



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 031 498.6**

(22) Anmeldetag: **19.07.2010**

(43) Offenlegungstag: **19.01.2012**

(51) Int Cl.: **F16D 27/112 (2006.01)**

F16D 47/04 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

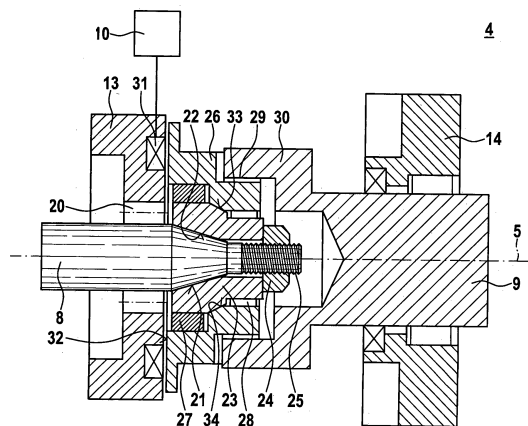
(72) Erfinder:

Eisenmenger, Nadja, 70469, Stuttgart, DE; Brenk, Achim, 75236, Kämpfelbach, DE; Magel, Hans-Christoph, 72764, Reutlingen, DE; Wengert, Andreas, 71549, Auenwald, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Elektromagnetische Schaltkupplung zum Verbinden von einem Dampfmotor mit einem Verbrennungsmotor**

(57) Zusammenfassung: Eine elektromagnetische Schaltkupplung (4), die zum Verbinden von einem Dampfmotor (2) mit einem Verbrennungsmotor (3) dient, umfasst eine erste Welle (8), die von dem Dampfmotor (2) antreibbar ist, und eine zweite Welle (9), die von dem Verbrennungsmotor (3) antreibbar ist. Hierbei sind ein Zwischenrad (23), das mit der ersten Welle (8) verbunden ist, und eine Kupplungsglocke (26) vorgesehen, die mit der zweiten Welle (9) verbunden ist. Ferner ist ein Freilauf (27) zwischen dem Zwischenrad (23) und der Kupplungsglocke (26) vorgesehen, der zum Übertragen einer Drehbewegung von dem mit der ersten Welle (8) verbundenen Zwischenrad (23) auf die Kupplungsglocke (26) in Bezug auf das Zwischenrad (23) ermöglicht. Durch eine elektromagnetische Betätigungskraft ist außerdem eine Reibkraft zwischen dem Zwischenrad (23) und der Kupplungsglocke (26) erzeugbar, um den Dampfmotor (2) mitzunehmen.



Beschreibung

Offenbarung der Erfindung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft das Gebiet der über einen Dampfkraftprozess antreibbaren Dampfmotoren, die mit einem Verbrennungsmotor verbunden sind.

[0002] Bei der Entwicklung von Verbrennungsmotoren kommt der Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs eine hohe Bedeutung zu. Verbrennungsmotoren wandeln die Energie des Kraftstoffs in mechanische Energie zum Antrieb von Fahrzeugen um. Dabei wird ein großer Teil der Energie als Abwärme freigesetzt, die durch das Kühlsystem oder im Abgas vom Verbrennungsmotor weggeleitet wird. Um diese Wärmeenergie zu nutzen, ist es denkbar, dass der Verbrennungsmotor mit einem Dampfkraftprozess gekoppelt wird. Hierbei wird die Wärmeenergie aus dem Verbrennungsmotor zur Erzeugung von Dampf verwendet, der in einer Expansionsmaschine entspannt wird und somit weitere Energie bereitstellt, die zum Antrieb des Fahrzeugs genutzt werden kann.

[0003] Besonders eignet sich die Kombination von einem Verbrennungsmotor mit einem Dampfmotor zur Abwärmenutzung bei einem Nutzkraftwagen, da hier der Verbrennungsmotor eine große Leistung abgeben muss und somit eine große Wärmeenergie zur Dampferzeugung zur Verfügung steht.

[0004] Bei der Verbindung des Dampfmotors mit dem Verbrennungsmotor ist es denkbar, dass eine starre Kopplung besteht. Dies bedeutet allerdings, dass der Verbrennungsmotor bereits ab seinem Start den Dampfmotor mitschleppt, obwohl noch nicht genügend Dampfdruck für den Dampfmotor anliegt. Hierdurch ergibt sich der Nachteil, dass speziell beim Start des Verbrennungsmotors die Effizienz des Gesamtsystems entsprechend der Reibung des Dampfmotors verschlechtert wird. Allerdings kann dadurch der Dampfmotor vom Verbrennungsmotor angeschleppt werden, so dass der Dampfmotor nicht in einer ungünstigen Position stehen bleibt, in der er gegebenenfalls nicht von alleine anlaufen kann.

[0005] Ferner ist es denkbar, dass der Dampfmotor und der Verbrennungsmotor über einen zwischengeschalteten Freilauf miteinander verbunden sind. Hierdurch kann der Verbrennungsmotor frei drehen, wenn nicht genügend Dampfdruck für den Dampfmotor anliegt. Somit muss in diesem Fall der Verbrennungsmotor die zusätzliche Reibleistung des Dampfmotors nicht aufbringen. Hierbei besteht allerdings der Nachteil, dass der Verbrennungsmotor den Dampfmotor nicht mehr anschleppt, wodurch bei ungünstigen Stillstandspositionen des Dampfmotors abhängig von seiner Bauweise dieser gegebenenfalls nicht mehr von alleine anlaufen kann.

