

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50117/2012
(22) Anmeldetag: 02.04.2012
(43) Veröffentlicht am: 15.05.2013

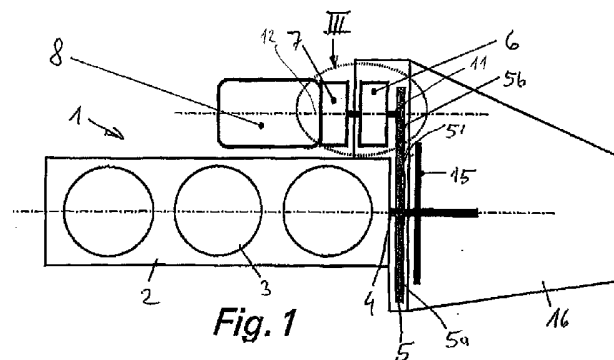
(51) Int. Cl. : **B60K 6/485** (2007.10)
B60K 6/365 (2007.10)
F16F 15/31 (2006.01)

(30) Priorität:
01.02.2012 AT A 50016/2012 beansprucht.
(56) Entgegenhaltungen:
DE 19911925 A1 EP 1085183 A2

(73) Patentanmelder:
AVL LIST GMBH
8020 GRAZ (AT)
(72) Erfinder:
Grillenberger Dieter Dipl.Ing.
Fernitz (AT)

(54) **Antriebsstrang für ein Fahrzeug**

(57) Die Erfindung betrifft einen Antriebsstrang (1) für ein Fahrzeug mit einer Brennkraftmaschine (2), mit zumindest einer elektrischen Maschine (8), deren Motorwelle (12) mit einer Antriebswelle (4) der Brennkraftmaschine (2) über ein mechanisches Getriebe (5) antriebsverbindbar ist, sowie mit zumindest einem zwischen Brennkraftmaschine (2) und elektrischer Maschine (8) im Antriebsstrang (1) angeordneten Planetengetriebe (6), welches die Planetengetriebeelemente Sonnenrad (6a), Hohlrad (6d) und Planetenträger (6c) mit zumindest einem Planetenrad (6b) aufweist, wobei die elektrische Maschine (8) über zumindest eine Kupplungseinrichtung (7) mit dem Planetengetriebe (6) antriebsverbindbar ist, wobei wahlweise zwei der drei Planetengetriebeelemente Sonnenrad (6a), Planetenträger (6c) und Hohlrad (6d) über die Kupplungseinrichtung (7) drehverbindbar sind und wobei eines der Planetengetriebeelemente über eine Bremseinrichtung (13) fixierbar ist, und wobei die Antriebswelle (4) der Brennkraftmaschine (2) und die Motorwelle (12) der elektrischen Maschine (8) parallel zueinander angeordnet sind. Die Kupplungseinrichtung (7) weist eine erste Schaltkupplung (9) auf und das mechanische Getriebe (5) ist als Formschlussgetriebe mit konstanter Übersetzung ausgebildet. In das Planetengetriebe (6) ist zumindest eine mit einem Planetengetriebeelement verbundene Schwungmasse (18) integriert.



ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft einen Antriebstrang (1) für ein Fahrzeug mit einer Brennkraftmaschine (2), mit zumindest einer elektrischen Maschine (8), deren Motorwelle (12) mit einer Antriebswelle (4) der Brennkraftmaschine (2) über ein mechanisches Getriebe (5) antriebsverbindbar ist, sowie mit zumindest einem zwischen Brennkraftmaschine (2) und elektrischer Maschine (8) im Antriebstrang (1) angeordneten Planetengetriebe (6), welches die Planetengetriebeelemente Sonnenrad (6a), Hohlrad (6d) und Planetenträger (6c) mit zumindest einem Planetenrad (6b) aufweist, wobei die elektrische Maschine (8) über zumindest eine Kupplungseinrichtung (7) mit dem Planetengetriebe (6) antriebsverbindbar ist, wobei wahlweise zwei der drei Planetengetriebeelemente Sonnenrad (6a), Planetenträger (6c) und Hohlrad (6d) über die Kupplungseinrichtung (7) drehverbindbar sind und wobei eines der Planetengetriebeelemente über eine Bremseinrichtung (13) fixierbar ist, und wobei die Antriebswelle (4) der Brennkraftmaschine (2) und die Motorwelle (12) der elektrischen Maschine (8) parallel zueinander, insbesondere auf der selben Seite in Bezug auf das mechanische Getriebe (5) angeordnet sind. Die Kupplungseinrichtung (7) weist eine erste Schaltkupplung (9) auf und das mechanische Getriebe (5) ist als Formschlussgetriebe mit konstanter Übersetzung ausgebildet.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft einen Antriebstrang für ein Fahrzeug mit einer Brennkraftmaschine, mit zumindest einer elektrischen Maschine, deren Motorwelle mit einer Antriebswelle der Brennkraftmaschine über ein mechanisches Getriebe antriebsverbindbar ist, sowie mit zumindest einem zwischen Brennkraftmaschine und elektrischer Maschine im Antriebstrang angeordneten Planetengetriebe, welches die Planetengetriebeelemente Sonnenrad, Hohlrad und Planetenträger mit zumindest einem Planetenrad aufweist, wobei die elektrische Maschine über zumindest eine Kupplungseinrichtung mit dem Planetengetriebe antriebsverbindbar ist, wobei wahlweise zwei der drei Planetengetriebeelemente Sonnenrad, Planetenträger und Hohlrad, vorzugsweise der Planetenträger und das Hohlrad, über die Kupplungseinrichtung drehverbindbar sind und wobei eines der Planetengetriebeelemente über eine Bremseinrichtung fixierbar ist, und wobei die Antriebswelle der Brennkraftmaschine und die Motorwelle der elektrischen Maschine parallel zueinander, insbesondere auf der selben Seite in Bezug auf das mechanische Getriebe angeordnet sind.

