



(10) **DE 10 2004 048 606 B4** 2019.05.09

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2004 048 606.9**
 (22) Anmeldetag: **06.10.2004**
 (43) Offenlegungstag: **20.04.2006**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **09.05.2019**

(51) Int Cl.: **B60W 20/10** (2016.01)
F01L 13/02 (2006.01)
F02B 67/04 (2006.01)
B60W 10/06 (2006.01)
B60W 10/08 (2006.01)
B60W 10/30 (2006.01)

Innerhalb von neun 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:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Steuernagel, Frank, 70469 Stuttgart, DE

(56) Ermittelte Stand der Technik:

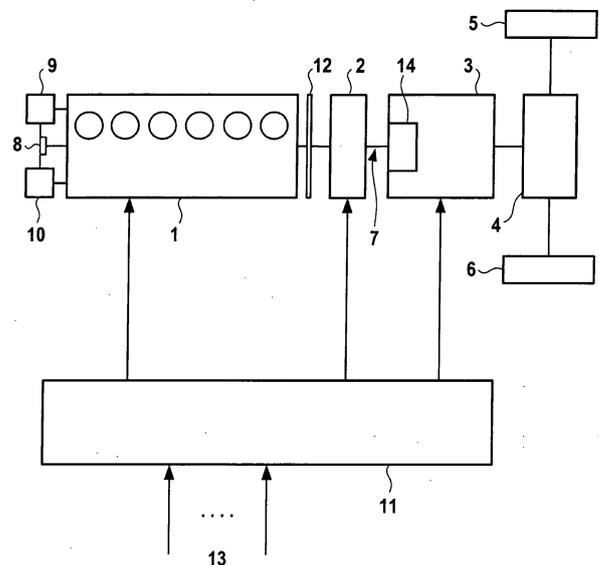
DE	196 32 074	C2
DE	199 53 856	C2
DE	199 23 316	A1
DE	199 31 963	A1

EP	0 904 971	B1
EP	1 115 591	B1
EP	0 819 561	A2
EP	1 186 753	A2
WO	02/ 049 868	A1

(54) Bezeichnung: **Hybrider Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug**

(57) Hauptanspruch: Hybrider Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug, mit

- einer Verbrennungskraftmaschine (1) mit frei ansteuerbarer Ventiltrieb-Verstellung,
- einer mit der Verbrennungskraftmaschine (1) fest gekoppelten elektrischen Maschine (2),
- einem mit der elektrischen Maschine fest gekoppelten automatisierten, lastschaltbaren Getriebe (3),
- mehreren Nebenaggregaten (9,10,14) und
- einer Steuereinheit (11) zur Einleitung und Steuerung des dekomprimierenden und des komprimierenden Betriebes der Verbrennungskraftmaschine (1), wobei
- die Steuereinheit (11) die elektrische Maschine (2) derart ansteuert, dass die Versorgung der Nebenaggregate (9, 10,14) während des dekomprimierenden Betriebes der Verbrennungskraftmaschine (1) durch die elektrische Maschine (2) erfolgt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen hybriden Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug.

Stand der Technik

[0002] Aus der EP 1 115 591 B1 ist bereits ein Antriebssystem für Kraftfahrzeuge bekannt, das mit einer Verbrennungskraftmaschine als Hauptantrieb, einer Fahrkupplung, einem Fahrzeuggetriebe, mindestens einer Antriebsachse im Hauptantriebsstrang, einem Nebenantriebsstrang und Nebenaggregaten, die im Nebenantriebsstrang angeordnet sein können, versehen ist. Der Nebenantriebsstrang ist mit dem Hauptantriebsstrang koppelbar. Weiterhin weist das bekannte Antriebssystem eine als Starter-Generator arbeitende elektrische Maschine auf. Der Nebenantriebsstrang enthält einen eigenen Nebenaggregateantrieb, der mit dem Starter-Generator koppelbar ist. Weiterhin sind der Nebenaggregateantrieb und der Starter-Generator sowohl einzeln als auch gemeinsam mit oder ohne den Hauptantrieb zum Antrieb des Kraftfahrzeugs über ein Zwischengetriebe mit der Antriebsachse des Kraftfahrzeugs koppelbar. Zwischen der Verbrennungskraftmaschine und dem Zwischengetriebe ist eine Hilfskupplung vorgesehen. Zwischen dem Nebenaggregateantrieb und dem Starter-Generator befindet sich eine Schaltkupplung.

