



(10) **DE 10 2016 123 735 A1** 2018.06.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 123 735.3**

(22) Anmeldetag: **08.12.2016**

(43) Offenlegungstag: **14.06.2018**

(51) Int Cl.: **G05G 5/03** (2008.04)
B60K 23/02 (2006.01)

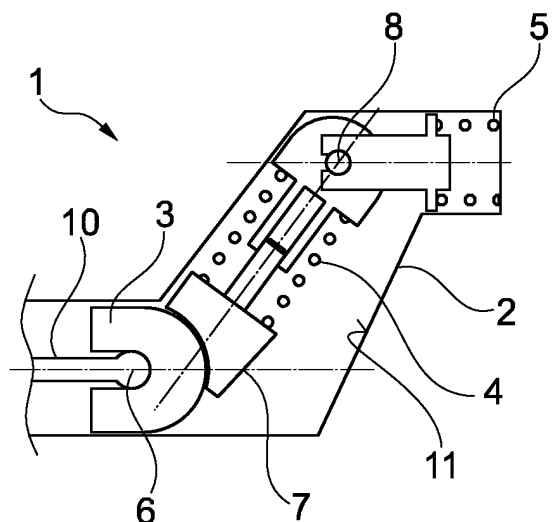
(71) Anmelder:
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074
Herzogenaurach, DE**

(72) Erfinder:
Bassler, Manuel, 77855 Achern, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Pedalkraftsimulator mit zwei seriell angeordneten Federn mit zueinander schrägen Wirkachsen und E-Clutch-System**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Pedalkraftsimulator (1) zur Kraftsimulation für eine elektronisch angesteuerte Kupplung eines Kraftfahrzeugs, mit einem Gehäuse (2), in dem ein axial verschieblicher Kolben (3) angeordnet ist, wobei der Kolben (3) entgegen der Rückstellkraft einer ersten Feder (4) und einer zweiten Feder (5) verlagert ist, wobei der Kolben (3) zwischen einer ersten Endstellung (6) und einer zweiten Endstellung (7) verlagert ist, wobei die Wirkachsen der ersten Feder (4) und der zweiten Feder (5), die in Reihe hintereinander angeordnet sind, sich in der ersten Endstellung (6) des Kolbens (3) in einem ersten Drehpunkt (8) schneiden, der unterschiedlich zu einem zweiten Drehpunkt (9), in dem sich die Wirkachsen der ersten und der zweiten Feder (4, 5) in der zweiten Endstellung (9) des Kolbens (3) schneiden, ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein E-Clutch-System mit einem solchen Pedalkraftsimulator (1) zur Kraftsimulation.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Pedalkraftsimulator zur Kraftsimulation für eine elektronisch angesteuerte Kupplung/E-Clutch eines Kraftfahrzeugs, mit einem Gehäuse, in dem ein axial verschieblicher Kolben angeordnet ist, wobei der Kolben entgegen der Rückstellkraft einer ersten Feder und einer zweiten Feder verlagerbar ist, wobei der Kolben zwischen einer ersten Endstellung und einer zweiten Endstellung verlagerbar ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein E-Clutch-System mit einem Pedalkraftsimulator. Unter einer elektrisch angesteuerten Kupplung wird eine solche Kupplung verstanden, die aufgrund elektrischer Aktuierung betätigt wird und insbesondere für den Einsatz in Hybridkraftfahrzeugen prädestiniert ist.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind bereits Pedalkraftsimulatoren bekannt. Zum Beispiel offenbart die DE 10 2015 202 875 A1 eine Pedalkraftzeugungsvorrichtung mit einem in einem Gehäuse verlagerbar angeordneten Kolben, wobei der Kolben im Gehäuse zwischen einer ersten Endstellung und einer zweiten Endstellung verlagerbar ist, wobei der Kolben entgegen der Rückstellkraft des ersten Kraftspeichers verlagerbar ist, und wobei auf den Kolben zumindest ein weiterer zweiter Kraftspeicher einwirkt, welcher seine Kraftwirkung auf den Kolben zwischen der ersten Endstellung und der zweiten Endstellung moduliert.

