



(10) **DE 10 2011 006 087 A1** 2012.09.27

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 006 087.1**

(22) Anmeldetag: **25.03.2011**

(43) Offenlegungstag: **27.09.2012**

(51) Int Cl.: **B60K 6/12 (2006.01)**

**B60K 6/48 (2007.10)**

**B60K 6/387 (2007.10)**

(71) Anmelder:

**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,  
80809, München, DE**

(72) Erfinder:

**Bollig, Marcus, Dr., 81479, München, DE; Kliez,  
Matthias, 85221, Dachau, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 29 38 404 A1**

**US 2008 / 0 251 302 A1**

**EP 2 065 282 A1**

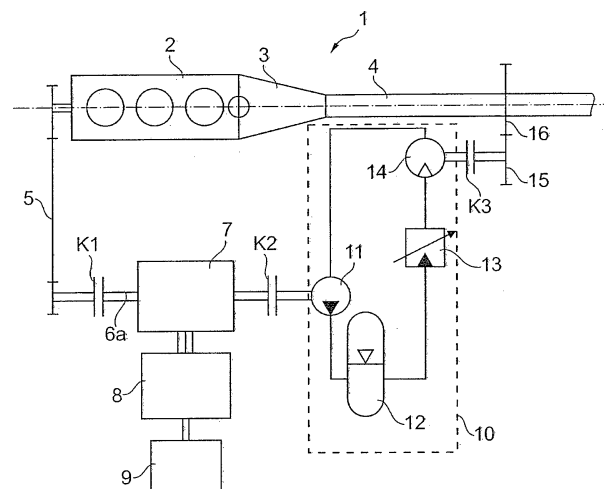
**WO 2009/ 094 492 A2**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Fahrzeug mit einem Verbrennungsmotor und einer Antriebs-/Rekuperationshydraulik**

(57) Zusammenfassung: Fahrzeug, mit einem Verbrennungsmotor, der zum Antreiben eines Antriebsstrangs vorgesehen ist, einer über eine erste Kupplung mit dem Verbrennungsmotor koppelbaren elektrischen Maschine, und einer Antriebs-/Rekuperationshydraulik, die über eine zweite Kupplung mit der elektrischen Maschine koppelbar ist und die über eine dritte Kupplung mit dem Antriebsstrang koppelbar ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Fahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Die EP 2 065 282 A1 beschreibt einen Fahrzeughybridantrieb, bei dem ein Verbrennungsmotor über ein Getriebe und eine Kupplung mit einem Differentialgetriebe verbunden ist. Parallel zu dem Verbrennungsmotor ist eine elektrische Maschine vorgesehen, die über eine weitere Kupplung mit einer die Getriebeausgangswelle mit dem Differentialgetriebeeingang verbindenden Welle koppelbar ist. Ferner ist ein Hydraulikmotor/Generator vorgesehen, der über eine dritte Kupplung mit der das Getriebe mit dem Differentialgetriebe verbindenden Welle koppelbar ist. In Schubphasen des Fahrzeugs kann kinetische Energie wahlweise über die zweite Kupplung und die elektrische Maschine rekuperiert und in elektrische Energie umgewandelt werden oder über die dritte Kupplung und den Hydraulikmotor/Generator rekuperiert und in einem hydraulischen Druckspeicher gespeichert werden. In Betriebszuständen, in denen das Fahrzeug angetrieben wird, kann wahlweise die im elektrischen und/oder hydraulischen System gespeicherte, rekuperierte Energie in den Antriebsstrang rückgespeist werden.

**[0003]** Aus der US 2008/0251302 A1 sind verschiedene Antriebskonzepte bekannt, bei denen ein Verbrennungsmotor seriell mit einer elektrischen Maschine und diese über eine Kupplung mit einem hydrostatischen Antrieb koppelbar ist, der wiederum Antriebsräder des Fahrzeugs antreibt bzw. kinetische Energie des Fahrzeugs rekuperiert und in einem Druckspeicher speichert.

