



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 220 178.5**

(22) Anmeldetag: **06.11.2012**

(43) Offenlegungstag: **01.08.2013**

(51) Int Cl.: **F16D 48/10 (2012.01)**

(66) Innere Priorität:
10 2012 201 105.6 26.01.2012

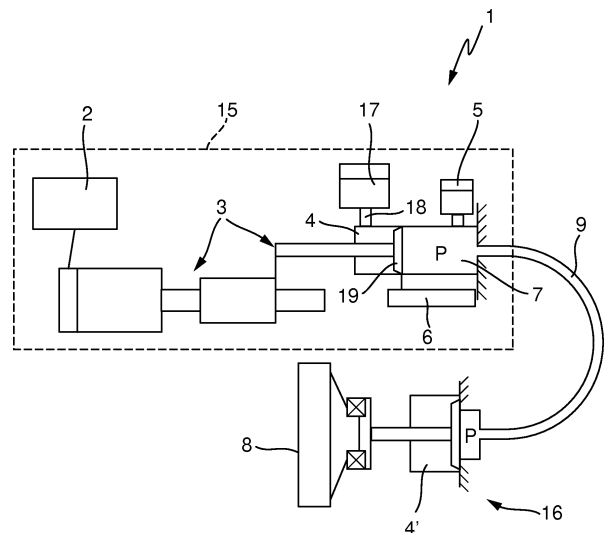
(71) Anmelder:
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074,
Herzogenaurach, DE**

(72) Erfinder:
**Essig, Thorsten, 76571, Gaggenau, DE;
Moosheimer, Johannes, 77815, Bühl, DE; Reibold,
Ekkehard, Dr., 77933, Lahr, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Fehlerdetektierung in einem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Fehlerdetektierung in einem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem sowie in einer damit betätigten Reibungskupplung, wobei das hydraulische Kupplungsbetätigungssystem einen von einem Steuergerät mittels eines Aktors betätigbaren Kolben in einem Zylinder mit einem Druckmittel, einen ersten Sensor zur Erfassung des Drucks des Druckmittels und einen zweiten Sensor zur Erfassung der Position des Aktors entlang eines Aktorweges aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Erfindung dient der Steuerung eines hydrostatischen Betätigungssystems insbesondere eines hydrostatischen Kupplungsbetätigungssystems in einem automatisierten Schaltgetriebe insbesondere in einem Doppelkupplungsgetriebe.

[0003] Hydrostatische Kupplungssysteme sind mit einer Kupplungsaktorik ausgeführt, die einen Drucksensor sowie einen Wegsensor aufweist, dies ist beispielsweise in [Fig. 1](#), in der DE 10 2010 047 800 A1 sowie der DE 10 2010 047 801 A1 dargestellt. Bei der Kupplungsaktorik handelt es sich um einen so genannten hydrostatischen Kupplungsaktor HCA (Hydrostatic Clutch Actuator). Unter einem derartigen Hydrostataktor ist ein Aktor mit einer hydrostatischen Übertragungsstrecke, beispielsweise einer Druckleitung mit Hydraulikflüssigkeit, zu verstehen. Der Druck in der Druckleitung wird durch den Drucksensor erfasst. Soll durch den Hydrostataktor ein damit verbundenes Element bewegt werden, wird in der Übertragungsstrecke bzw. der Druckleitung Hydraulikflüssigkeit bewegt, beispielsweise verursacht durch einen Geberzylinder, der einen Nehmerzylinder, gekoppelt durch die Hydraulikflüssigkeit, bewegt. Soll das Element seine Position halten, so ruht die Hydraulikflüssigkeit in der Übertragungsstrecke, sodass ein hydrostatischer Zustand der Hydraulikflüssigkeit, der diesem Aktor seinen Namen gibt, vorliegt.

[0004] Für die Betätigung von Kupplungen, insbesondere Doppelkupplungssystemen, wird der hydrostatische Kupplungsaktor HCA als Ausrücksystem eingesetzt. Dieser besteht aus einem Kolben, der über entsprechende mechanische Verbindungen von einem Elektromotor angesteuert wird und das Ausrücksystem der Kupplung über eine hydraulische Strecke betätigt. Bei den Kupplungen handelt es sich üblicherweise um – mittels Federvorrichtung ohne Hilfe des Kupplungsaktors – selbstöffnende Kupplungen (normaly open clutch) während sie mittels des HCA gegen die Federkraft der Federvorrichtung geschlossen werden. Der HCA ist – wie bereits oben ausgeführt – ausgestattet mit einem internen Wegsensor zur Erfassung des Aktorweges sowie einem internen Drucksensor zur Erfassung des Druckes in der hydraulischen Strecke.