[0003] Auch offenbart ein anderes Dokument, die DE 10 2015 214 974 A1 eine Vorrichtung zur Kraftsimulation an einem Betätigungselement eines Fahrzeuges, vorzugsweise ein Pedalkraftsimulator, mit einem axial beweglich gelagerten Kolben, gegen den eine Rückstellfeder vorgespannt ist und auf den ein Kraftspeicher einwirkt, dessen Kraftwirkung zwischen zwei Positionen des Kolbens wechselt, wobei der Kolben fest mit einer Kraftübertragungseinrichtung verbunden ist, welche an einem Druckelement angreift, das den verschiebbar gelagerten Kraftspeicher betätigt.

[0004] Der Stand der Technik hat jedoch immer den Nachteil, dass bisherige Pedalkraftsimulatoren einen relativ großen Bauraum einnehmen und dass der Drop-Off, also der Kraftabfall nach einem Betätigungsmaximum, sehr groß ist.

[0005] Es ist also die Aufgabe der Erfindung, die Nachteile aus dem Stand der Technik zu vermeiden oder wenigstens zu mildern. Insbesondere soll ein Pedalkraftsimulator, der eine charakteristische benötigte Pedalkraft beim Öffnen und Schließen einer Kupplung besonders realitätsgetreu simuliert, entwickelt werden.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Achsen der ersten Feder und der zweiten Feder, die in Reihe hintereinander angeordnet sind, sich in der ersten Endstellung des Kolbens in einem ersten Drehpunkt schneiden, der unterschiedlich zu einem zweiten Drehpunkt, in dem sich die Wirkachsen der ersten und der zweiten Feder in der zweiten Endstellung des Kolbens schneiden, ist.

[0007] Dies hat den Vorteil, dass der Kraftabfall nach dem Betätigungsmaximum nur relativ flach verläuft, also der Drop-Off reduziert wird, und somit eine charakteristische Kraft für die Pedalbetätigung simuliert wird. Außerdem wird durch die serielle Anordnung eine schlankere Gehäuseausgestaltung des Pedalkraftsimulators ermöglicht, was sich sehr günstig auf die Kompaktheit des Pedalkraftsimulators auswirkt. Ein weiterer Vorteil ist, dass bei einem erfindungsgemäßen Pedalkraftsimulator eine mögliche Sensoranbindung vereinfacht wird, weil der Sensor an einer beliebigen Achse befestigt werden kann, da sich die Wirkachsen abhängig voneinander verlagern. Dies ist gerade bei einer redundanten Sensoranbringung, die eine erhöhte funktionale Sicherheit schafft, relevant.

[0008] Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen beansprucht und werden nachfolgend näher erläutert.

[0009] Zudem ist es zweckmäßig, wenn die Wirkachse der ersten Feder schräg/quer, insbesondere nicht kollinear, zu der Wirkachse der zweiten Feder ausgerichtet ist. Dadurch dass die Wirkachsen nicht auf einer Gerade liegen, wird nur ein Teil der Federkraft auf die Kolbenstange übertragen. Da nur der horizontale Federkraftanteil in Betätigungsrichtung des Kolbens wirkt, kann die Federkennlinie durch die Winkelausrichtung einfach moduliert werden.

[0010] Auch ist es vorteilhaft, wenn die Wirkachse der ersten Feder schräg/quer, insbesondere nicht kollinear, zu der Axialrichtung, also der Betätigungsrichtung, des Kolbens ausgerichtet ist, was eine gezieltere Beeinflussung der aufzubringenden Pedalkraft begünstigt, da dadurch insbesondere eine nicht-linear ansteigende Kraftkennlinie moduliert werden kann. Durch gezielte Winkelausrichtung der ersten Feder kann also bestimmt werden, wie groß Anteil der Rückstellkraft der ersten Feder ist, der auf die Betätigungsrichtung des Kolbens einwirkt.

[0011] Der Begriff der Feder wird hier synonymisch für einen Kraftspeicher verwendet, der nicht nur als federbetätigter, sondern auch als pneumatischer oder hydraulischer Kraftspeicher ausgebildet sein kann. Eine federbetätigte Ausführungsform ist jedoch die üblichste Form eines Kraftspeichers.