[0006] Die erfindungsgemäße elektromagnetische Schaltkupplung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass ein Anschleppen des Dampfmotors von dem Verbrennungsmotor bei einem verbesserten Wirkungsgrad des Gesamtsystems ermöglicht ist.

[0007] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen der im Anspruch 1 angegebenen elektromagnetischen Schaltkupplung möglich.

[0008] Der Dampfmotor ist in vorteilhafter Weise als Kolbenmaschine ausgestaltet. Hierbei sind verschiedene Typen von Kolbenmaschinen möglich. Hierdurch ist speziell für Anwendungen bei Kraftfahrzeugen eine optimierte Auslegung des Dampfmotors und somit ein hoher Wirkungsgrad erzielbar. Der Dampfmotor kann allerdings auch als andere Expansionsmaschine oder auch als Turbine ausgestaltet sein. Je nach Art sind die unterschiedlichen Typen des Dampfmotors in der Lage, bei anliegendem Dampfdruck von alleine zu starten. Speziell bei Kolbendampfmotoren mit kleiner Zylinderzahl, die auch aus Kosten- und Bauraumgründen vorteilhaft sind, besteht allerdings häufig das Problem, dass diese nicht in der Lage sind, selbst anzulaufen. Durch den Freilauf zwischen dem Verbrennungsmotor und dem Dampfmotor kann in der Startphase zunächst ein unerwünschtes Verringern des Wirkungsgrads vermieden werden. Sobald der erforderliche Dampfdruck aufgebaut ist, kann durch die elektromagnetische Betätigungskraft ein Reibschluss hergestellt werden, um den Freilauf zu überbrücken. Möglich ist es auch, dass ein Formschluss zum Überbrücken des Freilaufs erzeugt wird.

[0009] Somit kann nach der Warmlaufphase, wenn genügend Dampfdruck anliegt, über die elektromagnetische Betätigung, die entweder reibschlüssig oder formschlüssig den Freilauf überbrückt, die Drehbewegung des Verbrennungsmotors auf den Dampfmotor übertragen werden. Somit kann der Verbrennungsmotor als Starter für den Dampfmotor dienen. Nach dem Startvorgang kann die elektromagnetische Betätigung wieder ausgeschaltet werden. Der Dampfmotor kann nun seine Leistung über den jetzt gesperrten Freilauf an den Verbrennungsmotor abgeben.

[0010] Besonders vorteilhaft ist es, dass durch die elektromagnetische Betätigungskraft eine Reibkraft zwischen dem Zwischenrad und der Kupplungsglocke erzeugt wird. Hierdurch ist beim Aktivieren der Betätigung zum Überbrücken des Freilaufs eine vorteilhafte Mitnahme der ersten Welle zum Starten des Dampfmotors ermöglicht. Hierdurch ist ein gleichmä-

riger Anlauf des Dampfmotors auch bei relativ hohen Drehzahlen des Verbrennungsmotors gewährleistet.

[0011] Vorteilhaft ist es, dass das Zwischenrad eine konische Reibfläche aufweist, dass die Kupplungsglocke eine konische Reibfläche aufweist, dass die konische Reibfläche des Zwischenrads und die konische Reibfläche der Kupplungsglocke einander zugewandt sind und dass durch die elektromagnetische Betätigungskraft die konische Reibfläche des Zwischenrads und die konische Reibfläche der Kupplungsglocke gegeneinander beaufschlagt werden. Hierdurch kann bei einer kompakten Bauweise eine hohe Reibkraft erzeugt werden, wodurch zum Starten des Dampfmotors hohe Kräfte von dem Verbrennungsmotor auf den Dampfmotor übertragen werden können.

[0012] Vorteilhaft ist es allerdings auch, dass das Zwischenrad eine ringförmige Reibfläche aufweist, dass die Kupplungsglocke eine ringförmige Reibfläche aufweist, dass die ringförmige Reibfläche des Zwischenrads und die ringförmige Reibfläche der Kupplungsglocke senkrecht zu einer Drehachse der ersten Welle orientiert und einander zugewandt sind und dass durch die elektromagnetische Betätigungskraft die ringförmige Reibfläche des Zwischenrads und die ringförmige Reibfläche der Kupplungsglocke gegeneinander beaufschlagt werden. Hierdurch ist ein vorteilhaftes Öffnen und Schließen der Reibverbindung zwischen der Kupplungsglocke und dem Zwischenrad ermöglicht.

[0013] Vorteilhaft ist es auch, dass die Kupplungsglocke zumindest teilweise aus einem ferromagnetischen Werkstoff gebildet ist. Hierdurch kann die Kupplungsglocke beispielsweise von einem Elektromagneten betätigt werden, um den Reibschluss herzustellen. Möglich ist es auch, dass an der Kupplungsglocke ein oder mehrere ferromagnetische Elemente angeordnet sind. Solche ferromagnetischen Elemente können beispielsweise in die Kupplungsglocke eingesetzt oder mit der Kupplungsglocke verbunden sein. Ein oder mehrere Elektromagnete sind hierbei den ferromagnetischen Elementen zugeordnet.