Brennkraftmaschinen, welche mit sogenannten Downsizing-Konzepten ausgelegt sind, haben den Nachteil, dass die Reduktion der Zylinderzahl zu einer Erhöhung der Drehungsgleichförmigkeit der Brennkraftmaschine führt. Eine Erhöhung des Trägheitsmomentes der Schwungmasse ist aber nachteilig hinsichtlich Masse, Bauraum und Beschleunigungsverhalten.

Aus der DE 2010 91 60 U1 ist ein Beschleunigungsschwungrad mit angeflanschter abschaltbarer Schaltkupplung bekannt, wobei die Antriebsmaschine das Schwungrad über eine eingeschaltete Schaltkupplung durch drehen mit kinetischer Energie auflädt und nach der mit dieser Energie geleisteten Arbeit die Schaltkupplung wieder ausgeschaltet wird.

Eine Kraftfahrzeug-Hybridantriebsvorrichtung mit einer Brennkraftmaschine wird in der DE 32 45 045 A1 beschrieben, welche über eine Schaltkupplung und ein stufenloses Getriebe mit wenigstens einem Rad antriebsmäßig verbunden ist. Ein Schwungrad- Energiespeicher ist über eine Kupplungsanordnung parallel zu der Brennkraftmaschine an den Eingang des stufenlosen Getriebes anschließbar. Der Stellbereich des stufenlosen Getriebes kann durch ein Stufengetriebe erweitert werden. Der getriebeseitig angeordnete Schwungrad-Energiespeicher ist aber nicht

geeignet, die Drehschwingungsamplitude der Brennkraftmaschine an der Getriebeeingangswelle zu mindern.

Die AT 11 653 U1 beschreibt eine Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern, mit einer Kurbelwelle und zumindest einer von der Kurbelwelle antreibbaren Schwungmasse. Um mit möglichst geringem Aufwand Schwungmassenungleichförmigkeiten auszugleichen, ohne das Beschleunigungsverhalten der Brennkraftmaschine zu verschlechtern, kann das Trägheitsmoment des Antriebstranges durch eine schaltbare Schaltkupplung zwischen der Schwungmasse und der Kurbelwelle verändert werden.

Die WO 00/61965 A1 beschreibt eine Vorrichtung zum Kompensieren von Schwingungen einer Brennkraftmaschine mit einer ersten und einer zweiten Schwungmasse, die mit der Kurbelwelle in Antriebsverbindung stehen, wobei die Brennkraftmaschine mit der ersten Schwungmasse ständig und mit der zweiten Schwungmasse zeitweise in Antriebsverbindung steht.

Aus der DE 33 12 105 A1 ist eine Massenausgleichseinrichtung für Brennkraftmaschinen bekannt, welche Ausgleichsmassen aufweist, die auf von der Kurbelwelle über eine Getriebeanordnung angetriebenen Nebenwellen angeordnet sind. Um zu erreichen, dass sowohl bei niedrigen, als auch bei höheren Drehzahlen ein günstiger Ausgleich der Kräfte und Momente der Hubkolben-Brennkraftmaschine ohne Überkompensierung erreicht wird, kann wenigstens ein Teil der Ausgleichsmasse in Abhängigkeit von der Drehzahl der Kurbelwelle abgeschaltet werden. Dazu ist eine Schaltkupplung vorgesehen, die bei Überschreitung einer vorgegebenen Drehzahl der Kurbelwelle zur Abschaltung wenigstens Ausgleichsmasse ausrückbar ist.

Weiters beschreibt die DE 10 122 541 A1 eine Antriebsvorrichtung mit einer Brennkraftmaschine mit inneren Verbrennung, mindesten einer Schwungmasse und einer Kraftübertragungseinrichtung. Ein optimaler Drehschwingungsausgleich kann dadurch erreicht werden, dass die Brennkraftmaschine über ein Getriebe mit periodisch veränderlichem Übersetzungsverhältnis mit der Kraftübertragungseinrichtung in Verbindung steht.

Die DE 195 42 764 A1 beschreibt eine Hubkolben-Brennkraftmaschine mit Mitteln zur Kompensation von Drehschwingungen zweiter Ordnung, wobei die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine auf ihrer dem Maschinenausgang abgekehrten Seite über ein Kreuzgelenk mit einer Schwungmasse unter Bildung eines Winkels zwischen Drehachse der Schwungscheibe und Kurbelwellenachse verbunden ist, der im Hinblick auf optimale Drehschwingungskompensation gewählt ist.