[0012] Zusätzlich zeichnet sich ein günstiges Ausführungsbeispiel dadurch aus, dass die Federstärken der beiden Federn und/oder ein für die Federn und die mit ihm verbundenen Elemente zur Verfügung stehender Bewegungsraum so aufeinander abgestimmt sind, dass der Winkel zwischen der Axialrichtung des Kolbens und der Wirkachse der ersten Feder abhängig von der axialen Kolbenposition veränderbar ist. Dadurch dass der Winkel bestimmt, wie groß der Anteil der Federkraft ist, der der Betätigungskraft entgegen wirkt, kann durch die Winkelveränderlichkeit mit der Betätigungsposition die Kraftkennlinie gezielt beeinflusst werden. So ist es von Vorteil, wenn in einer unbetätigten Position eine größere Kraft zum Verlagern des Kolbens notwendig ist als in einer Position, in der der Kolben teilweise oder vollständig betätigt ist. Daher ist es vorteilhaft, wenn der Winkel zwischen der Horizontalrichtung und der Wirkachse der ersten Feder mit einer Verschiebung in Betätigungsrichtung ansteigt.

[0013] Ferner ist es von Vorteil, wenn die Federstärken der beiden Federn und/oder der für die Federn und die mit ihm verbundenen Elemente zur Verfügung stehender Bewegungsraum so aufeinander abgestimmt sind, dass der Winkel zwischen der Wirkachse der ersten Feder und der Wirkachse der zweiten Feder abhängig von der axialen Kolbenposition veränderbar ist. Analog zu dem Winkel zwischen der Kolbenverlagerungsrichtung und der Wirkachse der zweiten Feder bewirkt eine Winkelveränderung zwischen den Wirkachsen der beiden Federn, dass die Federkraft der zweiten Feder so auf den Kolben einwirkend ausgestaltet werden kann, dass sie insbesondere in einer Position, in der das Pedal teilweise oder vollständig betätigt ist, eine größere Rückstellkraft auf die erste Feder und damit auf den Kolben aufbringt als in einer unbetätigten Position. Dadurch wird also vorteilhafterweise ein flaches Abfallen der Kraftkennlinie nach dem Kraftmaximum modelliert.

[0014] Vorzugsweise besitzt die erste Feder eine größere Federhärte als die zweite Feder, was vorteilhafterweise ein Gleichgewicht zwischen den beiden Federn ermöglicht und verhindert, dass bei einer nahezu senkrecht zu der Kolbenachse angestellten Wirkachse der ersten Feder die Federkraft der zweiten Feder eine Verlagerung des Drehpunkts in eine der Kolben-Betätigungsrichtung entgegengesetzte Richtung begünstigt/verursacht.

[0015] Außerdem ist es vorteilhaft, wenn die Wirkachse der zweiten Feder parallel zu der Axialrichtung des Kolbens ist. So ist der Winkel zwischen den beiden Wirkachsen und der Winkel zwischen der Wirkachse der ersten Feder und der Axialrichtung des Kolbens vorteilhafterweise immer gleich groß.

[0016] Zudem ist es zweckmäßig, wenn durch die Abstimmung der Federstärken der beiden Federn

und/oder durch die konstruktive Ausgestaltung des Pedalkraftsimulators eine Betätigung der ersten und/oder der zweiten Feder über den Totpunkt hinaus verhindert wird. Dadurch dass der Drehpunkt sich entgegen der Federkraft der zweiten Feder und mit der Kolbenbewegung mit verlagert, ist der Totpunkt der ersten Feder beweglich. Vorteilhafterweise wird also ein Betätigen der ersten Feder über den Totpunkt hinaus vermieden, was den Drop-Off kontinuierlich verlaufen lässt und nicht schlagartig.

[0017] Zusätzlich ist es von Vorteil, wenn an dem Pedalkraftsimulator eine Reibungsstelle und/oder Befestigungs-/Schmiermittel-/Schmierungsstelle vorhanden ist/sind, die ausgelegt ist/sind, um den Reibungskoeffizienten zwischen den sich verlagernden Bauteilen zu beeinflussen, und insbesondere um die benötigte Pedalkraft zu erhöhen und/oder zu reduzieren, was vorteilhafterweise eine bessere Modulierung der idealen (Soll-)Kraftkennlinie ermöglicht, sowie einen Unterschied (Hysterese) verursacht, zwischen dem Betätigen des Kolbens und dem Weg vom betätigten zum nicht-betätigten Zustand.

