fahrdynamikregelungsmodul
161	Ventile
162	Ventile
163	Pumpe
164	Steuergerät
170	Bremsdruckleitungen
HA	Hinterachse
VA	Vorderachse
m	Anzahl
n	Zähler

Patentansprüche

1. Verfahren zur präventiven Dampfblasenvermeidung in einer hydraulischen Kraftfahrzeugbremsanlage (100) eines Kraftfahrzeugs, mit
 - vorderen Radbremsen (110) und hinteren Radbremsen (120);
 - einem Hauptbremszylinder (140),
 - einem Fahrdynamikregelungsmodul (160) mit Steuerventilen (161); sowie
 - hydraulischen Bremsdruckleitungen (170) mit denen die Radbremsen (110, 120) am Fahrdynamikregelungsmodul (160) angeschlossen sind;**dadurch gekennzeichnet, dass**

nach dem Abstellen des Kraftfahrzeugs im Fahrzeugstillstand die Steuerventile (161) des Fahrdynamikregelungsmoduls (160) geöffnet werden und in Intervallen ein hydraulischer Druck erzeugt und dadurch Bremsflüssigkeit in Richtung der Radbremsen (110, 120) gefördert wird, welche in den Intervallpausen zurückfließt, sodass in den Bremsdruckleitungen (170) eine Durchmischung von warmer und kühler Bremsflüssigkeit erfolgt und dadurch eine Dampfblasenbildung vermieden wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Verfahrenssteuerung mithilfe eines Temperaturmodells erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass

bei der Verfahrenssteuerung vorausgehende Fahrzustände, insbesondere eine sportliche Fahrweise und/oder eine längere Bergabfahrt, berücksichtigt werden.
4. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass

eine Zeitspanne ermittelt wird, innerhalb der das Verfahren nach dem Abstellen des Kraftfahrzeugs ausgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass

eine Anzahl (m) von Intervallen ermittelt wird, die nach dem Abstellen des Kraftfahrzeugs ausgeführt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
bei der Ermittlung einer Zeitspanne oder bei der Ermittlung einer Anzahl (m) von Intervallen die Umgebungstemperatur berücksichtigt wird.
7. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
für die Druckerzeugung eine zum Fahrdynamikregelungsmodul (160) gehörende Pumpe (163) verwendet wird.
8. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
für die Druckerzeugung ein elektromechanischer Bremskraftverstärker (150) verwendet wird.
9. Hydraulische Kraftfahrzeugbremsanlage (100) für ein Kraftfahrzeug, mit:
 - vorderen Radbremsen (110) und hinteren Radbremsen (120);
 - einem Hauptbremszylinder (140), der insbesondere einen elektromechanischen Bremskraftverstärker (150) aufweist;
 - einem Fahrdynamikregelungsmodul (160) mit Steuerventilen (161);
 - hydraulischen Bremsdruckleitungen (170) mit denen die Radbremsen (110, 120) am Fahrdynamikregelungsmodul (160) angeschlossen sind; und
 - einem Steuergerät (164), welches die Kraftfahrzeugbremsanlage (100) derart steuert, dass nach dem Abstellen des Kraftfahrzeugs im Fahrzeugstillstand die Steuerventile (161) des Fahrdynamikregelungsmoduls (160) geöffnet werden und in Intervallen ein hydraulischer Druck erzeugt und dadurch Bremsflüssigkeit in Richtung der Radbremsen (110, 120) gefördert wird, welche in den Intervallpausen zurückfließt, sodass in den Bremsdruckleitungen (170) eine Durchmischung von warmer und kühler Bremsflüssigkeit erfolgt und dadurch eine Dampfblasenbildung vermieden wird.
10. Kraftfahrzeug, insbesondere Personenkraftwagens oder leichtes Nutzfahrzeug, mit einer hydraulischen Kraftfahrzeugbremsanlage (100) gemäß Anspruch 9.