[0014] Außerdem ist es vorteilhaft, dass der Dampfmotor ein Gehäuseteil aufweist, dass eine Stirnseite der Kupplungsglocke dem Gehäuseteil zugewandt ist und dass an dem Gehäuseteil ein Elektromagnet angeordnet ist, der der Stirnseite der Kupplungsglocke zugeordnet ist. Hierdurch ist ein kompakter Aufbau des Gesamtsystems möglich. Vorteilhaft ist es hierbei auch, dass das Gehäuseteil des Dampfmotors aus einem ferromagnetischen Werkstoff gebildet ist.

[0015] Ferner ist es vorteilhaft, dass die Kupplungsglocke über eine flexible Kupplung mit der zweiten Welle verbunden ist. Solch eine flexible Kupplung

kann beispielsweise als Klauenkupplung ausgestaltet sein. Somit kann im normalen Betrieb des Dampfmotors bei gesperrtem Freilauf das Drehmoment über die Klauenkupplung auf die zweite Welle, die eine Welle des Verbrennungsmotors sein kann, übertragen werden.

[0016] Vorteilhaft ist es auch, dass die erste Welle einen konischen Abschnitt aufweist, dass das Zwischenrad eine konische Aufnahme aufweist, die den konischen Abschnitt der ersten Welle aufnimmt, und dass zum Verbinden des Zwischenrads mit der ersten Welle der konische Abschnitt mittels einer Spannmutter gegen die konische Aufnahme beaufschlagt ist. Hierdurch kann eine zuverlässige Verbindung bei einer kompakten Ausgestaltung realisiert werden.

[0017] Außerdem ist es vorteilhaft, dass eine Steuerung vorgesehen ist und dass die Steuerung zum Starten des Dampfmotors die Erzeugung der elektromagnetischen Betätigungskraft befiehlt. Hierbei kann die Steuerung direkt oder über einen elektrischen oder elektronischen Schalter die Magnetspule betätigen, um den Freilauf zu überbrücken, wenn der Dampfdruck ausreichend groß ist. Nach dem Anlaufen des Dampfmotors kann die Steuerung die elektromagnetische Betätigungskraft wieder aufheben, so dass die Kraftübertragung von dem Dampfmotor auf den Verbrennungsmotor über den gesperrten Freilauf erfolgt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen, in denen sich entsprechende Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen sind, näher erläutert. Es zeigt:

[0019] [Fig. 1](#) eine Anordnung mit einem Verbrennungsmotor und einem Dampfmotor, die über eine elektromagnetische Schaltkupplung miteinander verbunden sind, in einer schematischen Darstellung entsprechend einer möglichen Ausgestaltung der Erfindung;

[0020] [Fig. 2](#) die in [Fig. 1](#) dargestellte elektromagnetische Schaltkupplung entsprechend einem ersten Ausführungsbeispiel in einer schematischen Schnittdarstellung und

[0021] [Fig. 3](#) die in [Fig. 2](#) dargestellte elektromagnetische Schaltkupplung entsprechend einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Ausführungsformen der Erfindung

[0022] [Fig. 1](#) zeigt eine Anordnung **1** mit einem Dampfmotor **2** und einem Verbrennungsmotor **3**, die

über eine elektromagnetische Schaltkupplung **4** miteinander verbunden sind, entsprechend einer möglichen Ausgestaltung der Erfindung. Die elektromagnetische Schaltkupplung **4** ist hierbei nicht notwendigerweise in einer festen Anordnung mit dem Dampfmotor **2** und dem Verbrennungsmotor **3** ausgestaltet und kann unabhängig von dem Dampfmotor **2** und dem Verbrennungsmotor **3** hergestellt und vertrieben werden. Im konkreten Anwendungsfall, insbesondere bei einem Kraftfahrzeug, beispielsweise einem Nutzkraftwagen, kann die elektromagnetische Schaltkupplung **4** entsprechend der Anordnung **1** zwischen dem Dampfmotor **2** und dem Verbrennungsmotor **3** montiert sein. Allerdings sind auch andere Anordnungen möglich. Insbesondere können anstelle einer gemeinsamen Drehachse **5** des Dampfmotors **2** und des Verbrennungsmotors **3** auch mehrere voneinander verschiedene Drehachsen vorgesehen sein. Speziell kann der Dampfmotor **2** auch seitlich an dem Verbrennungsmotor **3** angeordnet sein, wobei ein Getriebe über Zahnriemen oder Zahnräder eine Übertragung des Drehmoments ermöglicht.

[0023] In diesem Ausführungsbeispiel weist der Verbrennungsmotor **3** vier Zylinder **6A**, **6B**, **6C**, **6D** auf. Ferner weist der Dampfmotor **2** einander gegenüberliegende Zylinder **7A**, **7B** auf. Die Zylinder **7A**, **7B** des Dampfmotors **2** wirken auf eine erste Welle **8**, die von dem Dampfmotor **2** antreibbar ist. In diesem Ausführungsbeispiel ist die erste Welle **8** die Welle des Dampfmotors **2**. Die Zylinder **6A** bis **6D** wirken auf eine zweite Welle **9** ein, die somit von dem Verbrennungsmotor **3** antreibbar ist. In diesem Ausführungsbeispiel ist die zweite Welle **9** eine Welle des Verbrennungsmotors **3**.