[0018] Bevorzugterweise ist an dem Gehäuse ein Anschlag vorhanden, der den Kolben in seiner Axialverschiebung begrenzt. Gerade dadurch kann insbesondere verhindert werden, dass die erste Feder über ihren Totpunkt hinaus betätigt wird, was vorteilhafterweise einen starken/schlagartigen Drop-Off vermeidet.

[0019] Weiterhin ist es von Vorteil, wenn beim Verlagern des Kolbens von der ersten Endstellung/Endposition in die zweite Endstellung/Endposition durch die Abstimmung der Federstärken der beiden Federn und/oder durch die konstruktive Ausgestaltung des Pedalkraftsimulators ein Entspannen der ersten und/oder der zweiten Feder verhindert wird. Gerade ein Entspannen der Feder bewirkt einen Kraftabfall in der Kraftkennlinie, was bei einer charakteristischen Pedalkraftsimulation unerwünscht ist und daher unbedingt zu vermeiden ist.

[0020] Zusätzlich können/kann die erste Feder und/oder die zweite Feder als Druckfeder ausgebildet sein, da Druckfedern sehr variabel in ihrer Federhärte sind und eine lineare oder progressive Federkennlinie aufweisen, die besonders gut zur Modulation der Kraftkennlinie verwendet werden kann.

[0021] Bevorzugterweise ist das Gehäuse so ausgebildet, dass die Verschwenkung der Wirkachse der ersten Feder geführt wird. Durch eine Zwangsführung kann vorteilhafterweise gezielt unterstützt werden, in welchem Winkel die Wirkachsen der Federn zu der Betätigungsachse des Kolbens stehen, was sich wiederum auf die Kraftkennlinie auswirkt.

[0022] Die Aufgabe wird auch dadurch gelöst, dass ein E-Clutch-System mit einem erfindungsgemäßen Pedalkraftsimulator zur Kraftsimulation eingesetzt wird, was vorteilhafterweise bei der Kupplungsbetätigung einer elektronisch angesteuerte/aktuierte Kupplung eine erwartete Pedalkraft relativ realitätsgetreu simuliert.

[0023] Mit anderen Worten betrifft die Erfindung einen Pedalkraftsimulator mit zwei in Reihe geschalteten Federn, deren Wirkachsen nicht kollinear zueinander sind. Auf diese Weise wird ein beweglicher Übertotpunkt der einen Feder geschaffen und dadurch dass nur ein Teil der Federkraft auf den Kolben wirkt, kann die Kraftkennlinie auf eine einfache Weise moduliert werden. Die Kraftkennlinie muss möglichst einer idealen Kennlinie entsprechen, da ein unerwarteter Verlauf des Kraftaufwands bei einer elektronischen Kupplung zu einer geringen Kundenakzeptanz führt.

[0024] Die Erfindung wird nachfolgend mit Hilfe einer Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Pedalkraftsimulators in einer ersten Endstellung eines Kolbens,

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Pedalkraftsimulators in einer zweiten Endstellung des Kolbens, und

Fig. 3 ein Kraftkennliniendiagramm einer Soll- und einer Ist-Kraftkennlinie beim Auskuppeln und beim Einkuppeln eines Kupplungspedals.

[0025] Die Figuren sind lediglich schematischer Natur und dienen ausschließlich dem Verständnis der Erfindung. Die gleichen Elemente sind mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0026] **Fig. 1** zeigt einen Pedalkraftsimulator **1** zur Kraftsimulation für eine elektronisch angesteuerte Kupplung eines Kraftfahrzeugs. In einem Gehäuse **2** des Pedalkraftsimulators **1** ist ein axial verschieblicher Kolben **3** angeordnet, der entgegen der Rückstellkraft einer ersten Feder **4** und einer zweiten Feder **5** verlagert werden kann. **Fig. 1** zeigt den Kolben in einer ersten Endstellung **6**, in der das Kupplungs pedal unbetätigt ist. Der Kolben **3** ist zwischen der ersten Endstellung **6** und einer zweiten Endstellung **7**, in der das Kupplungs pedal betätigt ist, verschiebbar.