[0005] Das hydrostatische Ausrücksystem ist mit einer hinreichend großen Aktor-Wegreserve versehen, um eine Betätigung der nicht selbsttätig nachstellbaren Kupplung über die gesamte Lebensdauer zu garantieren. Kupplungsverschleiß und/oder eine Leckage im hydrostatischen System führen zu einer Abweichung zwischen dem geforderten Kupplungsmo-

ment und dem tatsächlich übertragbaren Kupplungsmoment; je nach Ursache muss in der Werkstatt entweder die Leckage im hydrostatischen System behoben oder die verschlissenen Kupplungsteile ausgetauscht werden. Aktuell gibt es bei HCA-Systemen keine Methode den Verschleiß der Kupplung bzw. das Versagen der hydraulischen Kopplung, also einer Leckage zwischen Kupplungsaktor und Kupplungseinrückvorrichtung zu erkennen. Auch wird nicht zwischen den beiden Fehlermöglichkeiten differenziert. Für den Fahrer ist nur die Folge, also ein Nichteinhalten des geforderten Kupplungsmomentes, spürbar.

[0006] Die Fehlersuche in der Werkstatt ist mit großem Aufwand verbunden. Es existiert kein Fehlerspeichereintrag. Im Falle eines Kupplungsdefekts sind andere Reparaturmaßnahmen einzuleiten als bei einem Defekt der hydraulischen Strecke.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Erfassung und Differenzierung der Fehlerursachen im Falle eines Kupplungsdefekts zu ermöglichen. Es wird nach einer Lösung gesucht, die eine Detektierung von vorzeitigem Kupplungsverschleiß sowie die Erkennung einer Leckage im Kupplungssystem sowie die Differenzierung zwischen diesen beiden Fehlermöglichkeiten erlaubt, um die Fehleranalyse in der Werkstatt zu erleichtern.

[0008] Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0009] Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zur Fehlerdetektierung in einem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem sowie in einer damit betätigten Reibungskupplung vorgesehen, wobei das hydraulische Kupplungsbetätigungssystem einen von einem Steuergerät mittels eines Aktors betätigbaren Kolben in einem Zylinder mit einem Druckmittel, einen ersten Sensor zur Erfassung des Drucks des Druckmittels und einen zweiten Sensor zur Erfassung der Position des Aktors entlang eines Aktorweges aufweist. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass auf einen Fehler in dem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem oder in der damit betätigten Reibungskupplung erkannt wird, wenn eine oder mehrere der folgenden Bedingungen erfüllt ist oder sind:

- der Druck des Druckmittels an einer vorgegebenen Position des Aktors ist kleiner als ein vorgegebener Mindestdruckgrenzwert,
- die Strecke zwischen der Position des aktuellen Tastpunkts der Kupplung sowie einer vorgegebenen Position auf dem Aktorweg ist kleiner als ein vorgegebener Positions-differenzgrenzwert,
- die Änderungsgeschwindigkeit der, innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums der mit dem Zeitpunkt der letzten Ermittlung endet, ermittelten Werte für den Tastpunkt der Kupplung ist größer als ein vorgegebener Tastpunktänderungsgeschwindigkeitsgrenzwert, wobei die Änderungs-

geschwindigkeit des Tastpunkts der zeitliche Gradient des zeitlichen Verlaufs der ermittelten Werte für den Tastpunkt ist,

- die Motordrehzahl überschreitet die Summe aus einer Ausgangsdrehzahl und einem vorgegebenen Motordrehzahlgrenzwert wenn das Kupplungsmoment von einem vorgegebenen Ausgangskupplungssollmoment zu einem anderen vorgegebenen Kupplungssollmoment erhöht wird,
- wenn die Änderungsgeschwindigkeit der, innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums, der mit dem Zeitpunkt der letzten Ermittlung endet, ermittelten Werte für den Reibwert der Kupplung einen vorgegebenen Reibwertänderungsgeschwindigkeitsgrenzwert übersteigt, wobei die Änderungsgeschwindigkeit des Reibwerts der zeitliche Gradient des zeitlichen Verlaufs der ermittelten Werte für den Reibwert ist.

[0010] Auf diese Weise kann vorteilhafterweise ein Fehler in dem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem, nämlich eine Leckage des hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem und/oder ein Fehler in der Reibungskupplung nämlich ein Kupplungsbelagverschleiß erkannt werden.

[0011] Die einzelnen Bedingungen stellen Alternativen zueinander dar. Das erfindungsgemäße Verfahren sieht nicht nur vor sämtliche Alternativen nacheinander auszuführen, sondern wird in einer besonders bevorzugten Ausführungsform vorteilhafterweise mit nur einer einzigen Bedingung oder mehreren Bedingungen ausgeführt. Die bevorzugteste Bedingung oder die bevorzugtesten Bedingungen auszuwählen bleibt dem Fachmann unter Berücksichtigung des technischen Einzelfalls überlassen.

[0012] In eine weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass auf einen Fehler in dem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem erkannt wird, wenn ein zeitlicher Druckabfall bei konstanter Aktorposition größer ist als ein vorgegebener Druckabfallgrenzwert.

[0013] Auf diese Weise kann vorteilhafterweise ein Fehler in dem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem, nämlich eine Leckage erkannt werden.