[0024] Die elektromagnetische Schaltkupplung **4** ist zwischen dem Dampfmotor **2** und dem Verbrennungsmotor **3** angeordnet. Die elektromagnetische Schaltkupplung **4** umfasst die erste Welle **8** und die zweite Welle **9**. Da die erste Welle **8** zugleich die Welle **8** des Dampfmotors **2** ist und die zweite Welle **9** zugleich die Welle des Verbrennungsmotors **3** ist, ergibt sich in diesem Ausführungsbeispiel eine kompakte Ausgestaltung der Anordnung **1**. Allerdings können die einzelnen Wellen auch über geeignete Getriebe, insbesondere Zahnriemen oder Zahnräder, miteinander verbunden sein.

[0025] Die elektromagnetische Schaltkupplung **4** umfasst außerdem eine Steuerung **10**. Die Steuerung **10** kann hierbei Teil einer zentralen oder dezentralen Steuerung des Kraftfahrzeugs sein oder durch eine solche angesteuert werden. Außerdem sind Haltearme **11**, **12** vorgesehen, die ein Gehäuseteil **13** des Dampfmotors **2** mit einem Motorblock **14** des Verbrennungsmotors **3** verbinden.

[0026] **Fig. 2** zeigt die in **Fig. 1** dargestellte elektromagnetische Schaltkupplung **4** entsprechend einem ersten Ausführungsbeispiel in einer schematischen Schnittdarstellung. Die erste Welle **8** ist in diesem Ausführungsbeispiel in dem Gehäuseteil **13** mittels eines Lagers **20** gelagert. Die erste Welle **8** weist einen konischen Abschnitt **21** auf, der in eine konische Ausnehmung **22** eines Zwischenrads **23** eingesetzt ist. Hierdurch ist das Zwischenrad **23** auf die erste Welle **8** aufgesetzt. Ferner ist eine Spannmutter **24** vorgesehen, die auf ein endseitiges Gewinde **25** der ersten Welle **8** aufgeschraubt ist. Mit der Spannmutter **24** wird das Zwischenrad **23** an den konischen Abschnitt **21** der ersten Welle **8** angepresst, so dass eine reibschlüssige Verbindung zwischen der ersten Welle **8** und dem Zwischenrad **23** gebildet ist. Somit ist das Zwischenrad **23** mittels der Spannmutter **24** zuverlässig auf die erste Welle **8** aufgeschraubt.

[0027] Die Schaltkupplung **4** umfasst ferner eine Kupplungsglocke **26**. Zwischen der Kupplungsglocke **26** und dem Zwischenrad **23** ist ein Freilauf **27** vorgesehen. Der Freilauf **27** ist so ausgestaltet, dass die Kupplungsglocke **26** entsprechend einer Drehrichtung der zweiten Welle **9** um die Drehachse **5** freilaufen kann. Andererseits nimmt bei solch einer Drehbewegung das Zwischenrad **23** die Kupplungsglocke **26** über den Freilauf **27** mit. Als zusätzliche Abstützung ist außerdem ein Lager **28** vorgesehen, das gegebenenfalls auch entfallen kann.

[0028] Entsprechend der von dem Verbrennungsmotor **3** prinzipbedingt vorgegebenen Drehrichtung der zweiten Welle **9** kann somit auch die Kupplungsglocke **26** gegenüber der ersten Welle **8** frei laufen. Speziell bei still stehendem Dampfmotor **2** kann somit der Verbrennungsmotor **3** anlaufen, ohne dass der Dampfmotor **2** mitgenommen wird. Hierdurch wird zum einen das Starten des Verbrennungsmotors **3** erleichtert und zum anderen der Wirkungsgrad in der Startphase verbessert. Läuft hingegen der Dampfmotor **2**, dann kann über den nun gesperrten Freilauf **27** das Drehmoment des Dampfmotors **2** von der ersten Welle **8** auf die zweite Welle **9** übertragen werden.

[0029] Somit ist im normalen Betrieb des Dampfmotors **2**, der am Verbrennungsmotor **3** angeordnet ist, der Freilauf **27** gesperrt und das Drehmoment übertragbar. Hierbei kann die Kupplungsglocke **26** über eine flexible Kupplung **29** von der Kupplungsglocke **26** auf die zweite Welle **9** übertragen werden. Hierbei kann an der zweiten Welle **9** eine Klaue **30** vorgesehen sein. Die flexible Kupplung **29** ist dann als Klauenkupplung **29** ausgestaltet. Somit kann das Drehmoment des Dampfmotors **2** über den gesperrten Freilauf **27** und die flexible Kupplung **29** auf die zweite Welle **9** des Verbrennungsmotors **3** übertragen werden.