[0027] Eine Kraftkennlinie bei der Betätigung des Kupplungspedals von der ersten Endstellung **6** in die zweite Endstellung **7** soll der Kraftkennlinie einer direkt betätigten Kupplung gleichen. Daher sind die Wirkachsen der ersten Feder **4** und der zweiten Feder **5** in Reihe hintereinander angeordnet. Dabei ist die erste Feder **4** an ihrer Krafteinleitungsstelle mit dem Kolben **3** verbunden und an ihrer Kraftausleitungsstelle mit einer Krafteinleitungsstelle der zwei-

ten Feder **5** gekoppelt. Zusätzlich sind die Wirkachsen der beiden Federn **4**, **5** so angeordnet, dass sie sich in der ersten Endstellung **6** des Kolbens **3** in einem ersten Drehpunkt **8** schneiden, der unterschiedlich zu einem zweiten Drehpunkt **9**, in dem sich die Wirkachsen der ersten und der zweiten Feder **4**, **5** in der zweiten Endstellung **9** des Kolbens **3** schneiden, ist.

[0028] Die Wirkachsen der beiden Federn **4**, **5** liegen also schräg zueinander und sind insbesondere nicht auf einer Geraden angeordnet, also nicht kollinear zueinander. Wird das Kupplungs pedal betätigt, verlagert sich der über eine Kolbenstange **10** betätigte Kolben **3** in Axialrichtung. In der Darstellung gemäß **Fig. 1** verschiebt sich der Kolben also nach rechts. Durch die Ausgestaltung des Gehäuses **2** und die Abstimmung der Federhärten der beiden Federn **4**, **5** verschiebt sich auch die erste Feder **4** in Axialrichtung und wird an ihrer Lagerung an dem Kolben **3** verschwenkt. Dabei wandert eine konkave Fläche eines Teils der ersten Feder **4** auf einer konvexen Fläche des Kolbens **3**, wobei die konkave Fläche auf die konvexe Fläche geometrisch abgestimmt ist. Diese Stelle kann auch als beliebiges Drehgelenk ausgestaltet werden.

[0029] Der Winkel zwischen der Axialrichtung des Kolbens **3** und der Wirkachse der ersten Feder **4** verändert sich also beim Betätigen so, dass er zunimmt und sich einem rechten Winkel annähert. Da nur der Federkraftanteil in Horizontalrichtung auf den Kolben **3** wirkt, nimmt die durch die erste Feder **4** auf den Kolben **3** aufgebrauchte Federkraft mit der Betätigungsposition ab.

[0030] Dadurch dass an dem kolbenabgewandten Ende der ersten Feder **4** die zweite Feder **5** angreift, verschiebt sich die erste Feder **4** nicht nur an dem kolbenzugewandten Ende. Die erste Feder **4** beaufschlagt die zweite Feder **5** mit einer Kraft, so dass sich auch das kolbenabgewandte Ende beim Betätigen des Kupplungspedals verschiebt. Es verlagert sich also auch der Drehpunkt der ersten Feder **4**, in dem sich die Wirkachsen der ersten und der zweiten Feder **4**, **5** schneiden, von dem ersten Drehpunkt **8** zu dem zweiten Drehpunkt **9**. Durch diese Verschiebung des Drehpunkts wird also der Totpunkt der ersten Feder **4** mit der Betätigung verschoben, so dass die erste Feder **4** nicht über ihren Totpunkt hinaus betätigt wird.

[0031] In **Fig. 2** ist der Pedalkraftsimulator **1** also in einer betätigten Position, also der zweiten Endstellung **7** des Kolbens **3** dargestellt. Die Federhärten der ersten Feder **4** und der zweiten Feder **5** sind so aufeinander abgestimmt, dass die zweite Feder **5** den Drehpunkt zwischen den beiden Federn **4**, **5** in einer zweiten Endstellung **7** des Kolbens **3** nicht von dem zweiten Drehpunkt **9** zurück zu dem ersten Drehpunkt

8 verlagert. Dies würde den erwünschten Effekt des beweglichen Totpunkts der ersten Feder **4** einschränken.

- 13** zweite Kennlinie
- 14** dritte Kennlinie
- 15** vierte Kennlinie

[0032] Zusätzlich ist das Gehäuse **2** so ausgestaltet, dass es einen Anschlag **11** für den Kolben **3** bietet. So wird wirksam verhindert, dass der Kolben axial so weit verlagert wird, dass die Feder über ihren Totpunkt hinaus verschwenkt wird. Bei einem Verschwenken der Wirkachse über den Totpunkt hinaus, würde die Federkraft in derselben Richtung wie die Betätigungsrichtung wirken, was einen unerwünschten Drop-Off/Kraftabfall in der Kraftkennlinie erzeugt.