[0014] In eine weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass auf einen Fehler in dem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem erkannt wird, wenn eine oder mehrere der folgenden Bedingungen erfüllt ist oder sind:

- ein zeitlicher Druckabfall an der vorgegebenen Position des Aktors bei konstanter Aktorposition ist größer als ein vorgegebener Leckage-Druckabfallgrenzwert,

- die zeitliche Veränderung der Strecke zwischen dem im Laufe der Zeit jeweils aktuellen Tastpunkt (**130, 160**) der Kupplung (**8**) sowie einer vorgegebenen Position auf dem Aktorweg ist größer als ein vorgegebener Leckage-Positionsänderungsgrenzwert (**210**), wobei die Änderungsgeschwindigkeit des Tastpunkts der zeitliche Gradient des zeitlichen Verlaufs der ermittelten Werte für den Tastpunkt ist,

- die Änderungsgeschwindigkeit der, innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums, der mit dem Zeitpunkt der letzten Ermittlung endet, ermittelten Werte für den Tastpunkt der Kupplung ist größer als ein vorgegebener Leckage-Tastpunktänderungsgeschwindigkeitsgrenzwert.

[0015] Auf diese Weise kann vorteilhafterweise ein Fehler in dem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem, nämlich eine Leckage des hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem gemäß jeder einzelnen der Bedingungen erkannt werden und von einem Fehler in der Reibungskupplung nämlich ein Kupplungsbelagverschleiß der gemäß jeder einzelnen der Bedingungen nicht vorliegt unterschieden werden.

[0016] Die einzelnen Bedingungen stellen Alternativen zueinander dar. Das erfindungsgemäße Verfahren sieht nicht nur vor sämtliche Alternativen nacheinander auszuführen, sondern wird in einer besonders bevorzugten Ausführungsform vorteilhafterweise mit nur einer einzigen Bedingung oder mehreren Bedingungen ausgeführt. Die bevorzugteste Bedingung oder die bevorzugtesten Bedingungen auszuwählen bleibt dem Fachmann unter Berücksichtigung des technischen Einzelfalls überlassen.

[0017] In eine weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass auf einen Fehler in der mit dem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem betätigten Reibungskupplung erkannt wird, wenn eine oder mehrere der folgenden Bedingungen erfüllt ist oder sind:

- der Druck des Druckmittels an einer vorgegebenen Position des Aktors ist kleiner als ein vorgegebener Mindestdruckgrenzwert und ein zeitlicher Druckabfall an der vorgegebenen Position des Aktors bei konstanter Aktorposition ist kleiner als ein vorgegebener Leckage-Druckabfallgrenzwert,
- die Strecke zwischen der Position des aktuellen Tastpunkts der Kupplung sowie einer vorgegebenen Position auf dem Aktorweg ist kleiner als ein vorgegebener Positionsänderungsgrenzwert und die zeitliche Veränderung der Strecke zwischen dem im Laufe der Zeit jeweils aktuellen Tastpunkt der Kupplung sowie einer vorgegebenen Position auf dem Aktorweg ist kleiner als ein vorgegebener Leckage-Positionsänderungsgrenzwert, wobei die Änderungsgeschwindigkeit des Tastpunkts der zeitliche Gra-

dient des zeitlichen Verlaufs der ermittelten Werte für den Tastpunkt ist,

- die Änderungsgeschwindigkeit der, innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums der mit dem Zeitpunkt der letzten Ermittlung endet, ermittelten Werte für den Tastpunkt der Kupplung ist größer als ein vorgegebener Tastpunktänderungsgeschwindigkeitsgrenzwert und die Änderungsgeschwindigkeit der, innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums der mit dem Zeitpunkt der letzten Ermittlung endet, ermittelten Werte für den Tastpunkt der Kupplung ist kleiner als ein vorgegebener Leckage-Tastpunktänderungsgeschwindigkeitsgrenzwert.

[0018] Auf diese Weise kann vorteilhafterweise ein Fehler in der Reibungskupplung nämlich ein Kupplungsbelagverschleiß gemäß jeder einzelnen der Bedingungen erkannt werden und von einem Fehler in dem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem, nämlich eine Leckage des hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem der gemäß jeder einzelnen der Bedingungen nicht vorliegt unterschieden werden.

[0019] Die einzelnen Bedingungen stellen Alternativen zueinander dar. Das erfindungsgemäße Verfahren sieht nicht nur vor sämtliche Alternativen nacheinander auszuführen, sondern wird in einer besonders bevorzugten Ausführungsform vorteilhafterweise mit nur einer einzigen Bedingung oder mehreren Bedingungen ausgeführt. Die bevorzugteste Bedingung oder die bevorzugtesten Bedingungen auszuwählen bleibt dem Fachmann unter Berücksichtigung des technischen Einzelfalls überlassen.

[0020] In eine weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die vorgegebene Position auf dem Aktorweg der maximale Aktorweg (**120**) in Richtung Kupplung Schliessen ist.

[0021] In eine weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass nur Tastpunktänderungen zwischen zwei zeitlich aufeinander folgenden Tastpunktermittlungen in Richtung Kupplung Schliessen berücksichtigt werden.

[0022] In eine weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass der vorgegebenen Motordrehzahlgrenzwert in Abhängigkeit von der Ausgangsdrehzahl und/oder der Momentendifferenz zwischen vorgegebenem Kupplungssollmoment und Ausgangskupplungssollmoment ermittelt wird.