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es, einen herkömmlichen Fahrzeugantrieb mit geringem technischen Aufwand so zu modifizieren, dass in Schubphasen kinetische Energie rekuperiert, zwischengespeichert und zum Antreiben des Fahrzeugs, insbesondere im Kriechbetrieb, genutzt werden kann.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

**[0006]** Ausgangspunkt der Erfindung ist ein Fahrzeug, mit einem Verbrennungsmotor, insbesondere mit einem großvolumigen Verbrennungsmotor mit sechs oder mehr Zylindern, der als Primärtrieb zum Antreiben eines Antriebsstrangs des Fahrzeugs vorgesehen ist. Ferner ist eine elektrische Maschine vorgesehen, die über eine erste Kupplung mit dem Verbrennungsmotor koppelbar ist. Bei der elektrischen Maschine kann es sich um eine Klauenpolmaschine handeln, wie sie bei Fahrzeugen mit Verbrennungs-

motor üblicherweise als „Lichtmaschine“ eingesetzt wird. Die elektrische Maschine kann über eine Übersetzung, z. B. über einen Riementrieb, eine Zahnradstufe, einen Kettentrieb, ein Reibradgetriebe o. ä., und die erste Kupplung mit dem Verbrennungsmotor gekoppelt werden. Die „Kopplung“ zwischen dem Verbrennungsmotor und der elektrischen Maschine stellt also einen Antrieb der elektrischen Maschine dar, wenn diese als Generator arbeitet.

**[0007]** Ferner ist eine „Antriebs-/Rekuperationshydraulik“ vorgesehen, die über eine zweite Kupplung mit der elektrischen Maschine koppelbar ist.

**[0008]** Der Kern der Erfindung besteht darin, dass die Antriebs-/Rekuperationshydraulik über eine dritte Kupplung mit dem Antriebsstrang koppelbar ist.

**[0009]** Bei der Antriebs-/Rekuperationshydraulik kann es sich um ein „hydrostatisches Antriebssystem“ bzw. um ein „hydrostatisches Getriebe“ mit einem Druckspeicher handeln, in dem Hydraulikenergie bzw. Druckenergie zwischengespeichert werden kann.

**[0010]** Ein wesentlicher Unterschied gegenüber der eingangs genannten US 2008/0251301 A1 ist darin zu sehen, dass der Antriebsstrang unabhängig, d. h. ohne Beteiligung der Antriebs-/Rekuperationshydraulik von dem Verbrennungsmotor antreibbar ist. Gemäß der Erfindung handelt es sich bei der Antriebs-/Rekuperationshydraulik um eine im Bedarfsfall zuschaltbare Einrichtung, die beim „normalen“ verbrennungsmotorischen Verfahren“ abgekoppelt ist.

**[0011]** Es kann vorgesehen sein, dass die Antriebs-/Rekuperationshydraulik lediglich nur in manchen Betriebszuständen, wie z. B. im Kriechbetrieb (nicht aber im „normalen Fahrbetrieb“) oder im Schubbetrieb des Fahrzeugs „zugeschaltet“ wird. Im Kriechbetrieb des Fahrzeugs kann Kriechleistung aus der Antriebs-/Rekuperationshydraulik über die dritte Kupplung in den Antriebsstrang eingespeist werden. Im Schubbetrieb des Fahrzeugs hingegen kann kinetische Energie aus dem Antriebsstrang über die dritte Kupplung in die Antriebs-/Rekuperationshydraulik rückgespeist bzw. rekuperiert werden. Prinzipiell könnte die Antriebs-/Rekuperationshydraulik aber auch bei höheren Geschwindigkeiten, d. h. im „Normalbetrieb“ zugeschaltet werden.

**[0012]** Eine Antriebs-/Rekuperationshydraulik gemäß der Erfindung weist eine erste „Pumpen-/Motoreinrichtung“ auf, welche über die zweite Kupplung mechanisch mit der elektrischen Maschine koppelbar ist. Der Begriff „Pumpen-/Motoreinrichtung“ ist so zu verstehen, dass die betreffende Einrichtung wahlweise als mechanisch anzutreibende Hydraulikpumpe

pe oder als hydraulisch angetriebener Hydraulikmotor betrieben werden kann.