[0030] Wenn der Verbrennungsmotor **3** startet und der Motorblock **14** noch kalt ist, dann liegt in der Regel auch nicht genügend Abwärme vor, um einen zum Betrieb des Dampfmotors **2** erforderlichen Dampfdruck des zugehörigen Dampfkreises aufzubauen. Über den nun aktiven Freilauf **27** kann der Verbrennungsmotor **3** starten, ohne dass der Dampfmotor **2** mitgeschleppt werden muss.

[0031] Wenn aufgrund der Abwärme des Verbrennungsmotors **3** ein ausreichender Dampfdruck aufgebaut ist, dann befiehlt die Steuerung **10** eine elektromagnetische Betätigung der elektromagnetischen Schaltkupplung **4**.

[0032] In diesem Ausführungsbeispiel ist das Gehäuseteil **13** aus einem ferromagnetischen Material gebildet. Hierbei ist in das Gehäuseteil **13** des Dampfmotors **2** eine Magnetspule **31** eingesetzt, die direkt oder über einen elektrischen oder elektronischen Schalter mit der Steuerung **10** verbunden ist. Wenn die Steuerung **10** die Magnetspule **31** mit Strom beaufschlagt, dann wird der aus dem Gehäuseteil **13** und der Magnetspule **31** gebildete Elektromagnet **13, 31** aktiviert. In diesem Ausführungsbeispiel ist außerdem auch die Kupplungsglocke **26** aus einem ferromagnetischen Material gebildet. Bei aktivierten Magneten **13, 31** wird somit die Kupplungsglocke **26** in Richtung auf das Gehäuseteil **13** mit einer elektromagnetischen Betätigungskraft beaufschlagt. Hierbei ist eine Stirnfläche **32** der Kupplungsglocke **26** in vorteilhafter Weise dem Magneten **13, 31** zugeordnet.

[0033] Die Kupplungsglocke **26** ist so gelagert, dass diese über das Lager **28** und den noch nicht gesperrten Freilauf **27** axial verschiebbar ist. Durch die Betätigungskraft wird nun eine axiale Verschiebung der Kupplungsglocke **26** bewirkt, bis die Kupplungsglocke **26** am Zwischenrad **23** anliegt.

[0034] In diesem Ausführungsbeispiel weist das Zwischenrad **23** eine konische Reibfläche **33** auf, die mit einer konischen Reibfläche **34** der Kupplungsglocke **26** zusammenwirkt. Durch die elektromagnetische Betätigungskraft wird ein Reibschluss zwischen der konischen Reibfläche **33** des Zwischenrads **23** und der konischen Reibfläche **34** der Kupplungsglocke **26** hergestellt. Durch die erzeugte Reibung wird der Dampfmotor **2** angeschleppt und mitgenommen.

[0035] Sobald der Dampfmotor **2** zumindest näherungsweise die Drehzahl des Verbrennungsmotors **3** erreicht hat und aus eigener Kraft weiterläuft oder sogar ein zusätzliches Drehmoment auf den Verbrennungsmotor **3** übertragen werden kann, wird die Magnetspule **31** wieder abgeschaltet. Somit wird der Reibschluss zwischen den Reibflächen **33, 34** wieder gelöst. In diesem Betriebszustand ist der Freilauf **27** gesperrt, so dass der Dampfmotor **2** seine Arbeit an den Verbrennungsmotor **3** abgeben kann.

[0036] Je nach Ausgestaltung der Anordnung **1** wird somit die Drehzahl der ersten Welle **8** durch Bestromen der Magnetspule **31** und somit Betätigen der Kupplungsglocke **26** auf die Drehzahl der zweiten Welle **9** gebracht. Anschließend läuft die erste Welle **8** mit der Drehzahl der zweiten Welle **9**, wobei eine Übertragung eines zusätzlichen Drehmoments von der ersten Welle **8** auf die zweite Welle **9** über den gesperrten Freilauf **27** möglich ist.

[0037] Somit kann insbesondere eine Anlaufhilfe für den Dampfmotor **2** gewährleistet werden.

[0038] [Fig. 3](#) zeigt die in [Fig. 2](#) dargestellte elektromagnetische Schaltkupplung **4** entsprechend einem zweiten Ausführungsbeispiel. In diesem Ausführungsbeispiel ist der Elektromagnet **31, 35** durch ein ferromagnetisches Element **35** und die Magnetspule **31** gebildet. Das ferromagnetische Element **35** ist hierbei in das Gehäuseteil **13** eingesetzt. Das Gehäuseteil **13** kann dadurch aus einem nichtmagnetischen Werkstoff gebildet sein. Außerdem ist in diesem Ausführungsbeispiel auch die Kupplungsglocke **26** aus einem nichtmagnetischen Werkstoff gebildet. In die Kupplungsglocke **26** ist deshalb ein ferromagnetisches Element **36** eingefügt. Hierbei können auch mehrere ferromagnetische Elemente an dem Gehäuseteil **13** und/oder an der Kupplungsglocke **26** vorgesehen sein. Das ferromagnetische Element **36** ist im Bereich der Stirnfläche **32** der Kupplungsglocke **26** angeordnet und dem Magneten **31, 35** zugeordnet. Durch Bestromen der Magnetspule **31** erzeugt der Elektromagnet **31, 35** eine elektromagnetische Betätigungskraft auf das ferromagnetische Element **36**, die zu einer Verstellung der Kupplungsglocke **26** führt.