[0023] In eine weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass der Leckage-Druckabfallgrenzwert und/

oder der Mindestdruckgrenzwert in Abhängigkeit von der vorgegebenen Position des Aktors ermittelt wird.

[0024] In eine weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass der Tastpunktänderungsgeschwindigkeitsgrenzwert kleiner ist als der Leckage-Tastpunktänderungsgeschwindigkeitsgrenzwert.

[0025] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Figuren sowie deren Beschreibung.

[0026] Es zeigen im Einzelnen:

[0027] **Fig. 1** schematischer Aufbau eines hydrostatischen Kupplungssystems;

[0028] **Fig. 2** Druck-Weg-Kupplungskennlinien anhand derer mehrere Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert werden

[0029] In **Fig. 1** ist schematisch der Aufbau eines hydraulischen Kupplungssystems **1** am Beispiel eines schematisch dargestellten hydraulischen, hydrostatischen Kupplungsaktors (HCA) dargestellt. Das hydraulische Kupplungssystem **1** umfasst auf der Geberseite **15** ein Steuergerät **2**, das einen Aktor **3** ansteuert. Bei einer Lageveränderung des Aktors **3** und des Kolbens **19** im Zylinder **4** entlang des Aktorweges nach rechts wird das Volumen des Zylinders **4** verändert, wodurch ein Druck **P** in dem Zylinder **4** aufgebaut wird, der über ein Druckmittel **7** über eine Hydraulikleitung **9** zur Nehmerseite **16** des hydraulischen Kupplungssystems **1** übertragen wird. Die Hydraulikleitung **9** ist bezüglich ihrer Länge und Form der Bauraumsituation des Fahrzeugs angepasst. Auf der Nehmerseite **16** verursacht der Druck **P** des Druckmittels **7** in einem Zylinder **4'** eine Wegänderung, die auf eine Kupplung **8** übertragen wird um diese zu betätigen. Der Druck **P** in dem Zylinder **4** auf der Geberseite **15** des hydraulischen Kupplungssystems **1** kann mittels eines ersten Sensors **5** ermittelt werden. Bei dem ersten Sensor **5** handelt es sich bevorzugt um einen Drucksensor. Die von dem Aktor **3** zurückgelegte Wegstrecke entlang des Aktorweges wird mittels eines zweiten Sensors **6** ermittelt. In dieser Darstellung ist das hydraulische Kupplungssystem **1** für nur eine Kupplung schematisch dargestellt. Im Fall eines Doppelkupplungssystems wird die zweite Kupplung analog betätigt.

[0030] Durch die hydrostatische Betätigung der Kupplung mittels HCA ergeben sich für die jeweilige Kupplung charakteristische Kupplungskennlinien (Druck- und Momentenkennlinie), die beispielsweise in einem Diagramm über den Aktorweg oder über der anliegenden Kupplungskraft (Druck) dargestellt werden können. Eine Betätigung des Geberkolbens im HCA durch den internen Elektromotor folgt einer

Druckänderung im hydrostatischen System und somit einer Positionsänderung der zu betätigten Kupplung.

[0031] Die charakteristische Kupplungs-Momentenkennlinie spiegelt sich in dem Drucksignal wider, welches mit dem sich in dem HCA befindenden internen Drucksensor messtechnisch erfasst und ausgewertet wird. Ein typischer Druck-Wegkennlinienverlauf einer hydrostatisch betätigten Kupplung ist in Kurve A [Fig. 2](#) dargestellt.

[0032] In [Fig. 2](#) stellt Kurve A eine typische Druck-Weg-Kennlinie einer funktionsfähigen Kupplung bei Raumtemperatur dar. Durch Temperaturerhöhung des sich im hydrostatischen System befindenden Fluids erfährt die Kupplungskennlinie eine Verschiebung zu niedrigeren Aktorpositionen, was durch Kurve B dargestellt ist – das geforderte Kupplungsmoment wird durch die Fluidausdehnung im System bereits bei kleineren Aktorwegen erreicht. Bei einer Leckage im hydrostatischen System und/oder bei vorzeitigem Kupplungsverschleiß wird die charakteristische Druck-Weg-Kennlinie zu höheren Aktorpositionen verschoben, was durch Kurve C dargestellt ist – das vom Fahrer maximal geforderte Kupplungsmoment wird nicht mehr erreicht, was sich spürbar im Fahrverhalten widerspiegelt.