**[0013]** Wenn die erste Pumpen-/Motoreinrichtung als Hydraulikpumpe arbeitet und die zweite Kupplung geschlossen ist, wird die erste Pumpen-/Motoreinrichtung von der elektrischen Maschine, die dann als Elektromotor arbeitet, angetrieben. Demgegenüber arbeitet die erste Pumpen-/Motoreinrichtung im Schubbetrieb des Fahrzeugs als Hydraulikmotor, welcher die elektrische Maschine, die dann als Generator arbeitet, antreibt. Auf diese Weise kann kinetische Energie des Fahrzeugs in elektrische Energie umgewandelt und in einem Batteriesystem zwischengespeichert werden.

**[0014]** Die Antriebs-/Rekuperationshydraulik weist ferner eine hydraulisch mit der ersten Pumpen-/Motoreinrichtung hydraulisch über Fluidleitungen verbundene zweite Pumpe-/Motoreinrichtung auf, welche über die dritte Kupplung mechanisch mit dem Antriebsstrang koppelbar ist. Zwischen der zweiten Pumpen-/Motoreinrichtung und dem Antriebsstrang bzw. zwischen der dritten Kupplung und dem Antriebsstrang kann eine Übersetzungseinrichtung, z. B. eine Zahnradstufe oder ein Riementrieb angeordnet sein.

**[0015]** Um Energie in der Antriebs-/Rekuperationshydraulik speichern zu können, kann ein Druckspeicher vorgesehen sein, der hydraulisch über Fluidleitungen mit den Pumpen-/Motoreinrichtungen der Antriebs-/Rekuperationshydraulik verbunden ist. Der Druckspeicher kann in einer die beiden Pumpen-/Motoreinrichtung verbindenden Fluidleitung angeordnet sein. Bei dem Druckspeicher kann es sich beispielsweise um einen herkömmlichen Membranspeicher handeln.

**[0016]** Zur Regelung des Volumenstroms in der Antriebs-/Rekuperationshydraulik kann in einer die beiden Pumpen-/Motoreinrichtungen verbindenden Fluidleitung ein elektrisch ansteuerbares Regelventil (z. B. Proportionalventil) angeordnet sein.

**[0017]** Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist der Druckspeicher so ausgelegt, dass zumindest die zum Anrollenlassen des Fahrzeugs aus dem Stand heraus und zum Erreichen einer vorgegebenen Kriechgeschwindigkeit erforderliche Energie in dem Druckspeicher speicherbar ist. Es genügt also, den Druckspeicher so auszulegen, dass er nur für eine relativ kurze Zeitdauer hydraulische Energie zur Verfügung stellt. Die für einen längeren Kriechvorgang benötigte Kriechleistung bzw. Energie kann von der elektrischen Maschine über die zweite Kupplung und die erste Pumpen-/Motoreinrichtung (die dann als Hydraulikpumpe arbeitet) in die Antriebs-/Rekuperationshydraulik eingespeist und weiter über die zweite Pumpen-/Motoreinrichtung (die dann als Hy-

draulikmotor arbeitet) und die dritte Kupplung in den Antriebsstrang eingespeist werden.

**[0018]** Es kann vorgesehen sein, dass die erste und/oder die zweite und/oder die dritte Kupplung durch eine elektromagnetische Aktuatorik betätigbar ist. Insbesondere kann es sich bei den Kupplungen um herkömmliche Magnetkupplungen handeln.

**[0019]** Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist zwischen dem Verbrennungsmotor und dem Antriebsstrang ein Stufengetriebe oder ein stufenlos schaltbares Getriebe angeordnet. Die Antriebs-/Rekuperationshydraulik ist also vorzugsweise – in Drehmomentübertragungsrichtung betrachtet – nach dem Getriebeausgang mit dem Antriebsstrang verbunden.

