



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 027 088 B4** 2009.02.05

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 027 088.0**  
 (22) Anmeldetag: **02.06.2004**  
 (43) Offenlegungstag: **05.01.2006**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **05.02.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F16D 25/10** (2006.01)  
**F16D 48/02** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**BorgWarner Inc., Auburn Hills, Mich., US**

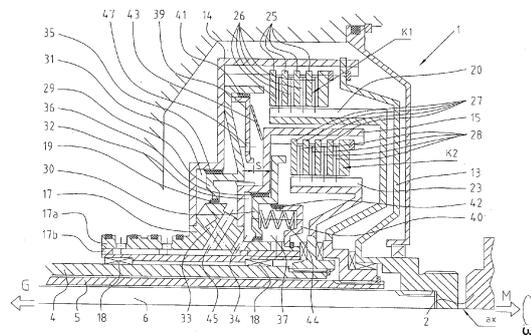
(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Westphal Mussnug & Partner,  
 78048 Villingen-Schwenningen**

(72) Erfinder:  
**Hauck, Hans Jürgen, 76137 Karlsruhe, DE;  
 Heinrich, Johannes, Dr., 61381 Friedrichsdorf, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 198 09 534 A1**  
**US 51 72 799 A**  
**EP 11 95 537 B1**  
**EP 7 58 434 B1**  
**JP 11-3 25 117 A**  
**JP 09-1 05 426 A**

(54) Bezeichnung: **Kupplungseinrichtung mit Fliehkraftausgleichseinrichtung sowie Verfahren zum Ausgleichen einer fliehkraftbedingten Druckerhöhung in einem Druckraum für einen Betätigungskolben in einer Kupplungseinrichtung**

(57) Hauptanspruch: Kupplungseinrichtung (1), insbesondere Mehrfachkupplungseinrichtung (1), mit einer Fliehkraftausgleichseinrichtung (38, 39) zum wenigstens teilweisen Ausgleichen einer fliehkraftbedingten Druckerhöhung in einem Druckraum (31) für einen Betätigungskolben (29) einer Kupplung (K1) und mit Mitteln (39, 43), mit denen der Grad des Fliehkraftausgleichs der Fliehkraftausgleichseinrichtung (38, 39, 43) steuerbar ist, wobei die Fliehkraftausgleichseinrichtung (38, 39, 43) einen Ausgleichsraum (38) umfasst, welcher aus dem Betätigungskolben (29) und einem Ausgleichskolben (39) gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgleichskolben (39) axial verschieblich geführt ist, und dass zum Steuern der Fliehkraftausgleichseinrichtung (38, 39, 43) eine Stützstelle (46) vorgesehen ist, welche die Verschiebbarkeit (s) des Ausgleichskolbens (39) begrenzt, wobei ein Einsetzen des Fliehkraftausgleichs selbständig aktiviert wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kupplungseinrichtung mit Fliehkraftausgleichseinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Ausgleichen einer fliehkraftbedingten Druckerhöhung in einem Druckraum für einen Betätigungskolben in einer Kupplungseinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

**[0002]** Die Erfindung geht von einer Kupplungseinrichtung, insbesondere Mehrfachkupplungseinrichtung, aus, welche eine Fliehkraftausgleichseinrichtung zum wenigstens teilweisen Ausgleichen einer fliehkraftbedingten Druckerhöhung in einem Druckraum für einen Betätigungskolben einer Kupplung der Kupplungseinrichtung aufweist. Beispielhaft wird neben der US 5 172 799 A auf die EP 0 758 434 B1 oder die EP 1 195 537 B1 verwiesen, welche beide Doppelkupplungen für Kraftfahrzeuge beschreiben, in denen für die jeweiligen Einzelkupplungen ein entsprechender Fliehkraftausgleich vorgesehen ist. Jedem der für die jeweilige Betätigung notwendigen Betätigungskolben ist ein Ausgleichsraum mit definierter Geometrie zugeordnet, über welche die fliehkraftbedingte Druckerhöhung in dem jeweiligen Druckraum zu einem gewissen Maß kompensiert wird. Aus dem Stand der Technik ist bekannt eine exakte Kompensation als auch eine Über- oder Unterkompensation über eine entsprechende Wahl der Geometrie des Ausgleichsraums vorzugeben.

**[0003]** Obwohl mittlerweile die Mehrzahl der Kupplungseinrichtungen mit derartigen Fliehkraftausgleichseinrichtung ausgestattet sind, erfüllen diese noch nicht alle Anforderungen an eine stets kontrollierte Kupplungsbetätigung im Betrieb.

**[0004]** Die Aufgabe der Erfindung wird demnach darin gesehen, eine Kupplungseinrichtung mit Fliehkraftausgleichseinrichtung vorzustellen, mit welcher ein vorgebbares Schaltverhalten erreichbar ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein neues Verfahren zum Betrieb einer Kupplungseinrichtung, insbesondere ein neues Verfahren zum Ausgleichen einer fliehkraftbedingten Druckerhöhung in einem Druckraum für einen Betätigungskolben in einer Kupplungseinrichtung vorzustellen.

**[0005]** Diese Aufgaben werden durch eine Kupplungseinrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8 erfindungsgemäß gelöst.

**[0006]** Vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0007]** Bei einer gattungsgemäßen Kupplungseinrichtung sind demnach Mittel vorgesehen, mit denen

der Grad des Fliehkraftausgleichs der Fliehkraftausgleichseinrichtung steuerbar ist. Ein gattungsgemäßes Verfahren zeichnet sich in entsprechender Weise dadurch aus, dass der Grad des Fliehkraftausgleichs gesteuert wird.