[0003] Hybride Antriebsstränge in der Kraftfahrzeugtechnik zeichnen sich durch eine Integration elektrischer Maschinen in den konventionellen Antriebsstrang aus. Der konventionelle Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs wird dominiert von Verbrennungskraftmaschinen und Getrieben in manueller oder automatischer Bauweise. Ferner zeichnen sich diese Antriebsstränge dadurch aus, dass die Verbrennungskraftmaschine nur ein einziges Mal im sogenannten Ur- oder Erststart gestartet wird und während des Betriebes nicht mehr abgeschaltet wird. Es ist daher zwingend notwendig, die laufende Verbrennungskraftmaschine bei Fahrzeugstillstand und eingelegetem Gang vom übrigen Antriebsstrang mittels trennender Maschinenelemente wie beispielsweise Kupplungen oder Wandlern zu entkoppeln.

[0004] Die hybriden Antriebsstränge erweitern die konventionellen Antriebsstränge um weitere Fahrfunktionen wie reines elektrisches Fahren, Rekupe-ration, hybrides Fahren, usw.. Die bekannten Konzepte eines Parallel-Hybrides verwenden trennende Maschinenelemente, um komfortabel die laufende Verbrennungskraftmaschine beispielsweise bei Start-Stopp in der Stopp-Phase abzuschalten und in der Start- bzw. Anfahr-Phase wieder starten zu können.

[0005] Aus der EP 1 186 753 A2 ist ein Steuersystem für ein Hybridfahrzeug bekannt, welches eine Ver-

brennungskraftmaschine, einen elektrischen Energiespeicher, einen ersten Generator/Motor, der wahlweise als Startermotor für die Verbrennungskraftmaschine oder als Generator arbeitet, einen zweiten Generator/Motor, der wahlweise als Hilfsmotor oder als Generator arbeitet, und einen Ventilsteuerungsmechanismus aufweist. Weiterhin ist eine Steuereinheit vorgesehen, die verschiedene Betriebsarten des Fahrzeugs steuert. Dazu gehören ein Stillstandsbetrieb und ein low speed running-Betrieb, wobei jeweils die Verbrennungskraftmaschine gestoppt wird, und Betriebsarten, bei denen die Verbrennungskraftmaschine gestartet wird. Die Verbrennungskraftmaschine ist über eine Kupplung mit dem zweiten Generator/Motor verbunden.

[0006] Aus der EP 0 904 971 B1 ist ein Regelsystem zum Regeln eines Hybridfahrzeugs bekannt. Dieses weist einen Verbrennungsmotor auf, der eine Antriebswelle dreht. Weiterhin ist eine Saugluft-Kontrollvorrichtung vorgesehen, die die Saugluftmenge kontrolliert, die dem Verbrennungsmotor zugeführt wird. Ferner enthält das bekannte Hybridfahrzeug ein Abgasrückführ-Kontrollventil, das die Rückführung von Abgasen aus dem Abgassystem des Motors zum Einlasssystem des Motors kontrolliert, sowie einen Katalysator und einen Elektromotor, der im Regenerierungsmodus kinetische Energie der Antriebswelle in elektrische Energie umwandelt. Weiterhin ist eine Antriebsregelschaltung vorgesehen, die den Elektromotor regelt, sowie eine Speichervorrichtung für elektrische Energie. Eine Kontrollvorrichtung betreibt die Saugluft-Kontrollvorrichtung derart, dass die Saugluftmenge geringer wird, und das Abgasrückführkontrollventil in einer Öffnungsrichtung betrieben wird, wenn der Elektromotor im Regenerierungsmodus arbeitet, während das Hybridfahrzeug abbremst.