Aus der WO 01/65094 A1 ist ein Kurbelwelle mit hoher Schwingungsdämpfung bekannt, wobei die Kurbelwelle mit einem Schwungrad, einem Kurbelwellen-Startgenerator, dessen Rotor als Torsions-Schwingungsdämpfer ausgebildet ist, und einem drehzahladaptivem Tilger versehen ist, die so an der Kurbelwelle angeordnet und aufeinander in ihrer Dämpf- und Tilgerwirkung abgestimmt sind, dass über den gesamten Drehzahlbereich der Kurbelwelle eine minimale Schwingungsamplitude an der Kurbelwelle gegeben ist.

Die DE 198 58 320 A1 beschreibt einen Startergenerator für eine Verbrennungskraftmaschine, mit einem Gehäuse in welchem eine Welle gelagert ist, die mit einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine in Wirkverbindung steht, sowie einem Planetengetriebe, welches zwischen der Welle und einem Rotor zwischengeschaltet ist. Der Starter-Generator umfasst zwei Kupplungen, von denen die erste eine Verbindung zwischen dem Rotor und der Welle zum Anlassen der Brennkraftmaschine schaltet, sowie die zweite Kupplung eine Verbindung zwischen der Welle und dem Rotor zum Betreiben des Generators herstellt, wobei die beiden Kupplungen als Freiläufe ausgebildet sind. Das Planetengetriebe schaltet abhängig von der Starter- oder Generatorfunktion selbsttätig die Übersetzung derart um, dass bei der Starterfunktion eine Momentenverstärkung erfolgt. Bei im Verbrennungsmotorbetrieb einsetzender Generatorfunktion bewirkt die Momentumkehr automatisch eine Übersetzungsumschaltung auf den verlustfreien Direktbetrieb des Generators.

Die JP 2004-011596 A offenbart eine Starter-Generatoreinrichtung, wobei der Starter-Generator über ein Zugmittelgetriebe und ein Planetengetriebe mit einer Brennkraftmaschine antriebsverbunden ist. Das Planetengetriebe weist ein Sonnenrad, Planetenträger mit Planetenrädern und ein Hohlrad auf. Zwischen dem Planetenträger und dem Hohlrad ist eine Freilaufkupplung angeordnet. Das Sonnenrad kann über eine Bremseinrichtung fixiert werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, auf möglichst platzsparende Weise Drehungleichförmigkeiten in verschiedenen Betriebsbereichen der Brennkraftmaschine optimal auszugleichen, ohne das Beschleunigungsverhalten nachteilig zu beeinflussen.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die erste Kupplungseinrichtung eine erste Schaltkupplung aufweist und das mechanische Getriebe als Formschlussgetriebe mit konstanter Übersetzung, vorzugsweise als Stirnradgetriebe, ausgebildet ist.

Die Motorwelle der elektrischen Maschine kann fest mit einem ersten Planetengetriebeelement, vorzugsweise mit dem Sonnenrad, verbunden sein. Dies erlaubt eine sehr kompakte Anordnung des Antriebsstranges, insbesondere wenn ein zweites Planetengetriebeelement, vorzugsweise der Planetenträger, fest mit einer Zwischenwelle des mechanischen Getriebes verbunden ist.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn in das Planetengetriebe zumindest eine Schwungmasse integriert ist, wobei die Schwungmasse mit einem Planetengetriebeelement - vorzugsweise mit dem Hohlrad - fest verbunden oder einstückig mit diesem ausgebildet ist. Dabei kann die elektrische Maschine in Abhängigkeit der auszugleichenden Drehungleichförmigkeiten motorisch oder generatorisch variabel mit verschiedenen Drehzahlen betrieben werden, wobei vorzugsweise die erste Schaltkupplung ausgekuppelt und die Bremseinrichtung deaktiviert wird. Die Bremseinrichtung wird oder bleibt geöffnet. Über die Drehzahlvariation der ersten elektrischen Maschine stellt sich - zusammen mit der Schwungmasse im Planetengetriebe - die gewünschte Massenträgheit ein.

Das mechanische Getriebe ist vorzugsweise im Antriebsweg zwischen Brennkraftmaschine und einem Verstellgetriebe, vorzugsweise einem Schaltgetriebe angeordnet, wobei vorzugsweise zwischen dem mechanischen Getriebe und dem Verstellgetriebe eine zweite Schaltkupplung angeordnet ist, um den Antriebsstrang vom Verstellgetriebe und den Antriebsrädern zu trennen.

Um das Fahrzeug rein elektrisch durch die erste elektrische Maschine antreiben zu können, kann in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass im Antriebsweg zwischen Brennkraftmaschine und mechanischem Getriebe eine dritte

Schaltkupplung angeordnet ist, mit welcher die Brennkraftmaschine vom übrigen Antriebstrang getrennt werden kann.

Dadurch ist es möglich, die elektrische Maschine nicht nur als Generator oder als Starter zum Anlassen der Brennkraftmaschine, sondern zum Antrieb des Fahrzeuges zu verwenden. Durch Auskuppeln der dritten Schaltkupplung ist somit ein elektrischer Betrieb möglich.

Dabei kann auch in zumindest einem Betriebsbereich des Fahrzeuges über die motorisch betriebene elektrische Maschine zur Unterstützung der Brennkraftmaschine ein zusätzliches Antriebsmoment zum Antrieb des Fahrzeuges zur Verfügung gestellt wird, wobei die erste Schaltkupplung eingekuppelt und die Bremseinrichtung deaktiviert oder die erste Schaltkupplung ausgekuppelt und die Bremseinrichtung aktiviert wird.