**[0008]** Mit einer erfindungsgemäßen Kupplungseinrichtung bzw. einem erfindungsgemäßen Verfahren wird erreicht, dass der Fliehkraftausgleich in dem Maße stattfindet, wie es die Anforderungen an den Betrieb der jeweiligen Kupplung erfordern. Insbesondere lassen sich unterschiedliche von unterschiedlichen Eingangsparametern oder Messgrößen abhängige Arbeitsbereiche einstellen.

**[0009]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass ein Einsetzen des Fliehkraftausgleichs selbständig aktiviert wird. Es kann alternativ oder zusätzlich auch vorgesehen sein, dass ein wenigstens teilweiser Fliehkraftausgleich erfolgt, wenn die Drehzahl der Kupplungseinrichtung einen vorgebbaren oder vorgegebenen Schwellwert überschreitet und/oder dass kein Fliehkraftausgleich mehr erfolgt, wenn die Drehzahl der Kupplungseinrichtung einen vorgebbaren oder vorgegebenen Schwellwert unterschreitet.

**[0010]** Bei einer Kupplungseinrichtung der erfindungsgemäßen Art ist dies dadurch erreicht, dass die Fliehkraftausgleichseinrichtung einen Ausgleichsraum umfasst, welcher aus dem Betätigungskolben und einem axial verschieblich geführten Ausgleichskolben gebildet ist und dass zum Steuern der Fliehkraftausgleichseinrichtung eine Stützstelle vorgesehen ist, welche die Verschiebbarkeit des Ausgleichskolbens begrenzt. Aufgrund der vorgegebenen (axial) begrenzten Beweglichkeit des Ausgleichskolbens ergeben sich wenigstens zwei unterschiedliche, drehzahlabhängige Arbeitsbereiche des Ausgleichskolbens. Z. B. kann bei niedriger Drehzahl bei einer quasi reibungsfreien Bewegung des Ausgleichskolbens kein (Gegen-)Druckaufbau im Ausgleichsraum stattfinden, so dass dann kein Fliehkraftausgleich stattfindet. Bei höherer Drehzahl wird die Bewegung des Ausgleichskolbens dann beispielsweise anschlagbegrenzt, so dass ein Druckaufbau im Ausgleichsraum stattfindet. Der Fliehkraftausgleich aktiviert sich quasi selbst.

**[0011]** Erfindungsgemäß ist insbesondere vorgesehen, dass der Grad des Fliehkraftausgleichs in Abhängigkeit von der Drehzahl der Kupplungseinrichtung gesteuert oder geregelt wird.

**[0012]** In besonderer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kupplungseinrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass der Fliehkraftausgleich in einem bestimmten Arbeitsbereich stetig, insbesondere linear, oder nicht stetig also sprunghaft zu oder abnimmt. Bei einer Kupplungseinrichtung der vorstehend genannten Art

können zum Beispiel die Mittel zum Steuern oder Regeln der Fliehkraftausgleichseinrichtung weitere Mittel umfassen, welche die Verschiebebeweglichkeit des Ausgleichskolbens steuern. So ist es möglich, dass die die Verschiebebeweglichkeit steuernden Mittel eine kontinuierliche oder stufenweise Bewegung des Ausgleichskolbens zulassen.

**[0013]** Eine kontinuierliche Zunahme oder Abnahme der Verschiebebeweglichkeit kann z. B. dadurch realisiert werden, dass die die Verschiebebeweglichkeit steuernden Mittel eine Federeinrichtung umfassen, welche der Verschiebung des Ausgleichskolbens in wenigstens einer Richtung entgegenwirkt. Jegliche Art der Anordnung der Federeinrichtung ist dabei denkbar, insbesondere vorgeschaltet oder nachgeschaltet, mit oder ohne Spiel, mit oder ohne Feder Vorspannung.

**[0014]** Z. B. kann die Federeinrichtung eine oder mehrere Schraubenfedern oder eine oder mehrere Tellerfedern umfassen.

**[0015]** Vorzugsweise ist der Ausgleichskolben dertart angeordnet oder ausgebildet, dass überschüssige, nicht zum Druckausgleich erforderliche Hydraulikflüssigkeit aus dem Ausgleichsraum zur Kuppelungskühlung geleitet wird. So kann der Ausgleichskolben eine oder mehrere über dem Umfang verteilte Öffnungen aufweisen, welche in einem vorgegebenen radialen Abstand angeordnet sind, durch welche Hydraulikflüssigkeit abgeführt wird. Selbstverständlich ist es auch denkbar, in unterschiedlichen radialen Abständen Öffnungen gleichen oder unterschiedlichen Durchmessers vorzusehen, über welche vorgegebene Mengen an Hydraulikflüssigkeit abfließen können. Diese Öffnungen können auch, z. B. drehzahlabhängig, öffnen- oder schließbar ausgebildet sein.

**[0016]** Die Neuerung wird nunmehr anhand der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

**[0017]** [Fig. 1](#) ein Ausführungsbeispiel einer neuerungsgemäß ausgestalteten Doppelkupplungseinrichtung mit selbstaktivierendem Ausgleichskolben-Fliehkraftausgleich nicht aktiviert

**[0018]** [Fig. 2](#) die Doppelkupplungseinrichtung nach der [Fig. 1](#) – mit aktiviertem Fliehkraftausgleich

**[0019]** [Fig. 3](#) auf den Ausgleichskolben und den Betätigungskolben einer der Kupplungen der Doppelkupplungseinrichtung gemäß der [Fig. 1](#) wirkende Kräfte

**[0020]** Die [Fig. 1](#) verdeutlicht anhand eines Ausschnittes aus einem beispielhaft gewählten Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug einen möglichen Grundaufbau und die Funktionsweise einer neuerungsge-

mäß gestalteten und zwei Kupplungen K1 und K2 aufweisenden Doppelkupplungseinrichtung 1.