[0039] Außerdem ist die Reibfläche **33** an dem Zwischenrad **23** in diesem Ausführungsbeispiel als ringförmige Reibfläche **33** ausgestaltet. Ferner ist auch die Reibfläche **34** an der Kupplungsglocke **26** als ringförmige Reibfläche **34** ausgestaltet. Die Reibflächen **33, 34** sind hierbei senkrecht zu der Drehachse **5** orientiert. Ferner sind die Reibflächen **33, 34** einander zugewandt. Somit kann über die senkrecht zur Betätigungskraft orientierten Reibflächen **33, 34** ein Reibschluss gebildet werden.

[0040] Es ist anzumerken, dass auch eine andere Kombination der beschriebenen Varianten möglich ist. Insbesondere können die ringförmigen Reibflächen **33, 34**, die anhand der [Fig. 3](#) beschrieben sind, auch bei dem anhand der [Fig. 2](#) beschriebenen Ausführungsbeispiel, bei dem das Gehäuseteil **13** und die Kupplungsglocke **26** aus ferromagnetischen Materialien gebildet sind, zum Einsatz kommen.

[0041] Bei der anhand der [Fig. 3](#) beschriebenen Ausgestaltung des Elektromagneten **31, 35** kann der Elektromagnet als vormontierte Einheit hergestellt

werden, der dann im Gehäuse **13** des Dampfmotors **2** verbaut wird. Hierdurch können die Bereiche um den Magnetkreis als separate Bauteile ausgeführt werden.

[0042] Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt.

Patentansprüche

1. Elektromagnetische Schaltkupplung (**4**), die zum Verbinden von einem Dampfmotor (**2**) mit einem Verbrennungsmotor (**3**) dient, wobei eine erste Welle (**8**), die von dem Dampfmotor (**2**) antreibbar ist, und eine zweite Welle (**9**), die von dem Verbrennungsmotor (**3**) antreibbar ist, vorgesehen sind, wobei ein Zwischenrad (**23**), das mit der ersten Welle (**8**) verbunden ist, und eine Kupplungsglocke (**26**), die zumindest mittelbar mit der zweiten Welle (**9**) verbunden ist, vorgesehen sind, wobei ein Freilauf (**27**) zwischen dem Zwischenrad (**23**) und der Kupplungsglocke (**26**) vorgesehen ist, der zum Übertragen einer Drehbewegung von dem mit der ersten Welle (**8**) verbundenen Zwischenrad (**23**) auf die Kupplungsglocke (**26**) dient und einen freien Lauf der Kupplungsglocke (**26**) in Bezug auf das Zwischenrad (**23**) ermöglicht, und wobei durch eine elektromagnetische Betätigungskraft zumindest mittelbar eine Reibkraft und/oder ein Formschluss zwischen dem Zwischenrad (**23**) und der Kupplungsglocke (**26**) erzeugbar ist.

2. Elektromagnetische Schaltkupplung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenrad (**23**) eine konische Reibfläche (**33**) aufweist, dass die Kupplungsglocke (**26**) eine konische Reibfläche (**34**) aufweist, dass die konische Reibfläche (**33**) des Zwischenrads (**23**) und die konische Reibfläche (**34**) der Kupplungsglocke (**26**) einander zugewandt sind und dass durch die elektromagnetische Betätigungskraft die konische Reibfläche (**33**) des Zwischenrads (**23**) und die konische Reibfläche (**34**) der Kupplungsglocke (**26**) gegeneinander beaufschlagt werden.

3. Elektromagnetische Schaltkupplung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenrad (**23**) eine ringförmige Reibfläche (**33**) aufweist, dass die Kupplungsglocke (**26**) eine ringförmige Reibfläche (**34**) aufweist, dass die ringförmige Reibfläche (**33**) des Zwischenrads (**23**) und die ringförmige Reibfläche (**34**) der Kupplungsglocke (**26**) senkrecht zu einer Drehachse (**5**) der ersten Welle (**8**) orientiert und einander zugewandt sind und dass durch die elektromagnetische Betätigungskraft die ringförmige Reibfläche (**33**) des Zwischenrads (**23**) und die ringförmige Reibfläche (**34**) der Kupplungsglocke (**26**) gegeneinander beaufschlagt werden.

4. Elektromagnetische Schaltkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass

die Kupplungsglocke (**26**) zumindest teilweise aus einem ferromagnetischen Werkstoff gebildet ist und/oder dass an der Kupplungsglocke (**26**) zumindest ein ferromagnetisches Element (**36**) angeordnet ist.

5. Elektromagnetische Schaltkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Dampfmotor (**2**) ein Gehäuseteil (**13**) aufweist, dass eine Stirnseite (**32**) der Kupplungsglocke (**26**) dem Gehäuseteil (**13**) zugewandt ist und dass an dem Gehäuseteil (**13**) ein Elektromagnet (**31**) angeordnet ist, der der Stirnseite der Kupplungsglocke zugeordnet ist.

6. Elektromagnetische Schaltkupplung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuseteil (**13**) des Dampfmotors (**2**) aus einem ferromagnetischen Werkstoff gebildet ist.