Mit der beschriebenen Anordnung lässt sich eine Lastpunktverschiebung der Brennkraftmaschine zur Optimierung des Gesamtwirkungsgrades und zur Ermöglichung einer geänderten Betriebsstrategie des Gesamtmanagements durchführen.

Mit der beschriebenen Konfiguration sind verschiedene Betriebsstrategien möglich, wobei vorzugsweise in einem ersten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine die erste Schaltkupplung ausgekuppelt und die Bremseinrichtung aktiviert wird und in einem zweiten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine die erste Schaltkupplung eingekuppelt und die Bremseinrichtung deaktiviert wird. Weiters kann in einem dritten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine die erste Schaltkupplung ausgekuppelt und die Bremseinrichtung deaktiviert werden.

Der erste Betriebsbereich der Brennkraftmaschine kann zumindest einem Bereich niedriger Drehzahl, vorzugsweise zwischen 1200 und 2000 U/min, und gleichzeitig hoher Teillast oder Volllast zugeordnet sein. Der zweite Betriebsbereich kann zumindest einem niedrigen oder mittleren Teillastbereich der Brennkraftmaschine mit hoher Drehzahl, vorzugsweise über 2000 U/min, zugeordnet werden.

Weiters wird beim Startvorgang der Brennkraftmaschine die erste Schaltkupplung eingekuppelt und die zweite Schaltkupplung ausgekuppelt.

Weiters kann besonders vorteilhaft eine Rekuperation durchgeführt werden, wobei in Abhängigkeit des Ladezustandes des elektrischen Energiespeichers die erste Schaltkupplung eingekuppelt und die Bremseinrichtung deaktiviert oder die erste Schaltkupplung ausgekuppelt und die Bremseinrichtung aktiviert wird. Falls der Ladezustand ausreichend hoch ist, können sowohl die erste Schaltkupplung ausgekuppelt, als auch die Bremseinrichtung deaktiviert werden, wodurch Reibungsverluste vermieden werden können.

Auf diese Weise können unterschiedliche Rekuperationspotentiale – steuerbar in Abhängigkeit des Ladezustandes des elektrischen Energiespeichers - realisiert werden.

Ein optimaler Ausgleich der Drehungleichförmigkeiten kann durchgeführt werden, wenn die elektrische Maschine in Abhängigkeit der auszugleichenden Drehungleichförmigkeiten motorisch oder generatorisch variabel mit verschiedenen Drehzahlen betrieben wird, wobei die erste Schaltkupplung ausgekuppelt und die Bremseinrichtung deaktiviert werden.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Fig. näher erläutert.

Es zeigen schematisch Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Antriebsstrang in einer ersten Ausführungsvariante, Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Antriebsstrang in einer zweiten Ausführungsvariante, Fig. 3 das Detail III aus Fig. 1 oder Fig. 2, Fig. 4 den Antriebsstrang in einem Schnitt gemäß der Linie IV – IV in Fig. 3, Fig. 5 bis 7 verschiedene Betriebszustände der ersten Schaltkupplung und der Bremseinrichtung.

Der Antriebsstrang 1 weist eine Brennkraftmaschine 2 mit einem oder mehreren, beispielsweise drei, Zylindern 3 auf, deren Antriebswelle 4 über ein als Stirnradgetriebe 5' mit Stirnrädern 5a, 5b ausgebildetes mechanisches Getriebe 5, zumindest ein einstufiges Planetengetriebe 6 und eine Kupplungseinrichtung 7 mit einer elektrischen Maschine 8 antriebsverbindbar ist. Dabei können zwei Planetengetriebeelemente, insbesondere der Planetenträger 6c und das Hohlrad 6d über die Kupplungseinrichtung 7 drehverbunden werden. Die Kupplungseinrichtung 7 weist eine erste Schaltkupplung 9 auf, um zwei Planetengetriebeelemente, insbesondere den Planetenträger 6c und das Hohlrad 6d miteinander zu verbinden.

Dadurch kann mit der ersten Schaltkupplung 9 unter Herstellung eines starren Durchtriebes beim Planetengetriebe 6 über die mit dem mechanischen Getriebe 5 verbundene Zwischenwelle 11 eine direkte Drehverbindung mit der Motorwelle 12 der elektrischen Maschine 8 hergestellt werden.

Dadurch, dass das mechanische Getriebe 5 als Formschlussgetriebe ausgebildet ist, kann durch die elektrische Maschine 8 ein sicheres Hochlaufen der Brennkraftmaschine 2 auch unter kalten Umgebungsbedingungen gewährleistet werden. Ein zusätzlicher Hilfsstarter ist nicht erforderlich. Ein Starten der Brennkraftmaschine 1 wird möglich, wenn die erste Schaltkupplung 9 oder die Bremseinrichtung 13 geschlossen ist (Betriebszustand 1 oder 2).