[0007] Aus der DE 199 53 856 C2 sind eine Ventilsteuervorrichtung und ein Ventilsteuerverfahren für ein Fahrzeugtriebwerk bekannt. Dabei erfolgt ein Umschalten von Öffnungs-/Schließzeiten eines Einlassventils eines Triebwerks eines Hybrid-Elektrofahrzeugs, wobei das Fahrzeug wahlweise das Triebwerk oder einen Elektromotor zum Erzeugen einer Antriebskraft verwendet. Das Triebwerk umfasst eine Verbrennungsstopp-Vorrichtung zum Stoppen einer Verbrennung des Triebwerks beim Vorliegen einer vorbestimmten Fahrzeugfahrbedingung. Die Steuervorrichtung umfasst eine Stelleinrichtung, welche die Öffnungs-/Schließzeiten des Einlassventils gemäß einem Eingangssignal ändert, und einen Mikroprozessor, welcher derart programmiert ist, dass er bestimmt, ob eine Triebwerkverbrennung gestoppt ist oder nicht, und das Signal derart steuert, dass die Öffnungs-/Schließzeiten des Einlassventils bei gestopp-ter Triebwerkverbrennung gegenüber einem Fall, bei welchem eine Verbrennung nicht gestoppt ist, verzögert werden.

[0008] Aus der EP 0 819 561 A2 ist ein Fahrzeug-Steuerstatus bekannt. Dieses enthält eine Verbrennungskraftmaschine, die über ein Dämpfungselement mit einer Ausgangswelle verbunden ist, einen Motor, der eine rotierende Welle hat, die mechanisch an die Ausgangswelle angeschlossen ist, Kompressionsverhältnis-Variierungsmittel zur Veränderung des effektiven Kompressionsverhältnisses der Verbrennungskraftmaschine, Steuerstatus-Detektionsmittel zur Detektion des Steuerstatus der Verbrennungskraftmaschine, Motorsteuermittel zur Steuerung und Kontrolle des genannten Motors als Antwort auf ein vorbestimmtes Steuererfordernis, um die Verbrennungskraftmaschine anzutreiben, wenn die Benzinzufuhr gestoppt ist, und Kompressionsverhältnis-Regulierungsmittel, die dann, wenn der detektierte Steuerstatus der Verbrennungskraftmaschine in einem vorbestimmten Bereich ist, die Kompressionsverhältnis-Regulierungsmittel variieren, um das effektive Kompressionsverhältnis der Verbrennungskraftmaschine im Steuerstatus im genannten Bereich kleiner zu machen als das Kompressionsverhältnis im Steuerstatus außerhalb des genannten Bereiches.

[0009] Aus der WO 02/49868 A1 der Anmelderin ist ein Verfahren zum Betrieb eines in einem Kraftfahrzeug eingebauten Verbrennungsmotors bekannt. Der Verbrennungsmotor ist mit gesteuerten Ein- und Auslassventilen versehen und mit einer elektrischen Energiespeicher ladenden elektrischen Maschine fest gekoppelt. Im Schub- oder Bremsbetrieb des Verbrennungsmotors wird zur Gewinnung von Rekuperationsleistung der elektrischen Maschine die Schlepp- oder Bremsleistung des Verbrennungsmotors durch Eingriff in die Ventilsteuerung derart geregelt, dass ein für den Fahrer des Kraftfahrzeugs gewohntes Brems- oder Verzögerungsverhalten des Kraftfahrzeugs erreicht wird.

[0010] Aus der DE 196 32 074 C2 sind ein Verfahren zum Betrieb eines mit einem Starter-Generator kupplungslos gekoppelten ventilgesteuerten Verbrennungsmotors und ein ventilgesteuerter Verbrennungsmotor zur Durchführung dieses Verfahrens bekannt. Dabei werden vor dem Starten die Ventile über einen Ventil-Stellantrieb von einer Steuereinheit derart verstellt, dass der Verbrennungsmotor praktisch kompressionslos ist. Der Starter-Generator arbeitet im Motorbetrieb und beschleunigt die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors auf eine vorgegebene Mindestdrehzahl. Nach Erreichen dieser Mindestdrehzahl werden die Zylinder des Verbrennungsmotors im Sinne eines weiterführenden Verbrennungsmotor-Betriebes gezündet. Der Starter-Generator unterstützt den Zündvorgang aufgrund seiner zuvor im Motorbetrieb gespeicherten Schwungenergie und wird nach dem Zünden des Verbrennungsmotors aus seinem Motorbetrieb abgeschaltet.