**[0021]** Auf der rechten Seite der Zeichnungsfigur ist eine um eine Drehachse ax drehbar gelagerte Antriebswelle in Form einer Kurbelwelle 2 angedeutet, welche beispielsweise mit einem (hier nicht dargestellten) Verbrennungsmotor M oder dergleichen gekoppelt ist. Diese Seite stellt die Antriebsseite des Antriebsstrangs dar.

**[0022]** In der [Fig. 1](#) sind zwei nach links verlaufende koaxial zur Drehachse ax angeordnete Abtriebshohlwellen 4, 5 dargestellt, die wiederum koaxial zu einer mit der Kurbelwelle 2 über eine Steckverzahnung drehfest verbundenen zentralen Vollwelle 6 und damit koaxial zur Drehachse ax angeordnet sind. Die beiden Abtriebshohlwellen 4, 5 stellen Getriebeeingangswellen eines hier nicht dargestellten Getriebes G dar. Sie sind in nachfolgend beschriebener Weise unabhängig voneinander mittels der Kupplungen K1, K2 schaltbar mit der Antriebswelle 2 verbindbar. Bei der zentralen Vollwelle 6 handelt es sich um eine Antriebswelle für eine (hier nicht dargestellte) Hydropumpe, welche dazu vorgesehen ist, Hydraulikflüssigkeit zum Betrieb der Doppelkupplungseinrichtung 1 bereitzustellen.

**[0023]** Die erste Kupplung K1 umgreift die zweite Kupplung K2 koaxial. Beide Kupplungen K1, K2 der Doppelkupplungseinrichtung 1 sind üblicherweise in einer (hier nicht dargestellten) Kupplungsglocke aufgenommen, wobei der Glockeninnenraum in Richtung zur Antriebsseite durch einen (ebenfalls nicht dargestellten) Deckel verschlossen ist, welcher an der Kupplungsglocke mittels eines Sprenglings gesichert ist.

**[0024]** Die Kurbelwelle 2 ist drehfest mit einer äußeren Mitnehmerscheibe 13 verbunden. Die äußere Mitnehmerscheibe 13 ist über eine Verzahnung drehfest mit einem Außenlamellenträger 14 der ersten Kupplung K1 verbunden. Außenlamellenträger 14 und Mitnehmerscheibe 13 sind mittels eines Sprenglings gegeneinander axial unverschieblich gesichert.

**[0025]** Der Außenlamellenträger 14 erstreckt sich in Richtung Getriebe G und nach radial innen zu einer zweiteiligen Kupplungsnahe 17 bestehend aus einer Buchse 17b und einer Hülse 17a, mit welcher er drehfest verbunden ist. Die Kupplungsnahe 17 ist mittels einer Radiallageranordnung 18 um die Abtriebshohlwelle 4 drehbar gelagert.

**[0026]** An der Kupplungsnahe 17 ist ein weiterer Außenlamellenträger 15 der zweiten, inneren Kupplung K2 drehfest angebracht. Damit besteht eine Verbindung von der Kurbelwelle 2 über die äußere Mitnehmerscheibe 13, den Außenlamellenträger 14 der äußeren Kupplung K1 und die Kupplungsnahe 17 zum

Außenlamellenträger **15** der zweiten Kupplung K2. Die beiden Außenlamellenträger **14**, **15** stellen somit jeweils die Eingangsseite der jeweiligen Kupplung K1, K2 dar.

**[0027]** Ein Innenlamellenträger **20** der äußeren Kupplung K1 ist über eine Steckverzahnung drehfest mit der Abtriebshohlwelle **5** verbunden. In gleicher Weise ist ein Innenlamellenträger **23** der inneren Kupplung K2 über eine Steckverzahnung drehfest mit der Hohlwelle **4** verbunden. Die Innenlamellenträger **20**, **23** bilden somit die Ausgangsseite der ersten bzw. zweiten Lamellenkupplung K1, K2.

**[0028]** Die als Stahllamellen ausgeführten Außenlamellen **25** der ersten Kupplung K1 sind in einer Verzahnung des Außenlamellenträgers **14** axial verschiebbar geführt. Die als Reiblamellen ausgebildeten Innenlamellen **26** sind in einer Verzahnung des Innenlamellenträgers **20** der ersten Kupplung K1 axial verschiebbar geführt. Außen- und Innenlamellen **25**, **26** sind im Wechsel formschlüssig ineinandergreifend nebeneinander angeordnet.

**[0029]** Die als Stahllamellen ausgeführten Außenlamellen **27** der zweiten Kupplung K2 sind in einer Verzahnung des Außenlamellenträgers **15** axial verschiebbar geführt. Die als Reiblamellen ausgebildeten Innenlamellen **28** sind in einer Verzahnung des Innenlamellenträgers **23** der zweiten Kupplung K2 axial verschiebbar geführt. Außen- und Innenlamellen **27**, **28** sind im Wechsel formschlüssig ineinandergreifend nebeneinander angeordnet.