Das Planetengetriebe 6 weist ein Sonnenrad 6a, Planetenräder 6b, welche auf einem Planetenträger 6c gelagert sind, und ein Hohlrad 6d auf. Sonnenrad 6a, Hohlrad 6d und Planetenträger 6c mit Planetenrädern 6b werden hier als Planetengetriebeelemente bezeichnet. Im Ausführungsbeispiel ist der Planetenträger 6c mit der Zwischenwelle 11 starr verbunden. Durch Einkuppeln der ersten Schaltkupplung 9 kann die Motorwelle 12 über das Sonnenrad 6, die Planetenräder 6b und den Planetenträger 6c mit der Zwischenwelle 11 drehverbunden werden. Das Hohlrad 6d wird über eine Bremseinrichtung 13 abgebremst bzw. fixiert. Durch Einkuppeln der Bremseinrichtung 13 und gleichzeitigem Auskuppeln der ersten Schaltkupplung 9 läuft die Motorwelle 12 somit mit geringerer Drehzahl um, als die Zwischenwelle 11.

Über die erste Schaltkupplung 9 und die Bremseinrichtung 13 kann die durch die elektrische Maschine 8 und das Hohlrad 6d gebildete Schwungmasse mit verschiedenen Drehzahlübersetzungen mit dem mechanischen Getriebe 5 verbunden werden. Durch die Anpassung der Drehzahl der Schwungmasse kann ein optimaler Drehschwingungsausgleich für unterschiedliche Betriebsbereiche der Brennkraftmaschine erzielt werden.

Die Betätigung der ersten Schaltkupplung 9 und der Bremseinrichtung 13 kann elektromagnetisch oder hydraulisch, beispielsweise motorölgesteuert, erfolgen.

Wie in den Fig. 3 und 4 ersichtlich ist, kann eine zusätzliche Schwungmasse 18 in das Planetengetriebe 6 integriert sein. Die Schwungmasse 18 ist dabei in das

Hohlrad 6d integriert oder fest mit diesem verbunden. Im in Fig. 7 dargestellten Betriebszustand 3 mit ausgekuppelter erster Schaltkupplung 9 und gelöster Bremseinrichtung 13 kann über die Variation von Drehzahl/Inertia die gerade optimale, auf die Antriebswelle 4 bezogene Schwungmasse eingestellt werden.

Über die Drehzahlvariation der ersten elektrischen Maschine 8 stellt sich zusammen mit der zusätzlichen Schwungmasse 18 die gewünschte Massenträgheit ein.

Die Antriebswelle 4 ist über eine zweite Schaltkupplung 15 mit einem beispielsweise als manuelles, automatisiertes oder automatisches Schaltgetriebe ausgebildetes Verstellgetriebe 16 verbunden, wobei das Stirnradgetriebe 5' zwischen der Brennkraftmaschine 2 und dem Verstellgetriebe 16 angeordnet ist.

Zusätzlich zur zweiten Schaltkupplung 15 kann zwischen der Brennkraftmaschine 2 und dem mechanischen Getriebe 5 eine dritte Schaltkupplung 17 angeordnet sein, wie in Fig. 2 dargestellt ist.

Durch Vorsehen der dritten Schaltkupplung 17 wird ein rein elektrisches Fahren - zumindest aber ein Anfahren - durch die elektrische Maschine 8 ermöglicht, indem durch Öffnen der dritten Schaltkupplung 17 die Brennkraftmaschine 2 vom Verstellgetriebe 16 getrennt wird. Am Ende des Anfahrvorganges kann die dritte Schaltkupplung 17 geschlossen und damit die Brennkraftmaschine 2 bei entsprechend hoher Drehzahl gestartet werden. Dies ermöglicht besonders bei Start/Stop-Anwendungen wirkungsgradoptimierte Anfahrvorgänge.

Durch die erste Schaltkupplung 9, der Bremseinrichtung 13 und dem Planetengetriebe 6 lassen sich in der beschriebenen Anordnung des Antriebstranges 1 verschiedene Betriebsstrategien realisieren. Durch Auskuppeln der ersten Schaltkupplung 9 und Aktivieren der Bremseinrichtung 13 wird ein Antrieb der ersten elektrischen Maschine 8 durch die Brennkraftmaschine 2 mit hoher Drehzahl ermöglicht, wodurch ein hohes Trägheitsmoment entsteht. Diese Betriebsart ist besonders geeignet, um im Vollastbetrieb bei niedriger Drehzahl der Brennkraftmaschine 2 Drehungleichförmigkeiten zu vermindern.

Bei höherer Drehzahl und geringer Last wird die erste Schaltkupplung 9 eingekuppelt und die Bremseinrichtung deaktiviert, wodurch nun die elektrische

Maschine 8 mit relativ geringer Drehzahl angetrieben wird, und somit ein geringeres Massenträgheitsmoment entsteht.

Während des Startens der Brennkraftmaschine 2 wird diese durch die elektrische Maschine 8 gedreht. Ein ausreichend hohes Startmoment wird erzeugt, wenn die erste Schaltkupplung 9 ausgekuppelt und die Bremseinrichtung 13 aktiviert wird.

Die erste elektrische Maschine 8 kann auch im Rekuperationsbetrieb eingesetzt werden. Dazu wird je nach Ladezustand des elektrischen Speichers und abhängig von der Drehzahl der Brennkraftmaschine 2 die erste Schaltkupplung 9 eingekuppelt und die Bremseinrichtung 13 deaktiviert, oder die erste Schaltkupplung 9 ausgekuppelt und die Bremseinrichtung 13 aktiviert. Falls keine Ladung des elektrischen Speichers erforderlich ist, so können auch die erste Kupplung 9 ausgekuppelt und die Bremseinrichtung 13 deaktiviert und somit die elektrische Maschine 8 von der Brennkraftmaschine 2 getrennt werden.