[0011] Aus der DE 199 31 963 A1 ist ein Antriebsstrang für ein KFZ bekannt, wobei eine elektrische Maschine mit der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors fest gekoppelt ist und ausschließlich als Anlasser und nicht als Antrieb fungiert. Beim Fahrbetrieb wird die elektrische Maschine als Generator für die Versorgung elektrischer Nebenaggregate verwendet.

Vorteile der Erfindung

[0012] Demgegenüber weist ein hybrider Antriebsstrang mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen den Vorteil auf, dass er ohne Verwendung zusätzlicher Kupplungen und deren Ansteuereinheiten auskommt. Weiterhin bedarf es keines Nebenantriebsstranges, um bei einem Hybridfahrzeug bei ausgeschalteter Verbrennungskraftmaschine Nebenaggregate bzw. Komfort-, Versorgungs- und Sicherheitssysteme betreiben zu können. Nebenaggregate im Sinne der Erfindung sind beispielsweise die Servopumpe für eine Lenkkraftunterstützung, der Kompressor einer Klimaanlage, eine Wasserpumpe und eine Unterdruckpumpe für eine Bremskraftunterstützung. Im weiteren Sinne werden zu den Nebenaggregaten auch hydraulische Pumpen gezählt, beispielsweise zur Getriebeöldruck- und Kraftstoffversorgung. Diese Nebenaggregate werden gemäß der Erfindung während des dekomprimierenden Betriebes der Verbrennungskraftmaschine durch die im selben Antriebsstrang vorgesehene, mit der Verbrennungskraftmaschine und dem Getriebe fest gekoppelte elektrische Maschine versorgt.

[0013] Es müssen keine Nebenaggregate zusätzlich elektrifiziert werden, so dass nur die elektrische Maschine als elektrischer Hochlast-Verbraucher in Erscheinung tritt.

[0014] Ein hybrider Antriebsstrang mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen weist gegenüber bekannten Antriebssträngen Emissions- und Kraftstoffverbrauchsvorteile auf. Diese Vorteile können durch ein konsequentes Downsizing der Verbrennungsmaschine noch vergrößert werden. Ein hybrider Antriebsstrang gemäß der Erfindung ermöglicht ein lokales elektrisches emissionsfreies Fahren. Ferner bringt der Gegenstand der Erfindung einen Fahrspaß- und Agilitätsgewinn durch eine Überwindung der typischen Schwachpunkte eines Verbrennungskraftmaschine unter Verwendung der elektrischen Maschine mit sich.

[0015] Ein mit einem hybriden Antriebsstrang gemäß der Erfindung versehenes Kraftfahrzeug weist alle bekannten Fahrfunktionen eines Hybridfahrzeugs auf, beispielsweise ein rein elektrisches Fahren, eine Unterstützung der Verbrennungskraftmaschine durch die elektrische Maschine und einen Betrieb der Verbrennungskraftmaschine bei generatorischem Betrieb der elektrischen Maschine.

[0016] Weitere vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung ergeben sich aus deren beispielhafter Erläuterung anhand der Figur.

Figurenliste

Die **Fig. 1** zeigt ein Blockschaltbild zur Erläuterung eines hybriden Antriebsstranges gemäß der Erfindung.

Bezugszeichenliste

Die **Fig. 1** zeigt ein Blockschaltbild zur Erläuterung eines hybriden Antriebsstranges gemäß der Erfindung. Dieser weist eine Verbrennungskraftmaschine **1**, eine mit dieser über ein Zweimassenschwungrad **12** fest gekoppelte elektrische Maschine **2**, ein automatisiertes, lastschaltbares Getriebe **3**, ein Differential **4**, Räder **5** und **6**, eine Kurbelwelle **7**, eine an einem Ende der Kurbelwelle **7** befestigte Riemenscheibe **8** sowie Nebenaggregate **9**, **10** und **14** auf. Die Nebenaggregate **9** und **10** sind über die Riemenscheibe **8** an die Kurbelwelle **7** angeschlossen.