**[0020]** Wie bereits angedeutet, kann es sich bei der elektrischen Maschine um einen Maschinentyp handeln, wie er bei herkömmlichen Fahrzeugen als Lichtmaschine eingesetzt wird. Eine derartige elektrische Maschine kann im elektromotorischen Betrieb auf eine Dauerleistung von z. B. ca. 5 KW, insbesondere von weniger als 3 KW ausgelegt sein und auf eine Spitzenleistung von z. B. ca. weniger als 10 KW, insbesondere auf eine Spitzenleistung von weniger als 7 KW.

**[0021]** Im Folgenden wird die Erfindung im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

**[0022]** [Fig. 1](#) eine stark schematisierte Darstellung des Grundprinzips der Erfindung;

**[0023]** [Fig. 2](#) ein Diagramm, in dem der Kriechleistungsbedarf eines Fahrzeugs dargestellt ist.

**[0024]** [Fig. 1](#) zeigt einen Fahrzeugantrieb **1** mit einem Verbrennungsmotor **2** und einem daran angeflanschten Getriebe **3**, das über eine Gelenkwelle **4**, welche im Folgenden allgemein als Antriebsstrang bezeichnet wird, mit hier nicht näher dargestellten Antriebsrädern eines Fahrzeugs verbunden ist. Der Verbrennungsmotor **2** bildet den Primärtrieb des Fahrzeugs. Der Verbrennungsmotor **2** ist über einen Riementrieb **5** und eine erste Kupplung K1 mit einem Wellenstummel **6a** einer Läuferwelle einer elektrischen Maschine **7** verbunden. Die elektrische Maschine ist über eine Leistungselektronik **8** elektrisch mit einem Batteriesystem **9** verbunden.

**[0025]** Ferner ist eine Antriebs-/Rekuperationshydraulik **10** vorgesehen, die auch als „hydrostatisches Getriebe“ bezeichnet werden kann. Die Antriebs-/Rekuperationshydraulik **10** weist eine erste Pumpen-/Motoreinrichtung **11** auf, die über entsprechende Hydraulikleitungen, einen Druckspeicher **12** und ein Stromregelventil **13** mit einer zweiten Pumpen-/Motoreinrichtung **14** hydraulisch verbunden ist. Die

beiden Pumpen-/Motoreinrichtung **12**, **14**, der Druckspeicher **12** und das Stromregelventil **13** bilden einen geschlossenen Hydraulikkreis.

**[0026]** Die erste Pumpen-/Motoreinrichtung ist über eine Kupplung K2 mit der elektrischen Maschine **7** koppelbar. Die zweite Pumpen-/Motoreinrichtung **14** ist über eine dritte Kupplung K3 und eine Übersetzungsstufe, die z. B. durch eine Zahnradstufe **15**, **16**, einen Riementrieb o. ä., gebildet sein kann, mit dem Antriebsstrang **4** koppelbar.

**[0027]** Im „normalen“ verbrennungsmotorischen Fahrmodus ist die Antriebs-/Rekuperationshydraulik **10** passiv, d. h. entkoppelt. Dementsprechend sind im verbrennungsmotorischen Fahrmodus die beiden Kupplungen K2, K3 geöffnet. Die Kupplung K1 kann ebenfalls geöffnet sein. Sofern im Fahrzeug ein „erhöhter“ elektrischer Energiebedarf besteht oder wenn sich das Batteriesystem **9** auf einem niedrigen Ladezustandsniveau befindet und ein Laden des Batteriesystems **9** erforderlich ist, kann die Kupplung K1 geschlossen werden. Der Verbrennungsmotor **2** treibt dann die als Generator arbeitende elektrische Maschine **7** an, welche elektrische Energie erzeugt.