[0033] Fig. 3 zeigt den Verlauf einer Soll- und einer Ist-Kraftkennlinie beim Auskuppeln und beim Einkuppeln eines Kupplungspedals. Dabei ist die aufzuwendende Kraft in Abhängigkeit der Betätigungsstellung nicht maßstabsgetreu dargestellt. Eine oberste, erste Kennlinie **12** zeigt den Soll-Verlauf einer Kraftkennlinie beim Auskuppeln und eine unterste, zweite Kennlinie **13** zeigt den Soll-Verlauf beim Einkuppeln. Eine zweitoberste, dritte Kennlinie **14** zeigt den Ist-Kraftverlauf des erfindungsgemäßen Pedalkraftsimulators **1** beim Auskuppeln und eine drittoberste, vierte Kennlinie **15** zeigt den Ist-Kraftverlauf des erfindungsgemäßen Pedalkraftsimulators **1** beim Einkuppeln.

[0034] Die Kennlinien **14**, **15** des erfindungsgemäßen Pedalkraftsimulators **1** zeigen, dass der Pedalkraftsimulator **1** besonders gut in der Kraftsimulation eines charakteristischen Drop-Offs ist, da der Kraftabfall durch die Beschränkung der Axialverschiebung des Kolbens **3** und durch die Verhinderung der Verwendung der ersten Feder **4** über den Totpunkt hinaus dem erwarteten Kraftverlauf nahe kommt. Vor allem der charakteristische flache Verlauf der Ist-Kraftkennlinien **12**, **13** wird durch den beweglichen Drehpunkt zwischen den beiden Federn **4**, **5** realisiert.

Bezugszeichenliste

- 1** Pedalkraftsimulator
- 2** Gehäuse
- 3** Kolben
- 4** erste Feder
- 5** zweite Feder
- 6** erste Endstellung
- 7** zweite Endstellung
- 8** erster Drehpunkt
- 9** zweiter Drehpunkt
- 10** Kolbenstange
- 11** Anschlag
- 12** erste Kennlinie

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 102015202875 A1 [0002]
- DE 102015214974 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Pedalkraftsimulator (1) zur Kraftsimulation für eine elektronisch angesteuerte Kupplung eines Kraftfahrzeugs, mit einem Gehäuse (2), in dem ein axial verschieblicher Kolben (3) angeordnet ist, wobei der Kolben (3) entgegen der Rückstellkraft einer ersten Feder (4) und einer zweiten Feder (5) verlagerbar ist, wobei der Kolben (3) zwischen einer ersten Endstellung (6) und einer zweiten Endstellung (7) verlagerbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wirkachsen der ersten Feder (4) und der zweiten Feder (5), die in Reihe hintereinander angeordnet sind, sich in der ersten Endstellung (6) des Kolbens (3) in einem ersten Drehpunkt (8) schneiden, der unterschiedlich zu einem zweiten Drehpunkt (9), in dem sich die Wirkachsen der ersten und der zweiten Feder (4, 5) in der zweiten Endstellung (9) des Kolbens (3) schneiden, ist.

2. Pedalkraftsimulator (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wirkachse der ersten Feder (4) schräg zu der Wirkachse der zweiten Feder (5) ausgerichtet ist.

3. Pedalkraftsimulator (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federstärken der beiden Federn (4, 5) und/oder ein für die Federn (4, 5) und die mit ihnen verbundenen Elemente zur Verfügung stehender Bewegungsraum so aufeinander abgestimmt sind, dass der Winkel zwischen der Axialrichtung des Kolbens (3) und der Wirkachse der ersten Feder (4) abhängig von der Kolbenposition veränderbar ist.

4. Pedalkraftsimulator (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federstärken der beiden Federn (4, 5) und/oder der zur Verfügung stehende Bewegungsraum so aufeinander abgestimmt sind, dass der Winkel zwischen der Wirkachse der ersten Feder (4) und der Wirkachse der zweiten Feder (5) abhängig von der Kolbenposition ist.

5. Pedalkraftsimulator (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wirkachse der zweiten Feder (5) parallel zu der Axialrichtung des Kolbens (3) ist.