[0018] Weiterhin weist der in der **Fig. 1** dargestellte hybride Antriebsstrang eine Steuereinheit **11** auf, die in den verschiedenen Betriebszuständen des Kraftfahrzeugs erforderliche Steuersignale für die Verbrennungskraftmaschine **1**, die elektrische Maschine **2** und das Getriebe **3** zur Verfügung stellt. Dazu gehören insbesondere - wie unten noch erläutert wird - Steuersignale zur Steuerung des variablen Ventiltriebs der Verbrennungskraftmaschine.

[0019] Die Steuereinheit **11** weist eine Vielzahl von Informationseingängen **13** auf, über welche ihr ständig Informationen über den momentanen Fahrzeugzustand, den Fahrerwunsch, die Aggregatzustände (Verbrennungskraftmaschine, elektrische Maschine), den aktuellen Batteriezustand, den Zustand der Bremse und des Getriebes bzw. den aktuellen Gang sowie den Bedarf der Nebenaggregate zugeführt werden. Unter Verwendung dieser Informationen erzeugt die Steuereinheit **11** die Steuersignale für die Verbrennungskraftmaschine **1**, die elektrische Maschine **2** und das Getriebe **3**, die notwendig sind, um dem momentanen Fahrerwunsch und Versorgungs- und Sicherheitskriterien gerecht zu werden (z.B. Deckung des Bedarfs der Nebenaggregate).

[0020] Beim Vorliegen eines Automatikgetriebes kann der dort übliche hydrodynamische Wandler verwendet werden; zwingend notwendig ist der Wandler jedoch nicht, da hierzu bereits Ersatzlösungen existieren, wie sie beispielsweise in der DE 199 23 316 A1 angegeben sind.

[0021] Ein hybrider Antriebsstrang gemäß der Erfindung verwendet grundsätzlich bekannte variable Ventiltrieb-Verstell-Verfahren.

[0022] Der variable Ventiltrieb der Verbrennungskraftmaschine ermöglicht einen dekomprimierenden und einen komprimierenden Betrieb der Verbrennungskraftmaschine. Beispiele für ein Ventiltrieb-Verstell-Verfahren zum Zwecke der Einleitung und Durchführung eines dekomprimierenden Betriebes einer Verbrennungskraftmaschine sind bereits bekannt und beispielsweise in der Eingangs genannten DE 196 32 074 C2 näher beschrieben. Während des dekomprimierenden Betriebes werden von der Verbrennungskraftmaschine geringe Mengen Luft angesaugt und komprimiert. Die Ansaug- und Kompressionsmomente sind vergleichsweise gering. Im dekomprimierenden Betrieb bleiben des weiteren Lager- bzw. Reibungskräfte der bewegten Teile (Kurbelwelle, Nockenwelle, usw.) sowie die Lasten der Nebenaggregate als Lasten einer (Durch-) Drehbewegung der Verbrennungskraftmaschine.

[0023] Die Art und Weise des verwendeten Ventiltrieb-Verstell-Verfahrens ist unerheblich. Es ist nicht zwingend ein voll-variables Ventiltrieb-Verstell-Verfahren notwendig, bei welchem sowohl die Ventilsteuerzeiten als auch der Ventilhub frei einstellbar sind. Es genügt das Vorliegen nur einer Eingriffsmöglichkeit. Bei der Steuerzeitenverstellung dürfen bei nicht geändertem Ventilhub nie beide Ventile eines Zylinders, nämlich das Einlass- und das Auslassventil, geschlossen sein. Bei der Ventilhubsteuerung werden die Ventilsteuerzeiten nicht geändert und der Ventilhub so manipuliert, dass nie beide Ventile eines Zylinders geschlossen sind. Sowohl bei der Steuerzeitenverstellung als auch bei der Ventilhubsteuerung darf es nie zu einem mechanischen Kontakt zwischen Ventilen und Kolben kommen.

[0024] Der Vorteil einesnockenwellenfreien Ventiltriebes, beispielsweise eines elektro-hydraulischen Ventiltriebes, besteht darin, dass im dekomprimierenden Betrieb der Verbrennungskraftmaschine die mechanische Arbeit für den Antrieb der Nockenwelle und der Ventile entfällt.

[0025] Durch die Verwendung Mikroprozessor-gesteuerter Einspritzanlagen ist es möglich, dass eine Verbrennungskraftmaschine im dekomprimierenden Betrieb, keinen Kraftstoff benötigt.