**[0028]** Im Schubbetrieb des Fahrzeugs kann kinetische Energie rekuperiert und hydraulisch und/oder elektrisch zwischengespeichert werden. Um kinetische Energie aus dem Antriebsstrang **4** zu rekuperieren muss die Kupplung K3 geschlossen sein. In diesem Betriebsmodus arbeitet die Pumpen-/Motoreinrichtung **14** als Hydraulikpumpe und die Pumpen-/Motoreinrichtung **11** als Hydraulikmotor, welcher, wenn die Kupplung K2 geschlossen ist, die elektrische Maschine **7**, die dann als Generator arbeitet antreibt. Auf diese Weise kann kinetische Energie des Fahrzeugs über die Antriebs-/Rekuperationshydraulik in elektrische Energie umgewandelt und im Batteriesystem **9** zwischengespeichert werden. Alternativ oder ergänzend dazu kann rekuperierte hydraulische Energie in dem Druckspeicher **12** zwischengespeichert werden. Die Kupplung K1 ist im Rekuperationsmodus geöffnet.

**[0029]** Umgekehrt kann über die Antriebs-/Rekuperationshydraulik auch (rekuperierte) Antriebsenergie in den Antriebsstrang **4** rückgespeist werden. Bei geöffneter Kupplung K1 und geschlossenen Kupplungen K2 und K3 kann zunächst die im Druckspeicher **12** gespeicherte Druckenergie über die als Hydraulikmotor arbeitende Pumpen-/Motoreinrichtung **14**, die Kupplung K3 und die Übersetzungsstufe **15**, **16** in den Antriebsstrang **4** eingespeist werden.

**[0030]** Die im Druckspeicher **12** gespeicherte Druckenergie kann beispielsweise zum Anrollenlassen bzw. Losrollenlassen des Fahrzeugs aus dem Stand heraus genutzt werden. Zum eigentlichen, d. h. längeren Kriechenlassen des Fahrzeugs kann die elek-

trische Maschine **7** (gespeist durch das Batteriesystem **9**) als Motor betrieben werden, welche dann die als Hydraulikpumpe arbeitende Pumpen-/Motoreinrichtung **11** antreibt, welche wiederum die als Hydraulikmotor arbeitenden Pumpen-/Motoreinrichtung **13** antreibt. Auf diese Weise kann die im Batteriesystem **9** gespeicherte elektrische Energie als „Kriechenergie“ in den Antriebsstrang **4** eingespeist werden.

**[0031]** Vollständigkeitshalber sei erwähnt, dass bei geöffneter Kupplung K2 und geschlossener Kupplung K1 die elektrische Maschine **7** mit der im Batteriesystem **9** gespeicherten elektrischen Energie zum Starten des Verbrennungsmotors **2** eingesetzt werden kann.

**[0032]** [Fig. 2](#) zeigt eine Kurve **17**, welche den Kriechleistungsbedarf eines Fahrzeugs repräsentiert. Um ein Fahrzeug aus dem Stand heraus anrollen zu lassen ist zunächst kurzzeitig ein relativ hoher Leistungsbedarf  $P_{\max}$  erforderlich. Sobald das Fahrzeug rollt, kann dieses mit einer deutlich geringeren Leistung  $P_{\text{Kriech}}$  in rollendem Zustand gehalten werden. Die Kriechleistung  $P_{\text{Kriech}}$  ist kleiner oder gleich der von der elektrischen Maschine **7** erzeugbaren Dauerleistung  $P_{\text{Motor}}$ .

**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**

- EP 2065282 A1 [[0002](#)]
- US 2008/0251302 A1 [[0003](#)]
- US 2008/0251301 A1 [[0010](#)]

## Patentansprüche

1. Fahrzeug, mit  
 – einem Verbrennungsmotor (2), der zum Antreiben eines Antriebsstrangs (4) vorgesehen ist,  
 – einer über eine erste Kupplung, (K1) mit dem Verbrennungsmotor (2) koppelbaren elektrischen Maschine (7), und  
 – einer Antriebs-/Rekuperationshydraulik (10), die über eine zweite Kupplung (K2) mit der elektrischen Maschine (7) koppelbar ist,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebs-/Rekuperationshydraulik (10) über eine dritte Kupplung (K3) mit dem Antriebsstrang (4) koppelbar ist.

2. Fahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsstrang (4) unabhängig bzw. ohne Beteiligung der Antriebs-/Rekuperationshydraulik (10) von dem Verbrennungsmotor (2) antreibbar ist.

3. Fahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebs-/Rekuperationshydraulik (10) dazu vorgesehen ist,  
 – im Kriechbetrieb des Fahrzeugs Kriechleistung über die dritte Kupplung (K3) in den Antriebsstrang (4) einzuspeisen und  
 – im Schubbetrieb des Fahrzeugs kinetische Energie aus dem Antriebsstrang (4) zu rekuperieren.

4. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebs-/Rekuperationshydraulik (10),  
 – eine erste Pumpen-/Motoreinrichtung (11) aufweist, welche über die zweite Kupplung (K2) mechanisch mit der elektrischen Maschine (7) koppelbar ist, und  
 – eine hydraulisch mit der ersten Pumpen-/Motoreinrichtung (11) verbundene zweite Pumpen-/Motoreinrichtung (14), welche über die dritte Kupplung (K3) mechanisch mit dem Antriebsstrang (4) koppelbar ist.

5. Fahrzeug nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebs-/Rekuperationshydraulik (10) einen hydraulisch mit den beiden Pumpen-/Motoreinrichtungen (11, 14) verbundenen Druckspeicher (12) aufweist, in dem von einer oder beiden der Pumpen-/Motoreinrichtungen (11, 14) erzeugte Druckenergie, insbesondere aus dem Antriebsstrang (4) rekuperierte kinetische Energie, speicherbar ist.

6. Fahrzeug nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckspeicher (12) in einer die beiden Pumpen-/Motoreinrichtungen (11, 14) verbindenden Fluidleitung angeordnet ist.

7. Fahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einer oder in der die beiden Pumpen-/Motoreinrichtungen (11, 14) verbindenden Fluidleitung ein Regelventil (13) zur

Regelung des Volumenstroms in der Antriebs-/Rekuperationshydraulik (10) vorgesehen ist.

8. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckspeicher (12) so ausgelegt ist, dass zumindest die zum Anrollenlassen des Fahrzeugs aus dem Stand heraus und zum Erreichen einer vorgegebenen Kriechgeschwindigkeit erforderliche Energie in dem Druckspeicher (12) speicherbar ist.

9. Fahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Kriechbetrieb des Fahrzeugs die elektrische Maschine (7) die erste Pumpen-/Motoreinrichtung (11) antreibt, wobei die von der elektrischen Maschine (7) lieferbare Leistung ( $P_{\text{Motor}}$ ) mindestens der zum Kriechenlassen des Fahrzeugs erforderlichen Leistung ( $P_{\text{Kriech}}$ ) entspricht.

10. Fahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine (7) über eine Übersetzungseinrichtung (5) mit dem Verbrennungsmotor (2) gekoppelt ist.

11. Fahrzeug Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Übersetzungseinrichtung durch einen Riementrieb (5) gebildet ist und die elektrische Maschine (7) parallel versetzt in Bezug auf eine Kurbelwelle des Verbrennungsmotors (2) angeordnet ist.

12. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite und/oder die dritte Kupplung (K1, K2, K3) durch eine elektromagnetische Aktuatorik betätigbar ist.

13. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Verbrennungsmotor (2) und dem Antriebsstrang (4) ein Stufengetriebe (3) oder ein stufenlos schaltbares Getriebe angeordnet ist.

14. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine (7) im motorischen Betrieb eine Dauerleistung von weniger als 5 KW, insbesondere von weniger als 3 KW, und eine Spitzenleistung von weniger als 10 KW, insbesondere von weniger als 7 KW, erbringt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

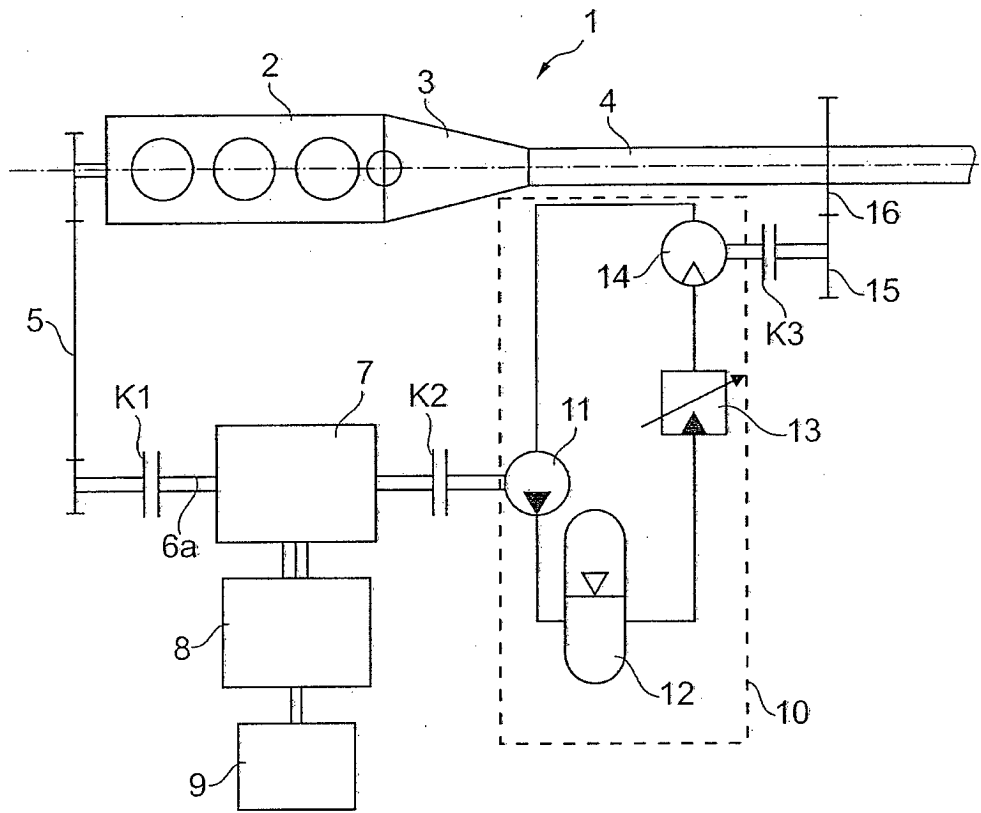


Fig. 1

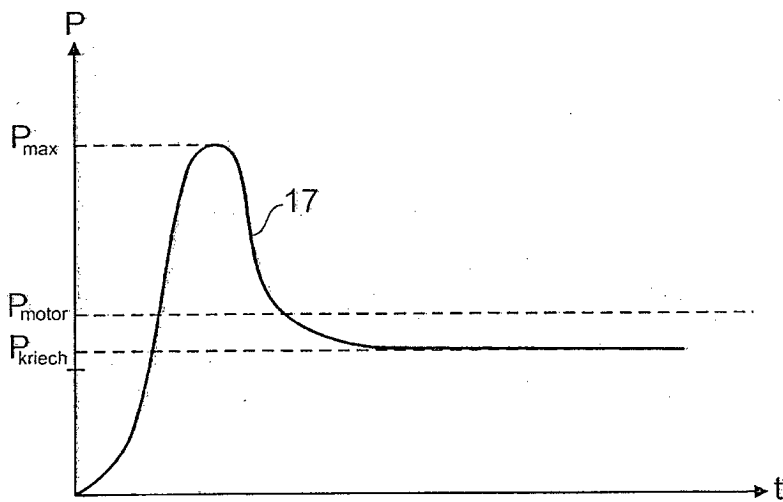


Fig. 2