Die Fig. 4 bis 6 zeigen die drei Hauptbetriebszustände der Kupplungseinrichtung 7 und der Bremseinrichtung 13. Die Pfeile zeigen die Variabilitäten an.

Fig. 5 zeigen einen ersten Betriebszustand, bei dem die erste Schaltkupplung 9 geöffnet und die Bremseinrichtung 13 aktiviert ist. Zwischen Brennkraftmaschine 2 und elektrischer Maschine 8 besteht eine definierte Übersetzung, wobei die Drehzahl n_{12} der Motorwelle 12 der elektrischen Maschine 8 größer ist als die Drehzahl n_{11} der Zwischenwelle 11: $n_{12} > n_{11}$

Fig. 6 zeigt einen zweiten Betriebszustand, bei dem die erste Schaltkupplung 9 geschlossen und die Bremseinrichtung 13 deaktiviert ist. Es besteht ein starrer Durchtrieb des Planetengetriebes 6. Es besteht ein Übersetzungsverhältnis von 1:1 zwischen der Drehzahl n_{11} der Zwischenwelle 11 und der Drehzahl n_{12} der Motorwelle 12 der elektrischen Maschine 8.

Fig. 7 zeigt einen dritten Betriebszustand, bei dem die erste Schaltkupplung 9 geöffnet und die Bremseinrichtung 13 deaktiviert ist. Die Brennkraftmaschine 2 hat stützende Funktion: Bei konstanter Drehzahl der Brennkraftmaschine 2 kann durch generatorischen und motorischen Betrieb der elektrischen Maschine 8 die

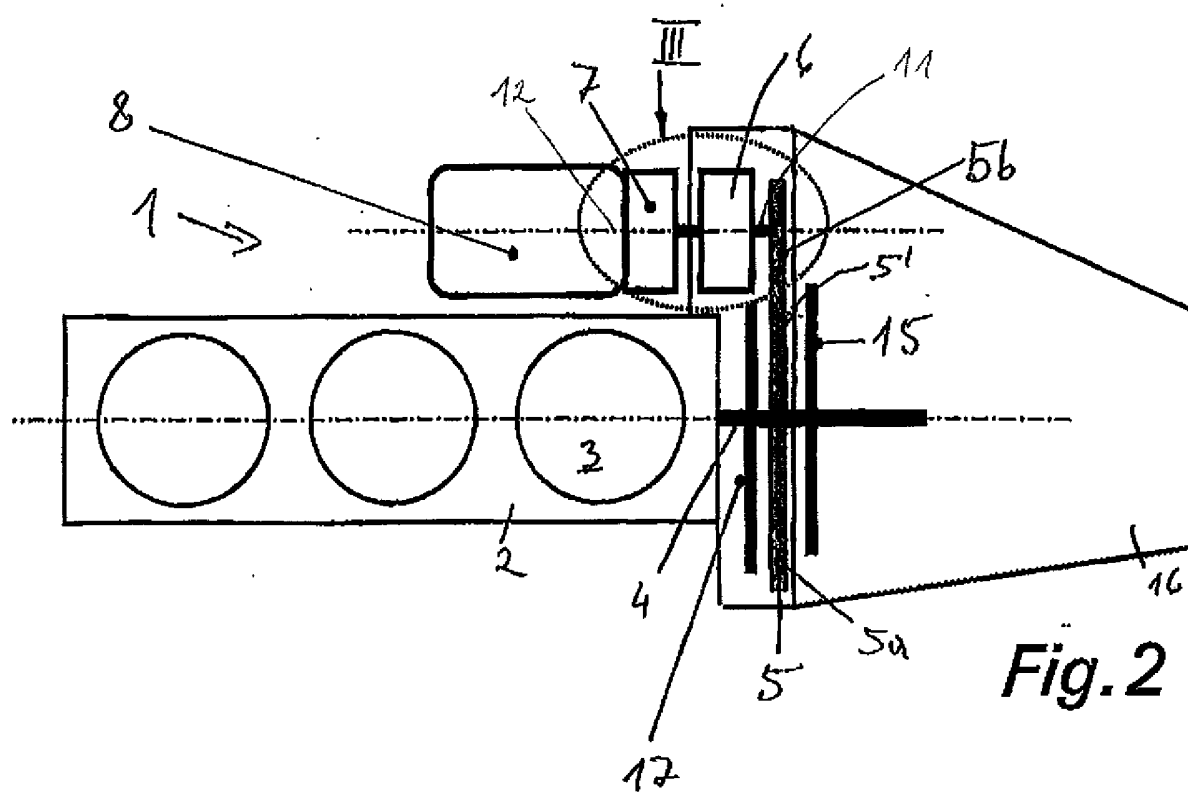
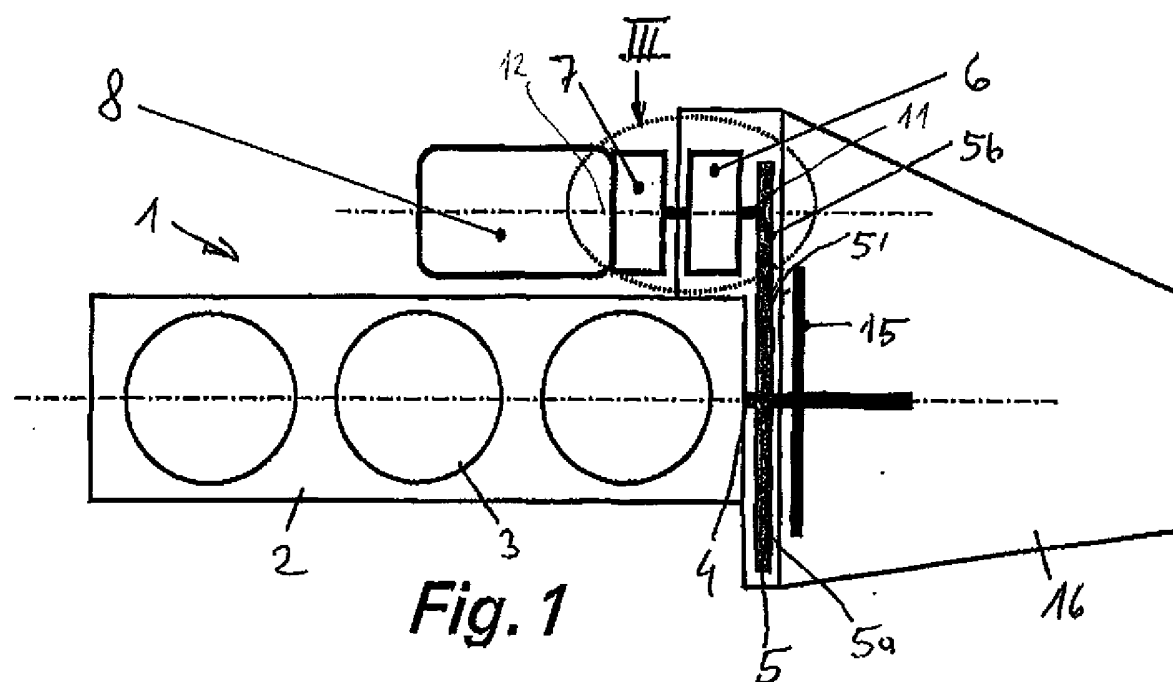
Schwungmasse reduziert auf die Antriebswelle 4 stufenlos variabel eingestellt werden.