Zusammenfassung

Verfahren zur präventiven Dampfblasenvermeidung in einer hydraulischen Kraftfahrzeugbremsanlage und hydraulische Kraftfahrzeugbremsanlage

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur präventiven Dampfblasenvermeidung in einer hydraulischen Kraftfahrzeugbremsanlage (100) eines Kraftfahrzeugs, mit

- vorderen Radbremsen (110) und hinteren Radbremsen (120);
- einem Hauptbremszylinder (140),
- einem Fahrdynamikregelungsmodul (160) mit Steuerventilen (161); sowie
- hydraulischen Bremsdruckleitungen (170) mit denen die Radbremsen (110, 120) am Fahrdynamikregelungsmodul (160) angeschlossen sind.

Das Verfahren sieht vor, dass nach dem Abstellen des Kraftfahrzeugs im Fahrzeugstillstand die Steuerventile (161) des Fahrdynamikregelungsmoduls (160) geöffnet werden und in Intervallen ein hydraulischer Druck erzeugt und dadurch Bremsflüssigkeit in Richtung der Radbremsen (110, 120) gefördert wird, welche in den Intervallpausen zurückfließt, sodass in den Bremsdruckleitungen (170) eine Durchmischung von warmer und kühler Bremsflüssigkeit erfolgt und dadurch eine Dampfblasenbildung vermieden wird.

Die Erfindung betrifft ferner eine entsprechende Kraftfahrzeugbremsanlage (100), sowie auch ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Kraftfahrzeugbremsanlage (100).