**[0030]** Für jede Kupplung K1, K2 ist ein Betätigungskolben **29**, **30** vorgesehen. Beide Betätigungskolben **29**, **30** sind jeweils in einem Zylinder, welcher Bestandteil des entsprechenden Außenlamellenträgers **14**, **15** ist, axial verschiebbar geführt. Jedem Betätigungskolben **29**, **30** ist ein entsprechender Druckraum **31**, **32** zugeordnet, welcher über einen korrespondierenden Hydraulikflüssigkeitskanal **33**, **34** mit einer nicht dargestellten Hydraulikflüssigkeitsquelle verbunden ist. Der Druckraum **31** für den ersten Betätigungskolben **29** der ersten Kupplung K1 ist durch den Betätigungskolben **29** sowie den Außenlamellenträger **14** der ersten Kupplung K1 gebildet. Ein außen dichtendes Ringdichtelement **35** (Lippendichtung) und ein innen dichtendes Ringdichtelement verhindern ein Entweichen der Hydraulikflüssigkeit aus dem Druckraum **31**. Der Druckraum **32** für den zweiten Betätigungskolben **30** der zweiten Kupplung K2 ist durch den Betätigungskolben **30** sowie den Außenlamellenträger **15** der zweiten Kupplung K2 gebildet. Ein außen dichtendes Ringdichtelement **36** (Lippendichtung) und ein am Innendurchmesser innendichtendes Ringdichtungselement verhindern ein Entweichen der Hydraulikflüssigkeit aus dem Druckraum **32**.

**[0031]** Auf der gegenüberliegenden Seite des Betätigungskolbens **30** der zweiten Kupplung K2 ist ein Ausgleichsraum **37** vorgesehen, der von dem Betätigungskolben **30** und einem Ausgleichskolben **40** gebildet ist, wobei der Ausgleichskolben **40** mit einer aufvulkanisierten Dichtung **42** (Lippendichtung) versehen ist, um den Ausgleichsraum **37** gegenüber der übrigen Doppelkupplungseinrichtung **1** abzudichten. Der Ausgleichsraum **37** ist über einen (hier nicht dargestellten) Hydraulikflüssigkeitskanal mit einem (ebenfalls nicht dargestellten) Hydraulikflüssigkeitsreservoir verbunden.

**[0032]** Innerhalb des Ausgleichsraums **37** sind in Umfangsrichtung eine Mehrzahl von Schraubenfedern **44** angeordnet, welche sich einendseitig gegen den Ausgleichskolben **40** und andersendseitig gegen den Betätigungskolben **30** abstützen. Diese Rückstellfedern **44** halten den Betätigungskolben **30** bei fehlender Beaufschlagung des Druckraums **32** mit Hydraulikflüssigkeit in ausgerücktem Zustand gegen den Außenlamellenträger **15**. Außerdem wirken sie einem Einrücken des Betätigungskolbens **30** entgegen.

**[0033]** Die Fliehkraftausgleichseinrichtung der ersten Kupplung K1 ist abweichend von der der zweiten Kupplung K2 ausgebildet. Auf der gegenüberliegenden Seite des Betätigungskolbens **29** der ersten Kupplung K1 ist nur in bestimmten vorgegebenen Betriebszuständen ein Ausgleichsraum **38** vorhanden. Im in der [Fig. 1](#) gezeigten Betriebszustand existiert kein Ausgleichsraum, im in der [Fig. 2](#) gezeigten Betriebszustand ist ein Ausgleichsraum **38** vorhanden.

**[0034]** Ausgehend von dem in [Fig. 2](#) gezeigten Betriebszustand wird nachfolgend der konstruktive Aufbau der Fliehkraftausgleichseinrichtung in der Kupplungseinrichtung **1** beschrieben. Ähnlich wie bei der Kupplung K2 wird in diesem Betriebszustand der Kupplungseinrichtung **1** der Ausgleichsraum **38** von dem Betätigungskolben **29** und einem Ausgleichskolben **39** gebildet. Der Ausgleichskolben **39** ist auch hier mit einer aufvulkanisierten oder eingelegten Dichtung **41** (Lippendichtung) versehen, um den Ausgleichsraum **38** gegenüber der übrigen Doppelkupplungseinrichtung **1** abzudichten. Der Ausgleichsraum **38** ist über einen Hydraulikflüssigkeitskanal **45** mit einem (in der Zeichnung nicht dargestellten) Hydraulikflüssigkeitsreservoir verbunden.

**[0035]** Der Ausgleichskolben **39** der ersten Kupplung K1 stützt sich in dem in [Fig. 2](#) dargestellten Betriebszustand der Kupplungseinrichtung **1** gegen den Außenlamellenträger **15** der radial innen liegenden Kupplung K2 an einer Stützstelle **46** ab. Zusätzlich ist axial zwischen dem Ausgleichskolben **39** der ersten Kupplung K1 und dem Außenlamellenträger **15** der zweiten Kupplung K2 eine Tellerfeder **43** (alternativ sind auch eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung an-

geordneten Schraubenfedern denkbar) vorgesehen. Diese Tellerfeder **43** stützt sich unter Federvorspannung mit ihrem Außenrand am Ausgleichskolben **39** und mit ihrem Innenrand am Außenlamellenträger **15** ab.

**[0036]** Der Ausgleichskolben **39** der ersten Kupplung K1 ist über einen Verschiebeweg  $s$  axial verschieblich an einem zylinderförmigen Mantel des Betätigungskolbens **29** der ersten Kupplung K1 geführt. Im in der [Fig. 1](#) gezeigten Betriebszustand wird der Ausgleichskolben **39** der ersten Kupplung K1 daher aufgrund der Federvorspannung der Tellerfeder **43** gegen den Betätigungskolben **29** der ersten Kupplung K1 gedrückt gehalten, so dass sich in diesem Betriebszustand auf Grund zu geringer Drehzahl kein Ausgleichsraum **38** ausbildet.