[0026] Das Ventiltrieb-Verstell-Verfahren und die Kraftstoffregulierung erlauben es, dass die Verbrennungskraftmaschine gestoppt und gestartet werden kann. Bei gestoppter Verbrennungskraftmaschine tritt kein Kraftstoffverbrauch auf.

[0027] Bei dem optional einzusetzenden Zweimassenschwungrad **12** handelt es sich um ein weiches, dämpfendes Element des Antriebsstranges. Dieses kann zusammen mit der elektrischen Maschine **2** die entstehenden Momentenänderungen im Antriebsstrang dämpfen, es birgt jedoch aufgrund seines

möglichen Verdrehwinkels die Gefahr, Resonanzerscheinungen im Antriebsstrang zu erzeugen. Größere Drehzahländerungen, wie sie beim Start der Verbrennungskraftmaschine aus dem Stillstand bei bereits bewegtem Antriebsstrang vorliegen, entfallen im Falle einer mit der elektrischen Maschine mitdrehenden Verbrennungskraftmaschine. Es stellt sich ein komfortabler Start der Verbrennungskraftmaschine ein.

[0028] Nachfolgend werden verschiedene Betriebsarten eines Hybridfahrzeugs gemäß der Erfindung beschrieben.

Beginn der Fahrt / Elektrisches Fahren:

[0029] Die elektrische Maschine **2** wird im motorischen Betrieb betrieben und schleppt die Verbrennungskraftmaschine **1**, die sich im dekomprimierenden Betrieb befindet, und die Nebenaggregate **9**, **10** und **14** sowie das Fahrzeug an. Je nach Momentenwunsch des Fahrers wird die Verbrennungskraftmaschine **1** zugeschaltet. Beim Zuschalten der Verbrennungskraftmaschine **1** geht der Ventiltrieb in den komprimierenden Betrieb über. Der Betriebspunkt der Verbrennungskraftmaschine wird möglichst rasch eingestellt. Eventuell auftretende Antriebsmoment-Reaktionen auf das Fahrzeugverhalten werden durch die elektrische Maschine **2** und dem optionalen Zweimassenschwungrad **12** ausgeglichen.

Fahrt / Generieren:

[0030] Während der Fahrt unterstützt die elektrische Maschine **2** die Verbrennungskraftmaschine **1** in den Betriebspunktphasen, in denen die Verbrennungskraftmaschine nicht das geforderte Abtriebsmoment bereitstellen kann. Im generatorischen Betrieb generiert die elektrische Maschine **2** elektrische Energie zur Bordnetzversorgung und zum Laden des in der **Fig. 1** nicht dargestellten Energiespeichers des Fahrzeugs.

Schubphase / Rekuperation:

[0031] Der Verbrennungskraftmaschine **1** wird kein Kraftstoff mehr zugeleitet. Diese Betriebsart ist auch unter der Bezeichnung Schubabschaltung bekannt. Dabei wird der dekomprimierende Betrieb der Verbrennungskraftmaschine eingeleitet. Während des Übergangs in den dekomprimierenden Betrieb regelt die elektrische Maschine **2** eventuelle Antriebsmomenten-Reaktionen auf das Fahrverhalten des Fahrzeugs aus. Ist der dekomprimierende Betrieb eingeleitet, kann die elektrische Maschine **2** die kinetische Fahrzeugenergie im Sinne einer Rekuperation zurückgewinnen, indem sie im generatorischen Betrieb arbeitet. Dazu muss ein Gang im Getriebe **3** eingelegt sein. Sollte keine generatorische Energie im Energiespeicher mehr gespeichert werden können, kann

die Verbrennungskraftmaschine **1** wieder eine höhere mechanische Energie aufnehmen, indem der Ventiltrieb stufenlos in den komprimierenden Betrieb gebracht wird. Dies geschieht derart, dass sich für den Fahrer eine gewohnte, gleich bleibende Schubkennlinie bzw. Schubmomentenverlauf einstellt. Bei sinkender Fahrgeschwindigkeit muss aus Komfortgründen in den dekomprimierenden Betrieb stufenlos zurückgegangen werden.