7. Elektromagnetische Schaltkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplungsglocke (**26**) über eine flexible Kupplung (**29**) mit der zweiten Welle (**9**) verbunden ist.

8. Elektromagnetische Schaltkupplung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die flexible Kupplung (**29**) als Klauenkupplung (**29, 30**) ausgestaltet ist.

9. Elektromagnetische Schaltkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Welle (**8**) einen konischen Abschnitt (**21**) aufweist, dass das Zwischenrad (**23**) eine konische Aufnahme (**22**) aufweist, die den konischen Abschnitt (**21**) der ersten Welle (**8**) aufnimmt, und dass zum Verbinden des Zwischenrads (**23**) mit der ersten Welle (**8**) der konische Abschnitt (**21**) mittels einer Spannmutter (**24**) gegen die konische Aufnahme (**22**) beaufschlagt ist.

10. Elektromagnetische Schaltkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerung (**10**) vorgesehen ist und dass die Steuerung ausgestaltet ist, zum Starten des Dampfmotors (**2**) die Erzeugung der elektromagnetischen Betätigungskraft zu befehlen.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

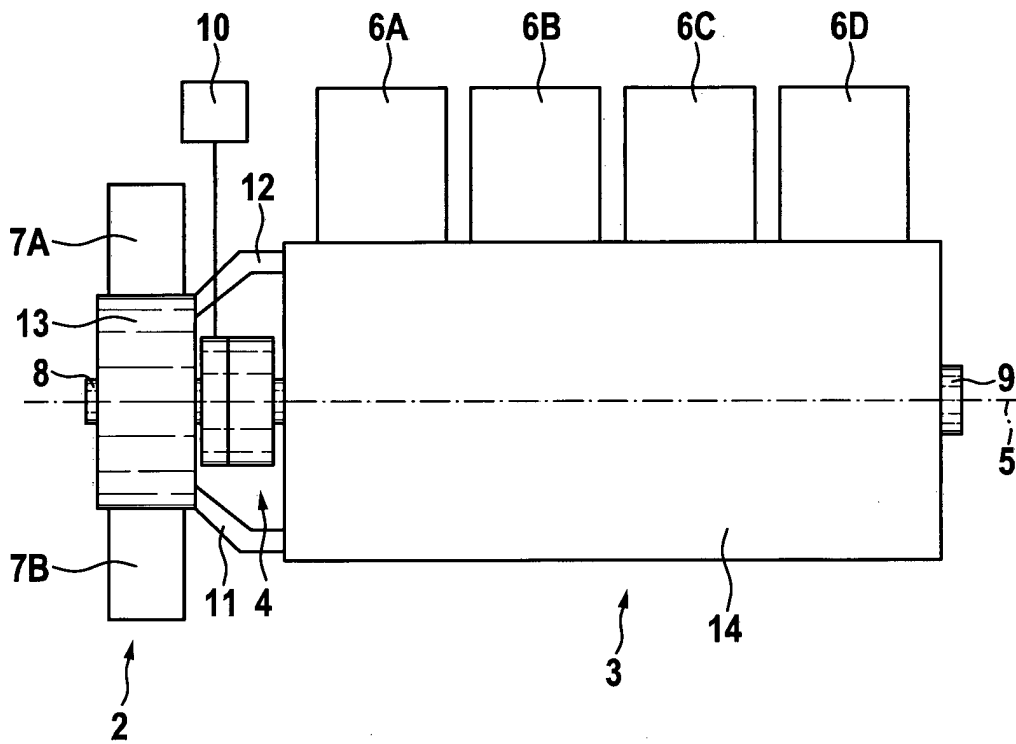


Fig. 1

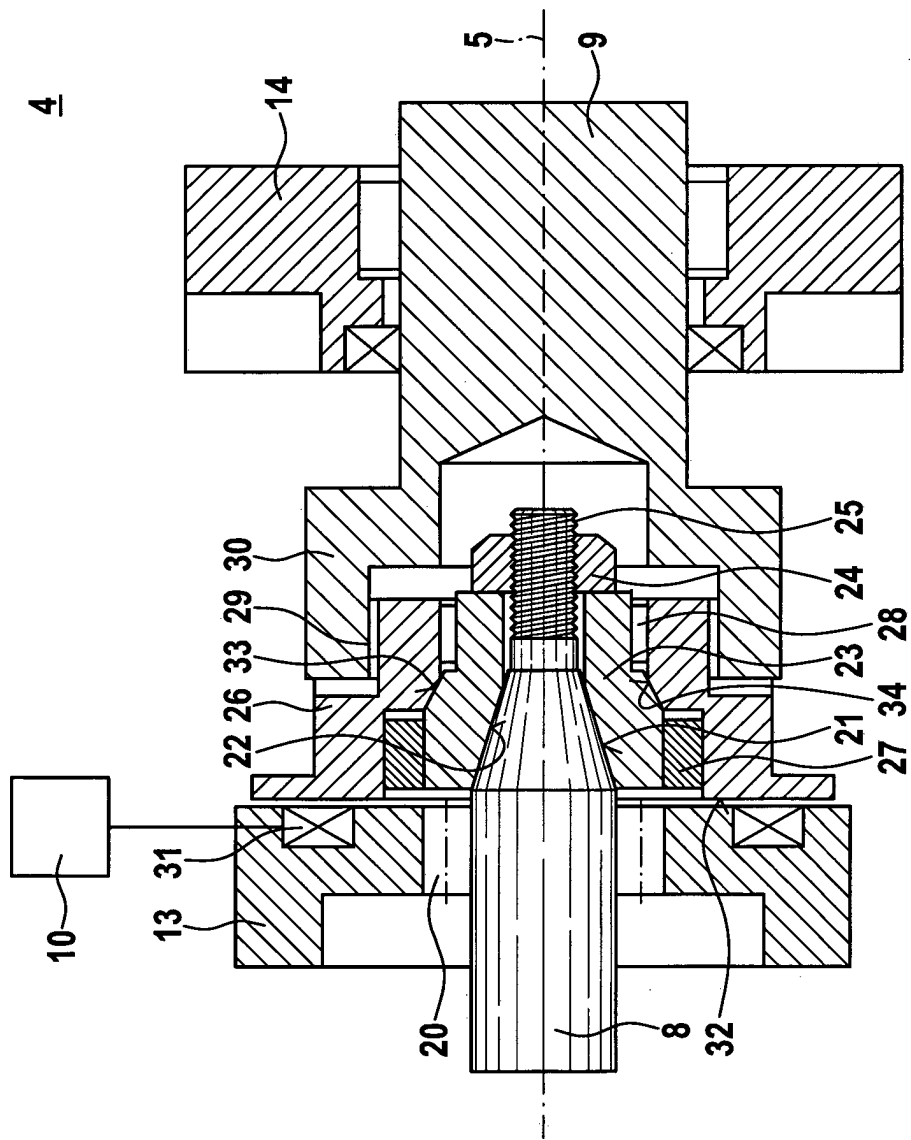


Fig. 2

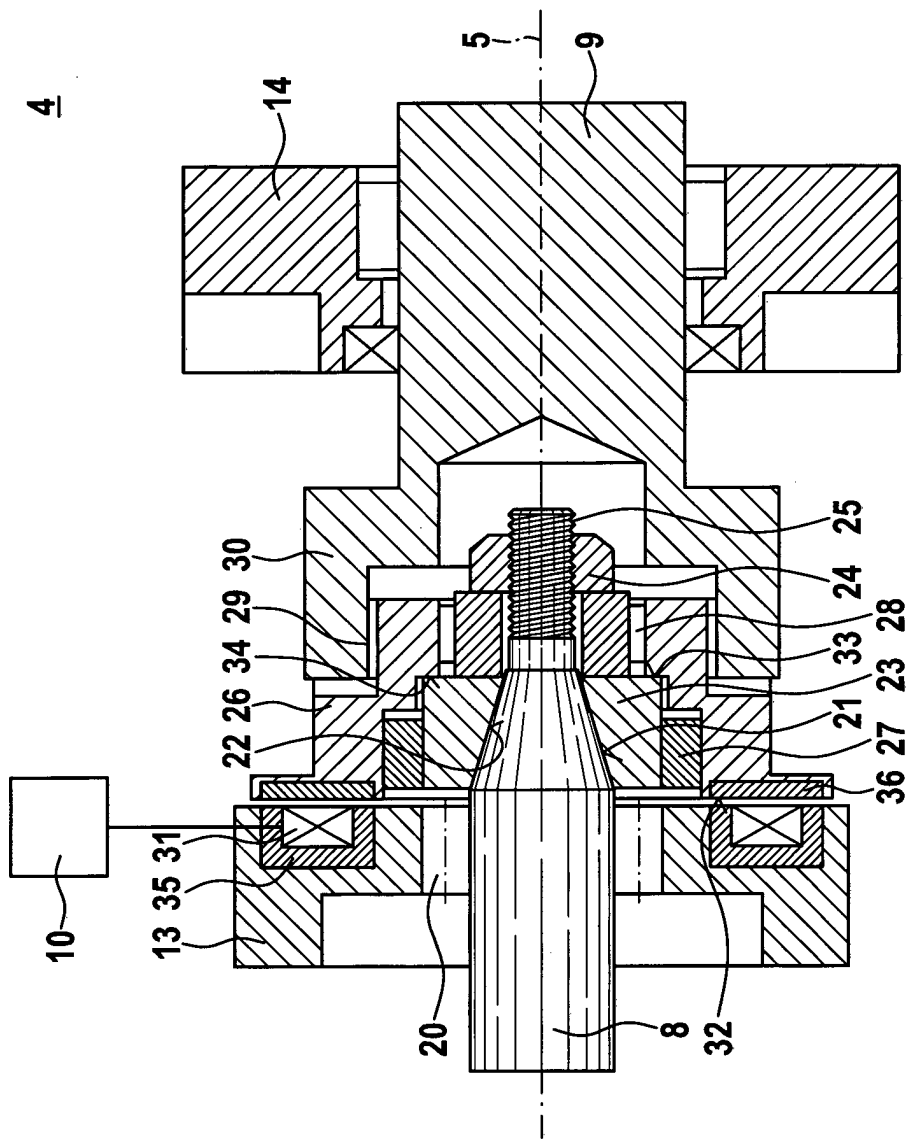


Fig. 3