**[0037]** Die Schaltung der Kupplungen K1, K2 und die Funktion der Kupplungen, insbesondere der Fliehkraftausgleich wird im folgenden beschrieben: Bei nicht betätigten Kupplungen K1, K2 und niedrigen Drehzahlen befindet sich das Kupplungssystem in dem in [Fig. 1](#) gezeigten Zustand.

**[0038]** Wird der Druckraum **32** der inneren zweiten Kupplung K2 über den Hydraulikflüssigkeitskanal **34** mit Hydraulikflüssigkeit versorgt und druckbeaufschlagt, so wird der Betätigungskolben **30** der zweiten Kupplung K2 entgegen der Federkraft der Federn **44** gegen die Druckplatte des Lamellenpakets **27, 28** gedrückt und verbringt dadurch die Lamellen **27, 28** in Reibschluss. Das über die Kurbelwelle **2** eingeleitete Drehmoment wird über die Mitnehmerscheibe **13**, Außenlamellenträger **14** der äußeren Kupplung K1, Kupplungsnahe **17**, Außenlamellenträger **15** der inneren Kupplung K2, Lamellenpaket **27, 28** und Innenlamellenträger **23** auf die äußere Hohlwelle **4** übertragen. Eine mit zunehmender Drehzahl  $\omega$  aufgrund der Fliehkraft zunehmende Druckerhöhung im Druckraum **32** wird durch die in gleicher Weise auftretende nachfolgend als Fliehöl Druck bezeichnete Druckerhöhung der sich im Ausgleichsraum **37** befindlichen Hydraulikflüssigkeit weitgehend ausgeglichen. Eine Steuerung oder Regelung des Grads des Fliehkraftausgleichs, d. h. in welchem Maß die fliehkraftbedingte Druckerhöhung im Druckraum **32** ausgeglichen wird, ist nicht vorgesehen. Aufgrund der (radialen) Geometrien von Druckraum **32** und Ausgleichsraum **37** sowie der Befüllung der entsprechenden Räume **32, 37** mit Hydraulikflüssigkeit ist das Maß des Fliehkraftausgleichs fest vorgegeben.

**[0039]** Anders verhält es sich bei der Kupplung K1. Wird der Druckraum **31** der äußeren ersten Kupplung K1 bei niedriger Drehzahl  $\omega$  über den Hydraulikflüssigkeitskanal **33** mit Hydraulikflüssigkeit versorgt und druckbeaufschlagt, so wird der Betätigungskolben **29** der ersten Kupplung K1 entgegen der Federkraft der Tellerfeder **43** gegen die Druckplatte des Lamellen-

pakets **25, 26** gedrückt und verbringt dadurch die Lamellen **25, 26** in Reibschluss. Das über die Kurbelwelle **2** eingeleitete Drehmoment wird über die Mitnehmerscheibe **13**, Außenlamellenträger **14** der äußeren Kupplung K1, Lamellenpaket **25, 26** und Innenlamellenträger **20** auf die innere Hohlwelle **5** übertragen. Eine mit zunehmender Drehzahl  $\omega$  aufgrund der Fliehkraft zunehmende nachfolgend als Fliehöl Druck bezeichnete Druckerhöhung im Druckraum **31** wird bei dieser Drehzahl  $\omega$  zunächst nicht ausgeglichen.

**[0040]** Hier ist eine Steuerung oder Regelung des Grads des Fliehkraftausgleichs, d. h. in welchem Maß die fliehkraftbedingte Druckerhöhung im Druckraum **31** ausgeglichen wird, vorgesehen. Die Veränderung des Maßes des Fliehkraftausgleichs wird nunmehr anhand eines in [Fig. 3](#) dargestellten Kräfte-diagramms erläutert:

**[0041]** Bezeichnet man gemäß [Fig. 3](#):

|                     |  |
|---------------------|--|
| $F_{\text{FliehA}}$ | Axialkraft infolge Fliehöl Druck des Ausgleichskolbens <b>39</b> (Fliehöl Kraft Ausgleichskolben <b>39</b> )   |
| $F_{\text{FliehB}}$ | Axialkraft infolge Fliehöl Druck des Betätigungskolbens <b>29</b> (Fliehöl Kraft Betätigungskolben <b>29</b> ) |
| $F_{\text{R-AB}}$   | Reibungskraft an der Dichtung <b>41</b> zwischen Ausgleichskolben <b>39</b> und Betätigungskolben <b>29</b>    |
| $F_{\text{R-BGa}}$  | Reibungskraft an der Dichtung <b>35</b> zwischen Betätigungskolben <b>29</b> und Außenlamellenträger <b>14</b> |
| $F_{\text{R-BGi}}$  | Reibungskraft an der Dichtung <b>19</b> zwischen Betätigungskolben <b>29</b> und Kupplungsnahe <b>17</b>       |
| $F_{\text{TF}}$     | Federkraft der Tellerfeder <b>43</b> bzgl. Kräfteeinleitungsdurchmesser  |
| $F_{\text{ST}}$     | Stützkraft zwischen Ausgleichskolben <b>39</b> und Außenlamellenträger <b>15</b> der inneren Kupplung K2       |
| $F_{\text{K}}$      | äußere Rückstellkraft auf Betätigungskolben <b>29</b>  |