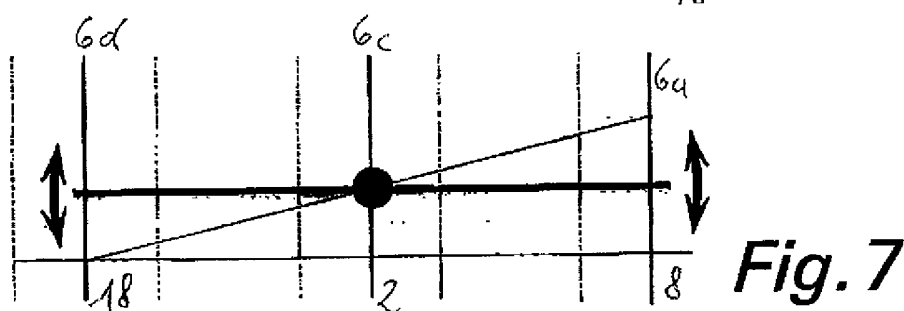
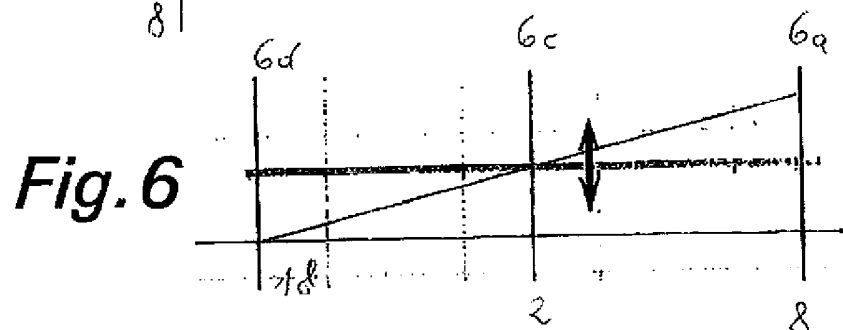
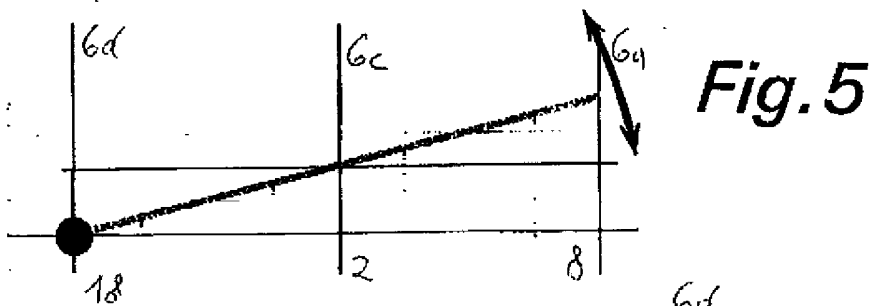
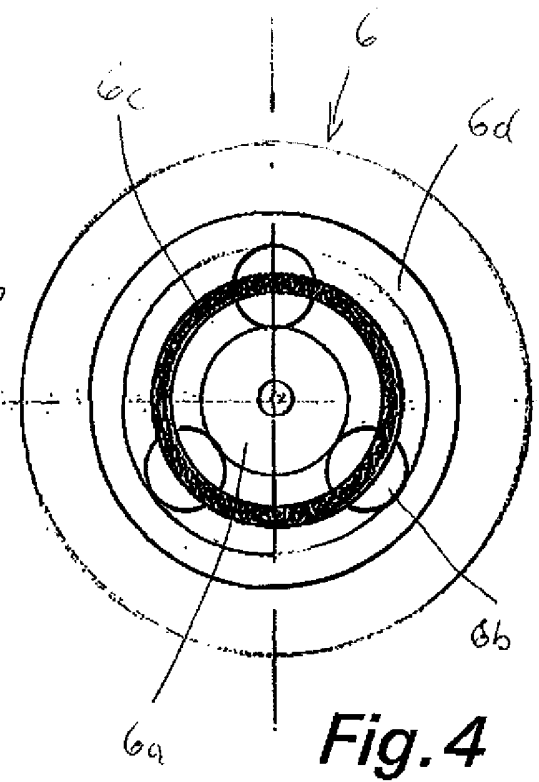
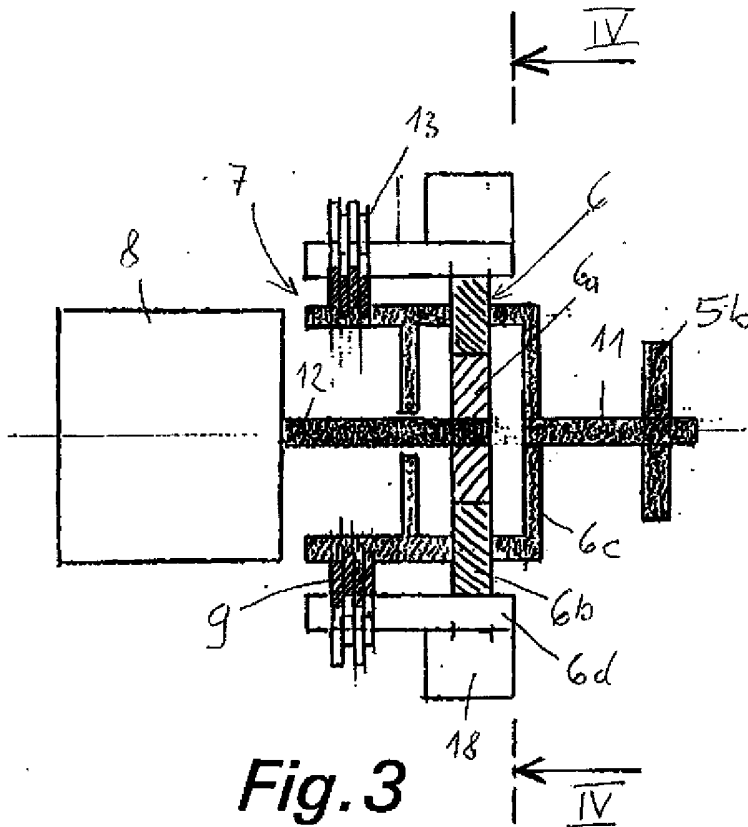
PATENTANSPRÜCHE