[0033] Zur Detektierung der Fehlerursache „Leckage in der hydrostatischen Strecke“ und/oder „Vorzeitiger Kupplungsverschleiß“ und der Differenzierung zwischen den beiden Fehlerursachen können mehrere Auswerteroutinen in Betracht gezogen werden:

a) Beobachtung des Drucksignals als Funktion des HCA-Aktorwegs bei maximaler Aktorwegstrecke:

[0034] Eine verschlissene Kupplung und/oder eine Leckage im hydrostatischen Ausrücksystem zeichnet sich durch einen verringerten Maximaldruck $P(S_{max})$ **150**, **180** bei maximal möglichem Aktorweg S_{max} **120** aus. Der Druckwert $P(S_{max})$ C **180** einer defekten Kupplung unterschreitet bei dem maximal möglichen Aktorweg S_{max} **120** einen definierten Mindestdruck – einen vorgegebenen Mindestdruckgrenzwert **200** –, hervorgerufen durch austretendes Fluid und/oder einer vorzeitigen Abnutzung der relevanten Kupplungsbauteile. Dagegen wird der definierte Mindestdruck **200** einer funktionsfähigen Kupplung bei S_{max} **120** und auch noch bei kleineren Aktorpositionen als S_{max} vom Drucksignal $P(S_{max})$ A **150** überschritten. Bei Unterschreitung des definierten Mindestdruckes **200** bei maximaler Aktorwegstrecke S_{max} **120** kann folglich von einer defekten Kupplung ausgegangen werden.

b) Beobachtung der Aktorstrecke zwischen Kupplungstastpunkt und maximal mögliche Aktorstrecke:

[0035] Alternativ zu a) kann die Wegstrecke zwischen Kupplungstastpunkt TP **130**, **160** (welcher permanent adaptiert wird) und der maximal möglichen Aktorstrecke S_{max} **120** ausgewertet werden. Bei intakten Kupplungen ist diese Differenzstrecke wesentlich größer (S(TP) A **140**) als bei einer defekten Kupplung (S(TP) C **170**). Analog zu a) kann folglich ein Grenzwert – hier ein Positionsdifferenzgrenzwert **210** – definiert und vorgegeben werden, welcher bei Unterschreitung eine „Leckage in der hydrostatischen Strecke“ und/oder einen „vorzeitigen Kupplungsverschleiß“ charakterisiert und bei Überschreitung auf eine funktionsfähige Kupplung hinweist.

[0036] Die Festlegung beider Grenzwerte – des Mindestdruckgrenzwerts **200** sowie des Positionsdifferenzgrenzwert **210** – muss dem Fachmann unter Berücksichtigung des technischen Einzelfalls insbesondere unter Berücksichtigung der Kupplungsdimensionierung überlassen bleiben.

c) Beobachtung der Tastpunkt-Anpassung unter Berücksichtigung der Änderungsrichtung

[0037] Die Kupplungssteuerung adaptiert den Tastpunkt während der Betriebszeit einer Kupplung, um auf geänderte Betriebsbedingungen wie Temperaturänderungen, Kupplungsverschleiß usw. zu reagieren. Durch Beobachtung der Änderungsgeschwindigkeit dieser Tastpunktadaption unter Berücksichtigung der Änderungsrichtung (Nur Tastpunktänderungen zu höheren Aktorpositionen sind relevant) kann eine defekte Kupplung detektiert werden. Zu große Tastpunkt-Änderungen deuten auf eine „Leckage in der hydrostatischen Strecke“ und/oder auf „vorzeitigen Kupplungsverschleiß“ hin. Verschleiß ist ein Lebensdauerereffekt. Leckage ist ein Kurzfristeffekt.

d) Beobachtung des Drucksignals bei nahezu konstanter Aktorwegstrecke

[0038] Eine weitere Möglichkeit zur Detektierung einer „Leckage in der hydrostatischen Strecke“ bietet die Beobachtung des Drucksignals bei nahezu konstanter Aktorwegstrecke; Im Falle einer Leckage kann ein rascher Druckabfall bei gleichbleibender Aktorposition beobachtet werden – hervorgerufen durch das austretende Fluid im hydrostatischen System. Bei Überschreitung eines definierten maximalen Druckabfall-Wertes bei nahezu konstanter Position muss es sich schließlich um eine Leckage im System handeln.

e) Beobachtung der Motordrehzahl

[0039] Als weitere Messgröße zur Detektierung einer defekten Kupplung kann die Motordrehzahl ausgewertet werden. Bei einer verschlissenen Kupplung oder/und einer Leckage im hydrostatischen System wird das geforderte Kupplungsmoment nicht erreicht und somit das vom Motor zu Verfügung gestellte Moment nicht übertragen, was ein Anstieg bzw. ein „Wegtouren“ der Motordrehzahl zur Folge hat. Überschreitet die Motordrehzahl bei unterschiedlichem Kupplungssoll- und Istmoment einen definierten positiven Drehzahlgrenzwert bezogen auf die Ausgangsdrehzahl, kann von einem defekten Kupplungssystem ausgegangen werden.

f) Beobachtung des Kupplungsreibwerts

[0040] Überschreitet der Kupplungsreibwertänderungsgradient einen Schwellwert, lässt sich damit auf schwere Fehler im Kupplungseinrücksystem schließen.

[0041] Die Auswertemethoden a) bis c) erlauben zusätzlich die Differenzierung zwischen den Fehlerursachen „Leckage im Kupplungssystem“ und „Verschlissene Kupplung“; Schnelle Änderungen der Messgrößen (Maximaldruck bei Smax, Differenzstrecke zwischen Tastpunkt und Smax, Tastpunkt-Adaptionswerte) deuten auf eine Leckage im System hin, während sich eine verschlissene Kupplung deutlich langsamer ankündigt. Durch Berücksichtigung dieser Tatsache bzw. durch Auswertung des Änderungsgradienten der relevanten Messgröße kann folglich eine Aussage über die Fehlerursache getroffen werden.