**[0042]** So ergeben sich mit  $|F_{\text{FliehA}}| > |F_{\text{FliehB}}|$  vier charakteristische Fälle, nämlich:

$$\text{Fall 1: } 0 < |F_{\text{FliehA}}| < |F_{\text{R-AB}}| \rightarrow |F_{\text{K}}| = |F_{\text{TF}}|$$

$$\text{Fall 2: } |F_{\text{R-AB}}| < |F_{\text{FliehA}}| < |F_{\text{TF}}| + |F_{\text{R-AB}}| \rightarrow |F_{\text{K}}| = |F_{\text{TF}}|$$

$$\text{Fall 3: } |F_{\text{FliehA}}| = |F_{\text{TF}}| + |F_{\text{R-AB}}| \rightarrow |F_{\text{K}}| = |F_{\text{TF}}|$$

$$\text{Fall 4: } |F_{\text{FliehA}}| > |F_{\text{TF}}| + |F_{\text{R-AB}}| \rightarrow |F_{\text{K}}| = |F_{\text{FliehA}}| - |F_{\text{R-AB}}|$$

**[0043]** In den Fällen 1 bis 3 wirkt als äußere Rückstellkraft auf den Ausgleichskolben **39** nur die Tellerfederkraft  $F_{\text{TF}}$  der Tellerfeder **43**.

**[0044]** Ab einer bestimmten Drehzahl  $\omega$  übersteigt die Fliehöl Kraft  $F_{\text{FliehA}}$  des Ausgleichskolbens **39** die Summe aus Tellerfederkraft  $F_{\text{TF}}$  und Reibungskraft  $F_{\text{R-AB}}$  der Dichtung **41** „Ausgleichskolben **39** – Betäti-

gungskolben **29**" (Fall **4**). Dadurch wandert der Ausgleichskolben **39** axial eine definierte Strecke  $s$ , bis er am Außenlamellenträger **15** der inneren Kupplung K2 mit der Stützkraft  $F_{ST}$  anliegt (s. [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#)). Als äußere Rückstellkraft  $F_K$  auf den Betätigungskolben **29** wirkt jetzt nur noch die Axialkraft  $F_{FliehA}$  infolge Fliehöl Druck abzüglich der Reibungskraft  $F_{R-AB}$  der Dichtung **41** „Ausgleichskolben **39** – Betätigungskolben **29**".

**[0045]** Die effektive Rückstellkraft auf den Betätigungskolben ergibt sich aus der äußeren Rückstellkraft  $F_K$  auf den Betätigungskolben **29** abzüglich der Summe aus Fliehöl kraft Betätigungskolben  $F_{FliehB}$  (Axialkraft infolge Fliehöl Druck des Betätigungskolbens **29**) und den Reibungskräften  $F_{R-BGa}$ ,  $F_{R-BGi}$  der Dichtungen **19**, **35** am Betätigungskolben **29**.

**[0046]** Um sicherzustellen, dass in jeder Betriebssituation ein Öffnen der Kupplung K1, K2 möglich ist, muss im Fall 4 die Fliehöl kraft  $F_{FliehA}$  des Ausgleichskolbens **39** die Fliehöl kraft  $F_{FliehB}$  des Betätigungskolbens **29** zuzüglich der Reibungskräfte  $F_{R-AB}$ ,  $F_{R-BGa}$ ,  $F_{R-BGi}$  der Dichtungen **19**, **35**, **41** in ausreichendem Maße übersteigen ( $|F_{FliehA}| > |F_{FliehB}| + |F_{R-AB}| + |F_{R-BGa}| + |F_{R-BGi}|$ ). Ein „Zudrücken der Kupplung K1" infolge der Fliehöl kraft  $F_{FliehB}$  des Betätigungskolbens **29** kann somit in jedem der Fälle 1–4 ausgeschlossen werden. Eine „kupplungsöffnende" effektive Rückstellkraft auf den Betätigungskolben **29** ist dann in jedem Betriebspunkt vorhanden. Aufgrund der mit ansteigender Drehzahl  $\omega$  ebenfalls ansteigenden effektiven Rückstellkraft auf den Betätigungskolben **29** (Fall 4) muss der Betätigungsdruck im Druckraum **31** nachgeführt werden, um diesen Anpresskraftverlust entsprechend auszugleichen.

### Patentansprüche

1. Kupplungseinrichtung (**1**), insbesondere Mehrfachkupplungseinrichtung (**1**), mit einer Fliehkraftausgleichseinrichtung (**38**, **39**) zum wenigstens teilweisen Ausgleichen einer fliehkraftbedingten Druckerhöhung in einem Druckraum (**31**) für einen Betätigungskolben (**29**) einer Kupplung (K1) und mit Mitteln (**39**, **43**), mit denen der Grad des Fliehkraftausgleichs der Fliehkraftausgleichseinrichtung (**38**, **39**, **43**) steuerbar ist, wobei die Fliehkraftausgleichseinrichtung (**38**, **39**, **43**) einen Ausgleichsraum (**38**) umfasst, welcher aus dem Betätigungskolben (**29**) und einem Ausgleichskolben (**39**) gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ausgleichskolben (**39**) axial verschieblich geführt ist, und dass zum Steuern der Fliehkraftausgleichseinrichtung (**38**, **39**, **43**) eine Stützstelle (**46**) vorgesehen ist, welche die Verschiebbarkeit ( $s$ ) des Ausgleichskolbens (**39**) begrenzt, wobei ein Einsetzen des Fliehkraftausgleichs selbständig aktiviert wird.