Bremsvorgang / Rekuperation:

[0032] Das Verhalten beim Bremsvorgang entspricht dem Verhalten in der Schubphase, wobei zusätzlich zum Generieren kinetische Fahrzeugenergie in Bremsenergie an der Fahrzeugbremsanlage umgesetzt wird. Vorzugsweise kommt eine vom Bremspedal entkoppelbare, sogenannte regenerative Bremse, beispielsweise eine elektrohydraulische Bremse, zum Einsatz. Damit könnte ein Verhältnis von Bremsleistung der Fahrzeugbremsanlage zu generierter Leistung dynamisch zwischen 0% und 100% eingestellt werden. Dies ermöglicht ein verstärktes Bremsen mit der elektrischen Maschine **2** und eine Umwandlung von kinetischer Energie in elektrische Energie. Das Generieren erfolgt wie es oben im Abschnitt Schubphase / Rekuperation beschrieben wurde durch ein Zusammenspiel von elektrischer Maschine **2** und Verbrennungskraftmaschine **1**.

Beschleunigen /Boost:

[0033] In dieser Betriebsart befindet sich die Verbrennungskraftmaschine **1** bei hoher Last im komprimierenden Betrieb. Die elektrische Maschine **2** unterstützt im Boostfall die Verbrennungskraftmaschine **1**. Je nach Beschleunigungswunsch kann sie im generatorischen Betrieb elektrische Energie zur Bordnetzversorgung und zum Laden des Energiespeichers erbringen.

Stillstand:

[0034] Beim Fahrzeug-Stillstand in der Ebene treibt die elektrische Maschine **2** die im dekomprimierenden Betrieb befindliche Verbrennungskraftmaschine **1** und die Nebenaggregate **9**, **10** und **14** bei Bedarf an. Folglich sind alle Komfort-, Versorgungs- und Sicherheitssysteme des Fahrzeugs bedienbar. Das Getriebe **3** entkoppelt den Antriebsstrang durch seine Getriebe-Neutralstellung, die der Steuereinheit bekannt ist.

[0035] Einem Fahrzeug-Stillstand am Berg mit der Gefahr des Fahrzeug-Rückwärtsrollens kann im dekomprimierenden Betrieb der Verbrennungskraftmaschine **1** durch die elektrische Maschine **2** begegnet werden, indem sie die Nebenaggregate **9**, **10** versorgt, beispielsweise das Bremssystem. Die Bremse muss dazu betätigt sein und informiert die Steu-

ereinheit. Alternativ dazu kann einem Fahrzeugstillstand am Berg auch ohne Bremsengriff dadurch begegnet werden, dass die Verbrennungskraftmaschine bei eingelegtem Gang im komprimierenden Betrieb durch die elektrische Maschine gehalten oder festgebremst wird. Die elektrische Maschine steht mit Drehzahl **0** bei hohem mechanischem Haltemoment. Dabei können die Nebenaggregate **9**, **10** und **14** nicht mehr angetrieben werden (benötigen mechanische bzw. drehende elektrische Maschine).

Elektrisches Fahren:

[0036] In dieser Betriebsart treibt die elektrische Maschine **2** das Fahrzeug an. Die Verbrennungskraftmaschine **1** befindet sich im dekomprimierenden Betrieb. Die Nebenaggregate **9**, **10** und **14** werden von der elektrischen Maschine **2** angetrieben. Bei längerem elektrischen Fahren empfiehlt es sich, die Verbrennungskraftmaschine **1** zu starten, um eine vollständige Entladung des Energiespeichers des Fahrzeugs zu vermeiden.

Abstellen des Fahrzeugs:

[0037] Die Verbrennungskraftmaschine **1** befindet sich im komprimierenden Betrieb. Das Getriebe **3** hat einen Gang eingelegt. Das Fahrzeug ist bei nicht angezogener Feststellbremse gegen ein Wegrollen gesichert.

Segelbetrieb:

[0038] In dieser Betriebsart rollt das Fahrzeug bei eingelegtem Gang aus. Die Verbrennungskraftmaschine **1** befindet sich im dekomprimierenden Betrieb. Die elektrische Maschine kompensiert aktiv die Schleppmomente der Verbrennungskraftmaschine. Die Nebenaggregate **9**, **10** und **14** werden versorgt. Bei Neutralstellung des Getriebes ist der Segelbetrieb uneingeschränkt möglich. Dabei schleppt die elektrische Maschine **2** die im dekomprimierenden Betrieb befindliche Verbrennungskraftmaschine **1** sowie die Nebenaggregate **9**, **10** und **14**.