[0042] Durch Auswertung diverser Messgrößen (Drucksignal, Wegsignal, Motordrehzahl) bzw. Bewertung von Kupplungsbetätigungssystem-Modellparametern (Tastpunktwerte, Reibwert) kann zwischen einer funktionsfähigen und einer defekten Kupplung unterschieden werden. Unter Berücksichtigung der Messgrößen-Historie (Änderungsgradienten) kann zwischen der Fehlerursache „Leckage im Kupplungssystem“ und „Verschlissene Kupplung“ differenziert werden und somit die Fehleranalyse in der Werkstatt erleichtert werden.

16	Nehmerseite
17	Ausgleichsbehälter
18	Schnüffelöffnung
19	Kolben
A	Druck-Weg-Kennlinie „Funktionsfähige Kupplung bei Raumtemperatur“
B	Druck-Weg-Kennlinie „Funktionsfähige Kupplung bei erhöhter Temperatur“
C	Druck-Weg-Kennlinie „Defekte Kupplung“
100	Druck [bar]
110	Aktorweg [mm]
120	Smax
130	TP A
140	S(TP) A
150	P(Smax) A
160	TP C
170	S(TP) C
180	P(Smax) C
200	Mindestdruckgrenzwert
210	Positionsdifferenzgrenzwert

Bezugszeichenliste

1	Hydraulisches Kupplungssystem
2	Steuergerät
3	Aktor
4, 4'	Zylinder
5	erster Sensor
6	zweiter Sensor
7	Druckmittel
8	Kupplung
9	Hydraulikleitung
15	Geberseite

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 102010047800 A1 [\[0003\]](#)
- DE 102010047801 A1 [\[0003\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Fehlerdetektierung in einem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem (1) sowie in einer damit betätigten Reibungskupplung (8), wobei das hydraulische Kupplungsbetätigungssystem (1) einen von einem Steuergerät (2) mittels eines Aktors (3) betätigbaren Kolben (19) in einem Zylinder (4) mit einem Druckmittel (7), einen ersten Sensor (5) zur Erfassung des Drucks des Druckmittels (7) und einen zweiten Sensor (6) zur Erfassung der Position des Aktors (3) entlang eines Aktorweges aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf einen Fehler in dem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem (1) oder in der damit betätigten Reibungskupplung (8) erkannt wird, wenn eine oder mehrere der folgenden Bedingungen erfüllt ist oder sind:

- der Druck des Druckmittels (7) an einer vorgegebenen Position des Aktors (3) ist kleiner als ein vorgegebener Mindestdruckgrenzwert (200),
- die Strecke zwischen der Position des aktuellen Tastpunkts (130, 160) der Kupplung (8) sowie einer vorgegebenen Position auf dem Aktorweg ist kleiner als ein vorgegebener Positionsdifferenzgrenzwert (210),
- die Änderungsgeschwindigkeit der, innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums der mit dem Zeitpunkt der letzten Ermittlung endet, ermittelten Werte für den Tastpunkt der Kupplung ist größer als ein vorgegebener Tastpunktänderungsgeschwindigkeitsgrenzwert,
- die Motordrehzahl überschreitet die Summe aus einer Ausgangsdrehzahl und einem vorgegebenen Motordrehzahlgrenzwert wenn das Kupplungsmoment von einem vorgegebenen Ausgangskupplungssollmoment zu einem anderen vorgegebenen Kupplungssollmoment erhöht wird,
- wenn die Änderungsgeschwindigkeit der, innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums, der mit dem Zeitpunkt der letzten Ermittlung endet, ermittelten Werte für den Reibwert der Kupplung einen vorgegebenen Reibwertänderungsgeschwindigkeitsgrenzwert übersteigt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf einen Fehler in dem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem (1) erkannt wird, wenn ein zeitlicher Druckabfall bei konstanter Aktorposition größer ist als ein vorgegebener Druckabfallgrenzwert.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf einen Fehler in dem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem (1) erkannt wird, wenn eine oder mehrere der folgenden Bedingungen erfüllt ist oder sind:

- ein zeitlicher Druckabfall an der vorgegebenen Position des Aktors (3) bei konstanter Aktorposition ist größer als ein vorgegebener Leckage-Druckabfallgrenzwert,

- die zeitliche Veränderung der Strecke zwischen dem im Laufe der Zeit jeweils aktuellen Tastpunkt (130, 160) der Kupplung (8) sowie einer vorgegebenen Position auf dem Aktorweg ist größer als ein vorgegebener Leckage-Positionsdifferenzänderungsgrenzwert (210),
- die Änderungsgeschwindigkeit der, innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums, der mit dem Zeitpunkt der letzten Ermittlung endet, ermittelten Werte für den Tastpunkt der Kupplung ist größer als ein vorgegebener Leckage-Tastpunktänderungsgeschwindigkeitsgrenzwert.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf einen Fehler in der mit dem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem (1) betätigten Reibungskupplung (8) erkannt wird, wenn eine oder mehrere der folgenden Bedingungen erfüllt ist oder sind:

- der Druck des Druckmittels (7) an einer vorgegebenen Position des Aktors (3) ist kleiner als ein vorgegebener Mindestdruckgrenzwert (200) und ein zeitlicher Druckabfall an der vorgegebenen Position des Aktors (3) bei konstanter Aktorposition ist kleiner als ein vorgegebener Leckage-Druckabfallgrenzwert,
- die Strecke zwischen der Position des aktuellen Tastpunkts (130, 160) der Kupplung (8) sowie einer vorgegebenen Position auf dem Aktorweg ist kleiner als ein vorgegebener Positionsdifferenzgrenzwert (210) und die zeitliche Veränderung der Strecke zwischen dem im Laufe der Zeit jeweils aktuellen Tastpunkt (130, 160) der Kupplung (8) sowie einer vorgegebenen Position auf dem Aktorweg ist kleiner als ein vorgegebener Leckage-Positionsdifferenzänderungsgrenzwert (210),
- die Änderungsgeschwindigkeit der, innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums der mit dem Zeitpunkt der letzten Ermittlung endet, ermittelten Werte für den Tastpunkt der Kupplung ist größer als ein vorgegebener Tastpunktänderungsgeschwindigkeitsgrenzwert und die Änderungsgeschwindigkeit der, innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums der mit dem Zeitpunkt der letzten Ermittlung endet, ermittelten Werte für den Tastpunkt der Kupplung ist kleiner als ein vorgegebener Leckage-Tastpunktänderungsgeschwindigkeitsgrenzwert.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Position auf dem Aktorweg der maximale Aktorweg (120) in Richtung Kupplung Schliessen ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass nur Tastpunktänderungen zwischen zwei zeitlich aufeinander folgenden Tastpunktermittlungen in Richtung Kupplung Schliessen berücksichtigt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der vorgegebenen Motordrehzahl-

grenzwert in Abhängigkeit von der Ausgangsdrehzahl und/oder der Momentendifferenz zwischen vorgegebenem Kupplungssollmoment und Ausgangskupplungssollmoment ermittelt wird

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Leckage-Druckabfallgrenzwert und/oder der Mindestdruckgrenzwert (**200**) in Abhängigkeit von der vorgegebenen Position des Aktors (**3**) ermittelt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Tastpunktänderungsgeschwindigkeitsgrenzwert kleiner ist als der Leckage-Tastpunktänderungsgeschwindigkeitsgrenzwert.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