Fig. 1

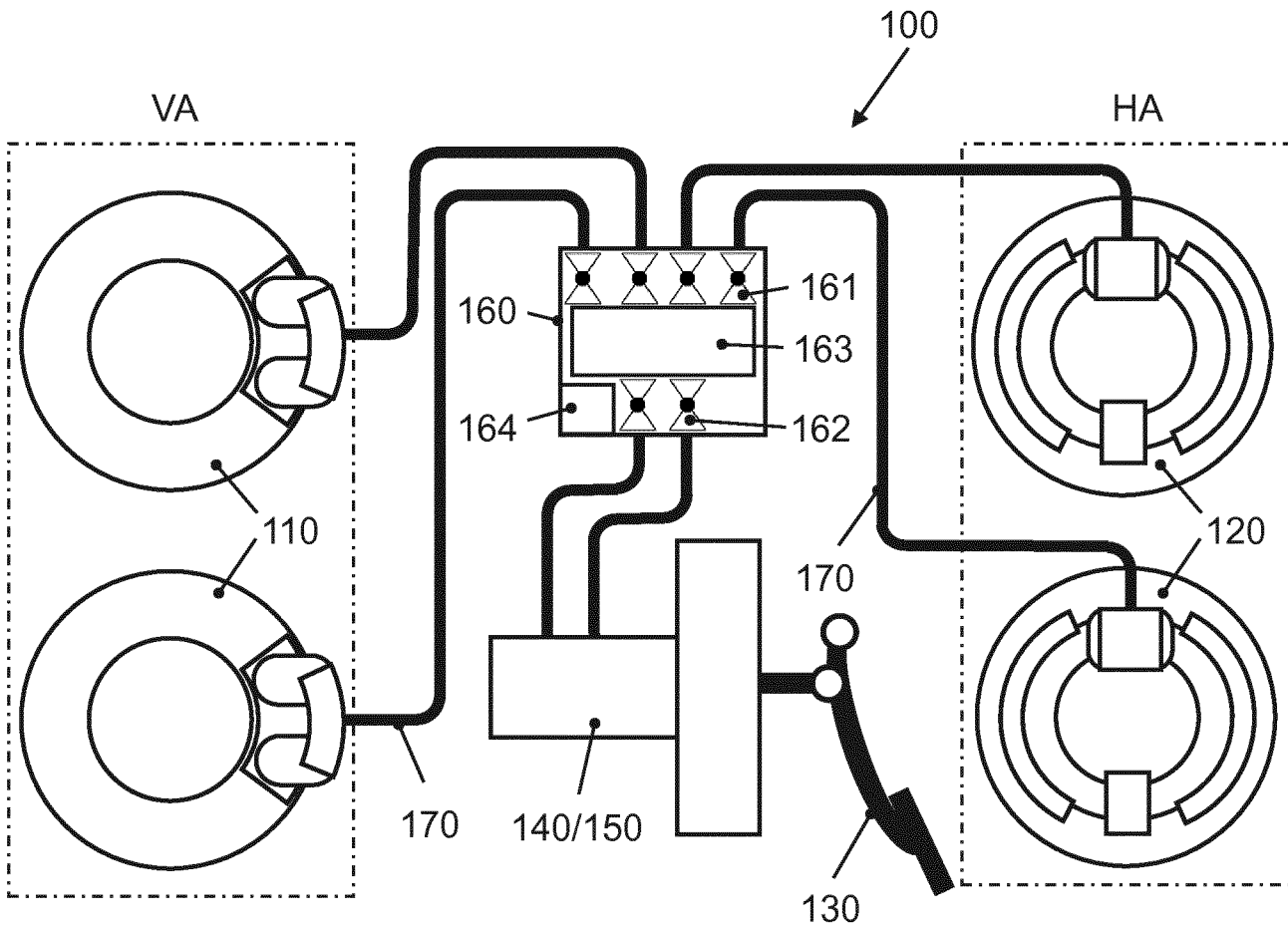


Fig. 1

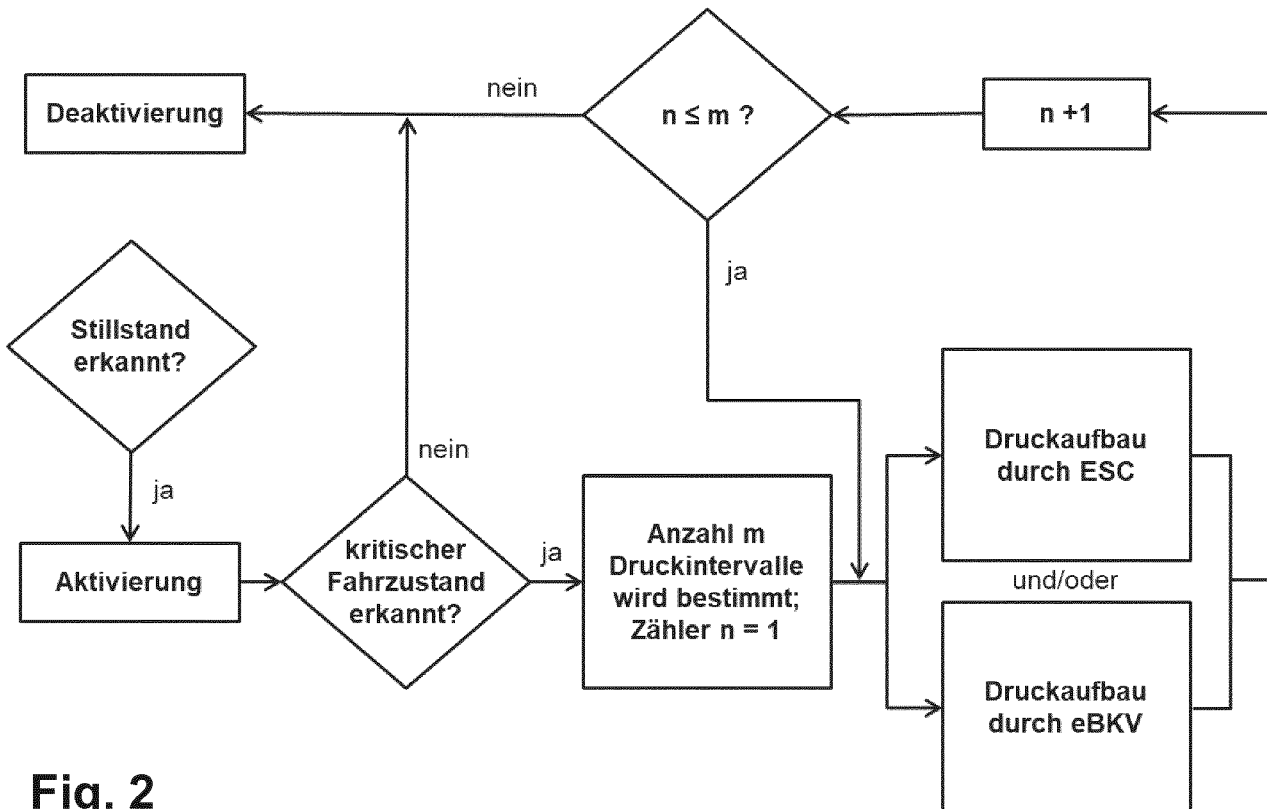


Fig. 2