2. Kupplungseinrichtung (**1**) nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (**39**, **43**) zum Steuern der Fliehkraftausgleichseinrichtung (**38**, **39**, **43**) weitere Mittel (**43**) umfassen, welche die Verschiebbarkeit des Ausgleichskolbens (**39**) steuern.

3. Kupplungseinrichtung (**1**) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die die Verschiebbarkeit steuernden Mittel (**43**) eine kontinuierliche oder stufenweise Bewegung des Ausgleichskolbens (**39**) zulassen.

4. Kupplungseinrichtung (**1**) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die die Verschiebbarkeit steuernden Mittel eine Federeinrichtung (**43**) umfassen, welche der Verschiebung des Ausgleichskolbens (**39**) in wenigstens einer Richtung entgegenwirkt.

5. Kupplungseinrichtung (**1**) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Federeinrichtung (**43**) eine oder mehrere Schraubenfedern umfasst oder dass die Federeinrichtung (**43**) eine Tellerfeder (**43**) umfasst.

6. Kupplungseinrichtung (**1**) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgleichskolben (**39**) derart angeordnet oder ausgebildet ist, dass überschüssige, nicht zum Druckausgleich erforderliche Hydraulikflüssigkeit aus dem Ausgleichsraum (**38**) zur Kupplungskühlung (**48**) geleitet wird.

7. Fliehkraftausgleichseinrichtung (**38**, **39**, **43**) einer Kupplungseinrichtung (**1**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche.

8. Verfahren zum Ausgleichen einer fliehkraftbedingten Druckerhöhung in einem Druckraum (**31**) für einen Betätigungskolben (**29**) in einer Kupplungseinrichtung (**1**), insbesondere Mehrfachkupplungseinrichtung (**1**), dadurch gekennzeichnet, dass der Grad des Fliehkraftausgleichs gesteuert wird durch Verschieben eines Ausgleichskolbens (**39**), welcher mit dem Betätigungskolben (**29**) einen Ausgleichsraum (**38**) bildet, wobei ein Einsetzen des Fliehkraftausgleichs selbständig aktiviert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Grad des Fliehkraftausgleichs in Abhängigkeit von einer Drehzahl ( $\omega$ ) der Kupplungseinrichtung (**1**) gesteuert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein wenigstens teilweiser Fliehkraftausgleich erfolgt, wenn die Drehzahl ( $\omega$ ) der Kupplungseinrichtung (**1**) einen vorgebbaren oder vorgegebenen Schwellwert überschreitet und/oder dass kein Fliehkraftausgleich mehr erfolgt, wenn die Drehzahl ( $\omega$ ) der Kupplungseinrichtung (**1**) einen vorgeb-

baren oder vorgegebenen Schwellwert unterschreitet.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Grad des Fliehkraftausgleichs mechanisch gesteuert wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