Bezugszeichenliste

1	Verbrennungskraftmaschine
2	elektrische Maschine
3	Getriebe
4	Differential
5	Rad.
6	Rad
7	Kurbelwelle
8	Riemenscheibe
9	Nebenaggregat

10	Nebenaggregat
11	Steuereinheit
12	Zweimassenschwungrad
13	Informationseingänge
14	Nebenaggregat

Patentansprüche

1. Hybrider Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug, mit

- einer Verbrennungskraftmaschine (1) mit frei ansteuerbarer Ventiltrieb-Verstellung,
- einer mit der Verbrennungskraftmaschine (1) fest gekoppelten elektrischen Maschine (2),
- einem mit der elektrischen Maschine fest gekoppelten automatisierten, lastschaltbaren Getriebe (3),
- mehreren Nebenaggregaten (9,10,14) und
- einer Steuereinheit (11) zur Einleitung und Steuerung des dekomprimierenden und des komprimierenden Betriebes der Verbrennungskraftmaschine (1), wobei

- die Steuereinheit (11) die elektrische Maschine (2) derart ansteuert, dass die Versorgung der Nebenaggregate (9,10,14) während des dekomprimierenden Betriebes der Verbrennungskraftmaschine (1) durch die elektrische Maschine (2) erfolgt.

2. Hybrider Antriebsstrang nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (11) zur Einleitung und Steuerung des dekomprimierenden Betriebes der Verbrennungskraftmaschine (1) beim Start der Verbrennungskraftmaschine, in den Schubphasen, bei Bremsvorgängen, beim Fahrzeugstillstand, beim rein elektrischen Fahren und/oder im Segelbetrieb dient.

3. Hybrider Antriebsstrang nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass er ein dämpfendes, weiches Element enthält.

4. Hybrider Antriebsstrang nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das dämpfende, weiche Element ein Zweimassenschwungrad (12) ist.

5. Hybrider Antriebsstrang nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zweimassenschwungrad (12) zwischen der Verbrennungskraftmaschine (1) und der elektrischen Maschine (2) auf der Kurbelwelle (7) positioniert ist.

6. Hybrider Antriebsstrang nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass er auf eine zusätzliche Kupplung verzichtet.

7. Hybrider Antriebsstrang nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (11) eine Vielzahl von Informationseingängen (13) aufweist.

8. Hybrider Antriebsstrang nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Steuereinheit (11) über die Informationseingänge (13) Informationen über den Bedarf der Nebenaggregate (9, 10,14) zugeführt werden.

9. Hybrider Antriebsstrang nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Steuereinheit (11) über die Informationseingänge (13) Informationen über Fahrzeugzustände zugeführt werden.

10. Hybrider Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 7-9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Steuereinheit (11) über die Informationseingänge (13) Informationen über Fahrerwünsche zugeführt werden.

11. Hybrider Antriebsstrang nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (11) die Versorgung der Nebenaggregate (9, 10,14) in Abhängigkeit von den ihr über die Informationseingänge (13) zugeführten Informationssignalen steuert.

12. Hybrider Antriebsstrang nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Steuereinheit (11) der Batteriezustand als Information zugeführt wird.

13. Hybrider Antriebsstrang nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Steuereinheit (11) die Aggregatzustände (1, 2) als Informationen zugeführt werden.

14. Hybrider Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 11-13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Steuereinheit (11) ein Bremseneingriff als Information zugeführt wird.

15. Hybrider Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 11-14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (11) die Versorgung der Nebenaggregate unter Verwendung von Informationen über die Getriebebestellung steuert.

16. Hybrider Antriebsstrang nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zu den Nebenaggregaten eines oder mehrere der folgenden Aggregate gehören:

- die Servopumpe für eine Lenkkraftunterstützung,
- der Kompressor einer Klimaanlage,
- eine Wasserpumpe,
- eine Unterdruckpumpe für eine Bremskraftunterstützung,
- eine Öldruckversorgungspumpe,
- eine Kraftstoffversorgungspumpe.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Fig. 1