6. Pedalkraftsimulator (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch die Abstimmung der Federstärken der beiden Federn (4, 5) und/oder durch die konstruktive Ausgestaltung des Pedalkraftsimulators (1) eine Betätigung der ersten und/oder der zweiten Feder (4, 5) über den Totpunkt hinaus verhindert wird.

7. Pedalkraftsimulator (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Verlagern des Kolbens (3) von der ersten Endstellung (6) in die zweite Endstellung (7) durch die Ab-

stimmung der Federstärken der beiden Federn (4, 5) und/oder durch die konstruktive Ausgestaltung des Pedalkraftsimulators (1) ein Entspannen der ersten und/oder der zweiten Feder (4, 5) verhindert wird.

8. Pedalkraftsimulator (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Feder (4) und/oder die zweite Feder (5) als Druckfeder ausgebildet ist.

9. Pedalkraftsimulator (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse (2) so ausgebildet ist, dass die Verschwenkung der Wirkachse der ersten Feder (4) geführt wird.

10. E-Clutch-System mit einem Pedalkraftsimulator (1) zur Kraftsimulation nach einem der vorherigen Ansprüche.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

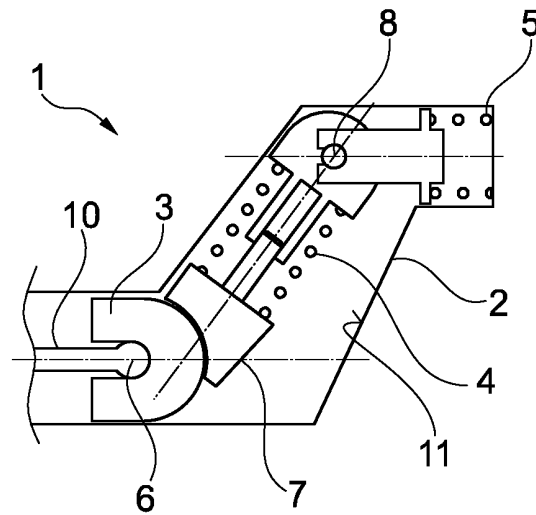


Fig. 1

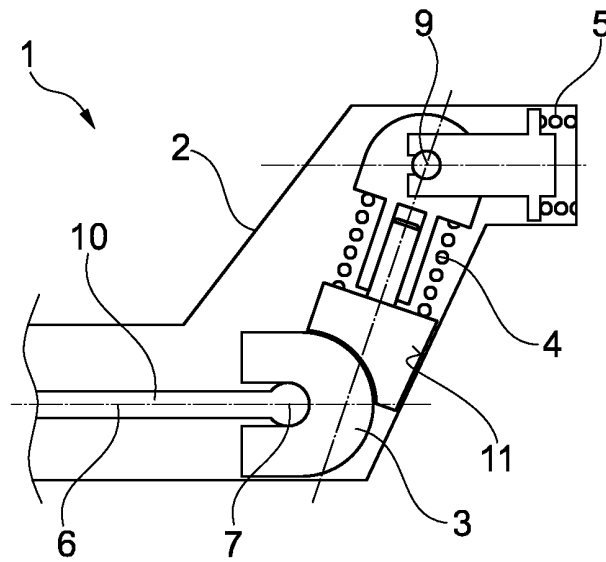


Fig. 2

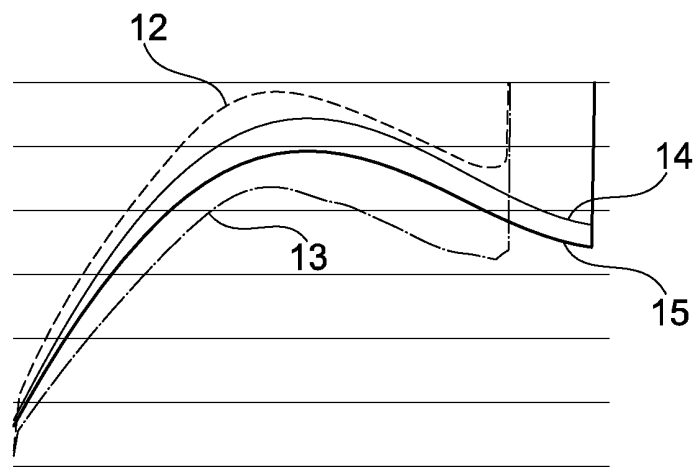


Fig. 3