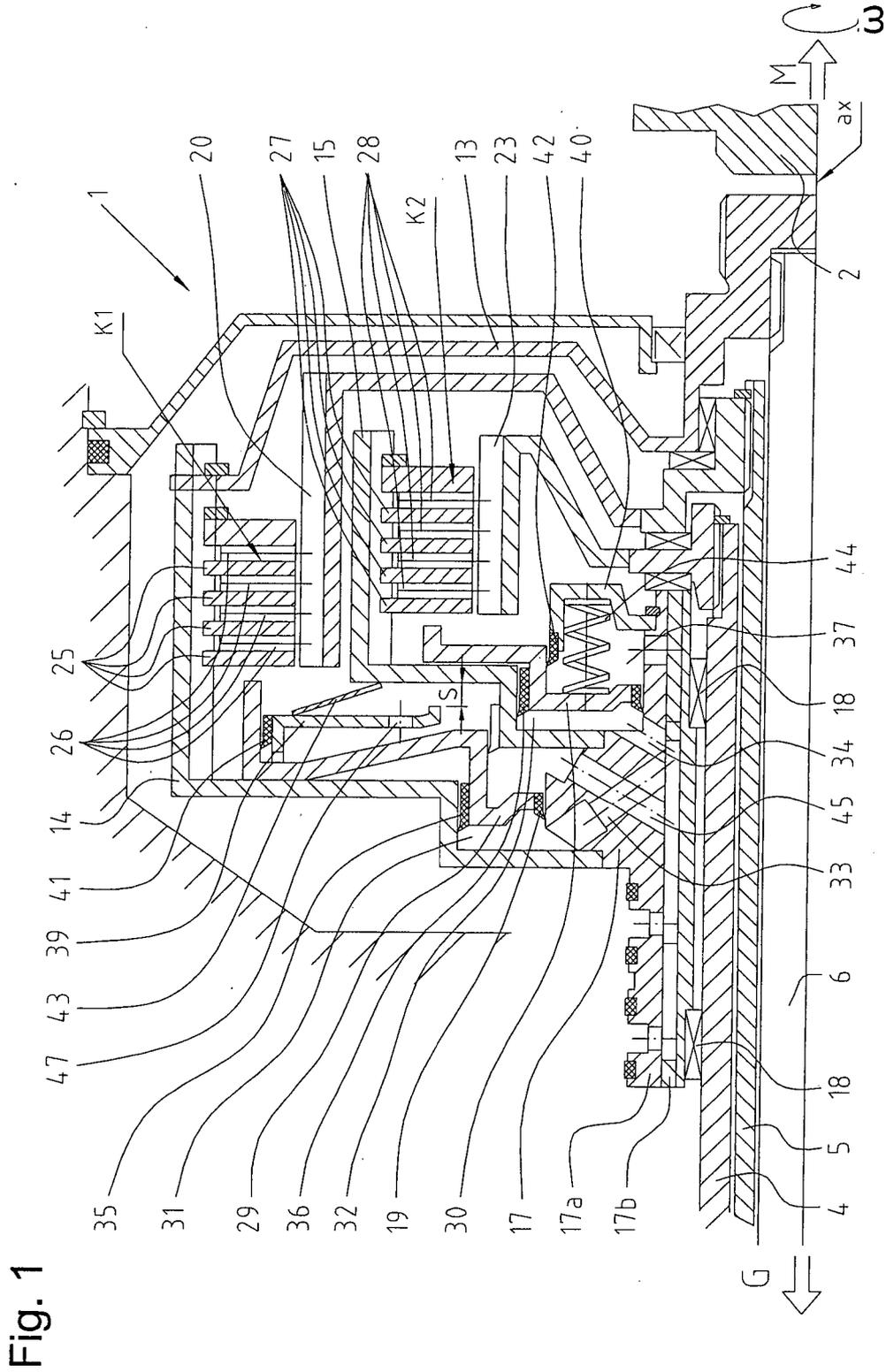


Fig. 2

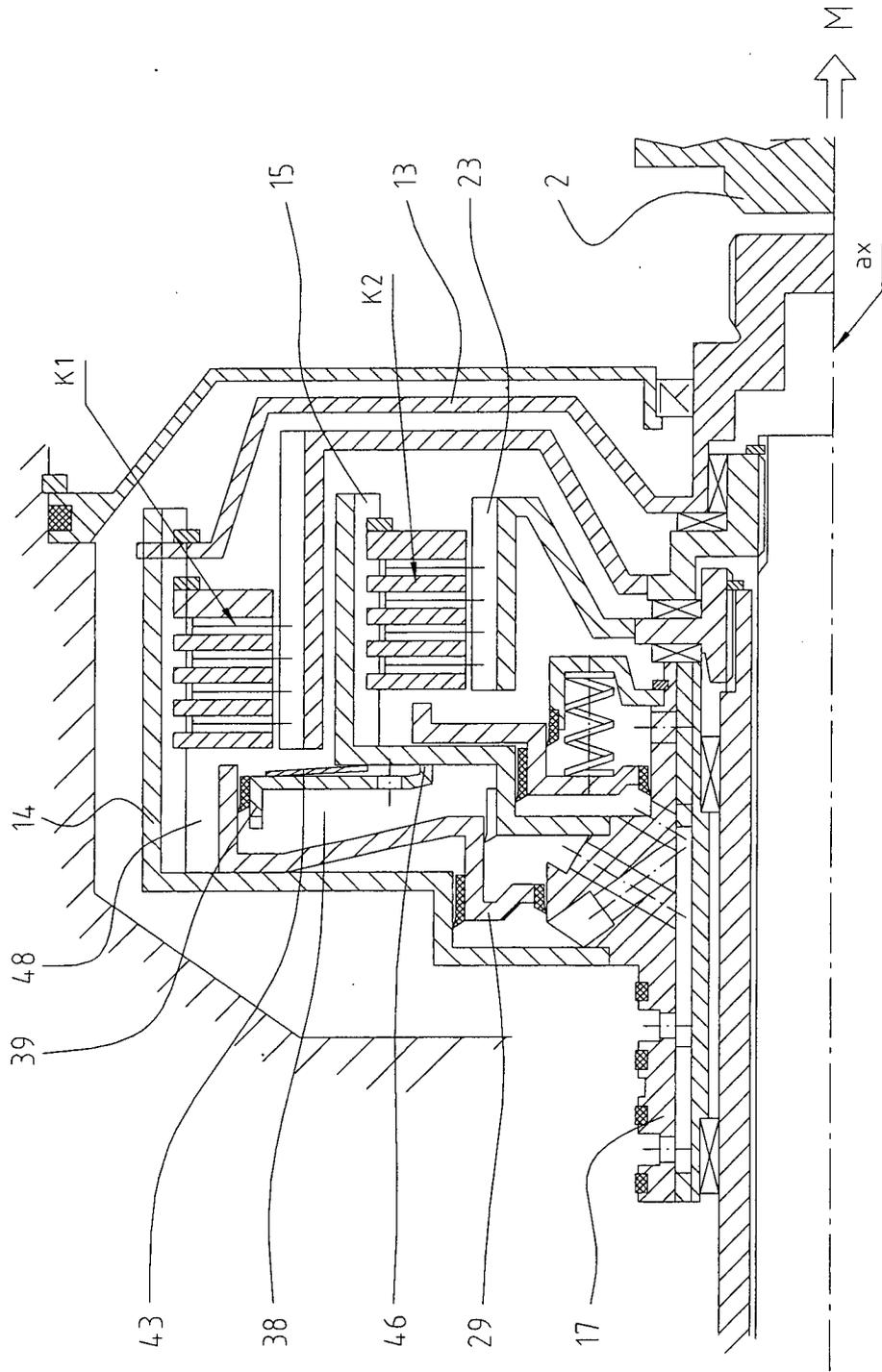
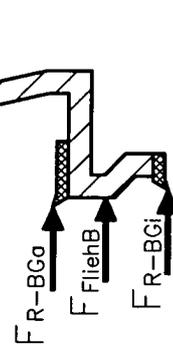


Fig. 3

a)



b)