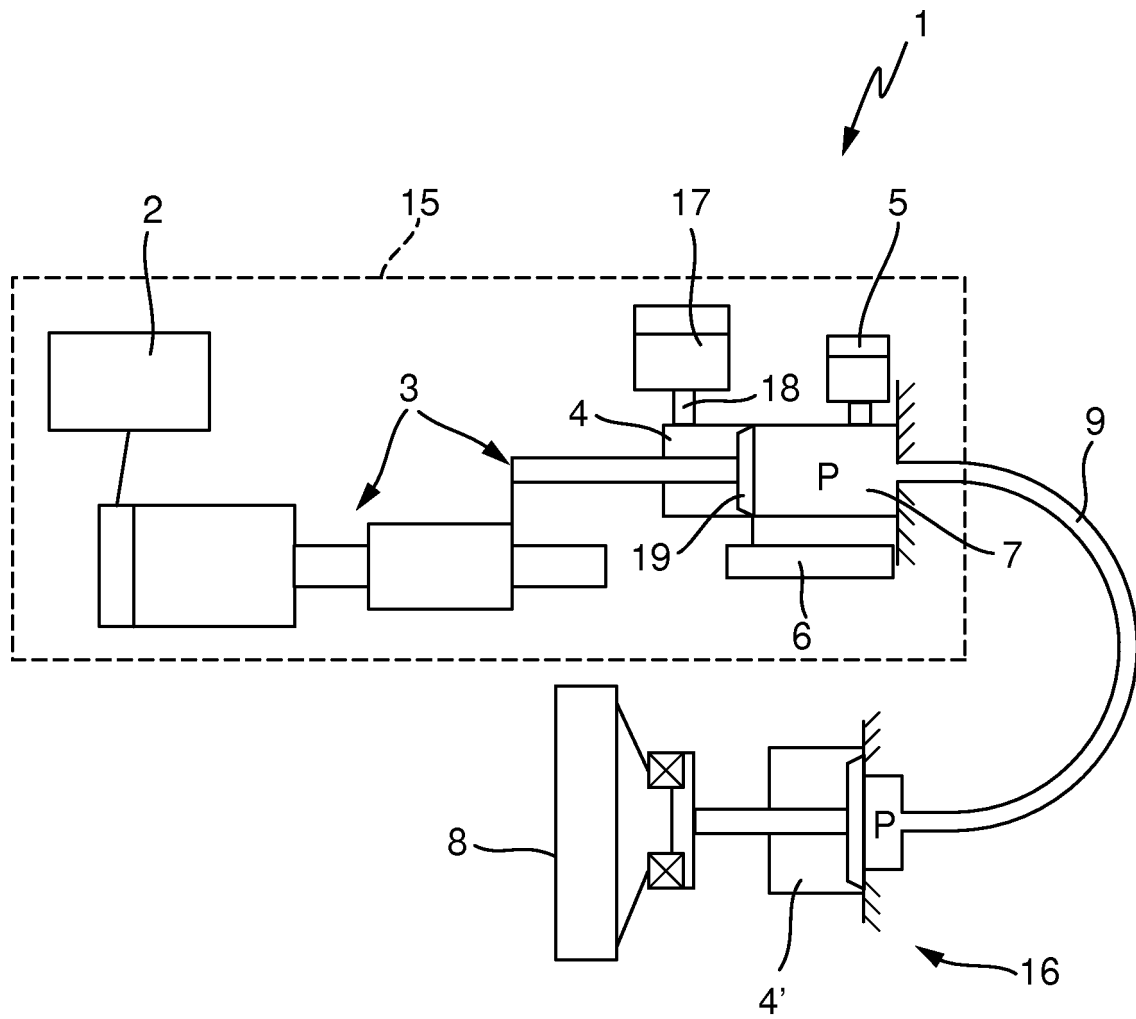


Fig. 1

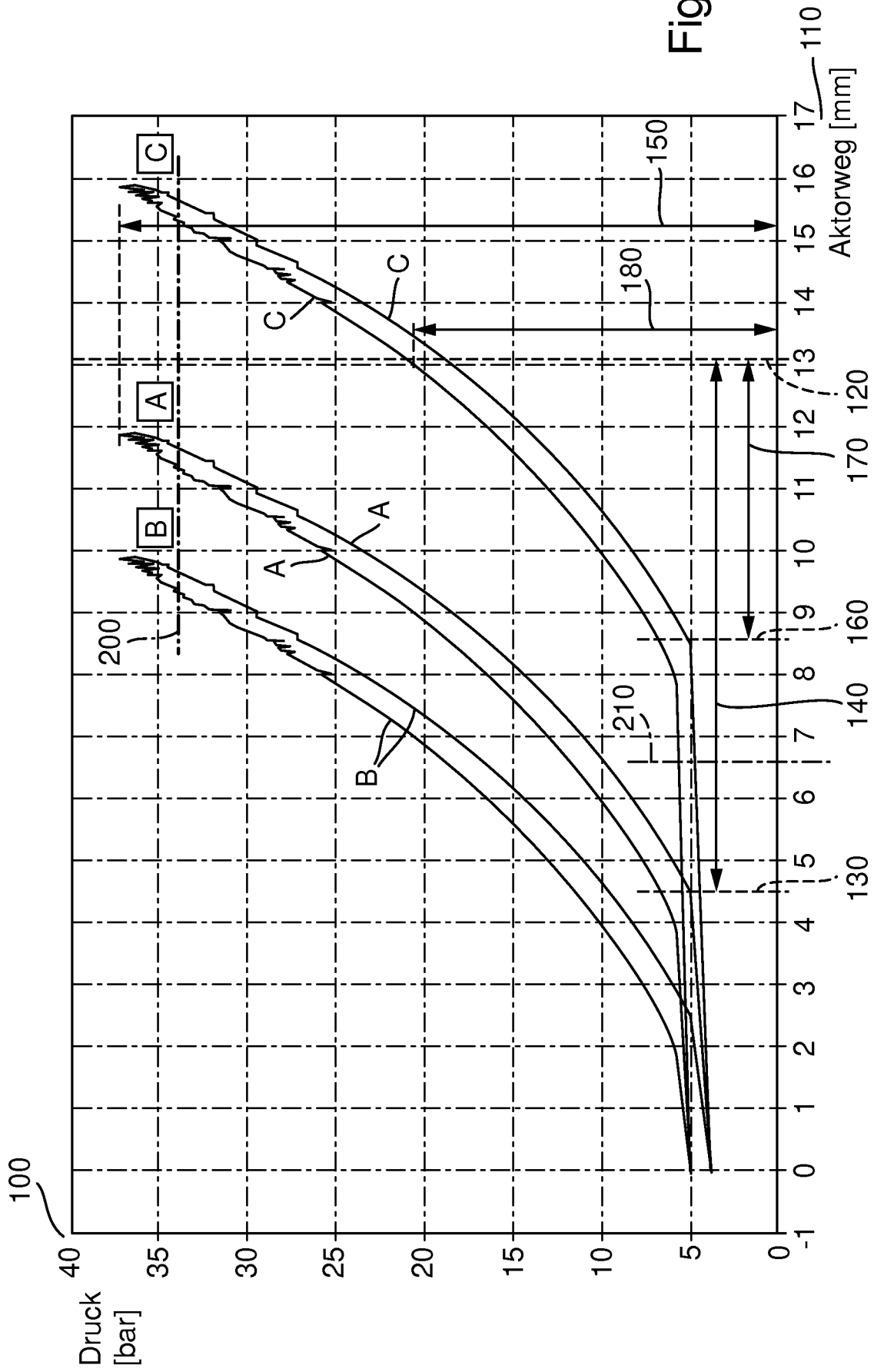


Fig. 2