1. Antriebstrang (1) für ein Fahrzeug mit einer Brennkraftmaschine (2), mit zumindest einer elektrischen Maschine (8), deren Motorwelle (12) mit einer Antriebswelle (4) der Brennkraftmaschine (2) über ein mechanisches Getriebe (5) antriebsverbindbar ist, sowie mit zumindest einem zwischen Brennkraftmaschine (2) und elektrischer Maschine (8) im Antriebstrang (1) angeordneten Planetengetriebe (6), welches die Planetengetriebeelemente Sonnenrad (6a), Hohlrad (6d) und Planetenträger (6c) mit zumindest einem Planetenrad (6b) aufweist, wobei die elektrische Maschine (8) über zumindest eine Kupplungseinrichtung (7) mit dem Planetengetriebe (6) antriebsverbindbar ist, wobei wahlweise zwei der drei Planetengetriebeelemente Sonnenrad (6a), Planetenträger (6c) und Hohlrad (6d), vorzugsweise der Planetenträger (6c) und das Hohlrad (6d), über die Kupplungseinrichtung (7) drehverbindbar sind und wobei eines der Planetengetriebeelemente über eine Bremseinrichtung (13) fixierbar ist, und wobei die Antriebswelle (4) der Brennkraftmaschine (2) und die Motorwelle (12) der elektrischen Maschine (8) parallel zueinander, insbesondere auf der selben Seite in Bezug auf das mechanische Getriebe (5) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplungseinrichtung (7) eine erste Schaltkupplung (9) aufweist und das mechanische Getriebe (5) als Formschlussgetriebe mit konstanter Übersetzung, vorzugsweise als Stirnradgetriebe (5'), ausgebildet ist.
2. Antriebstrang (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Motorwelle (12) der elektrischen Maschine (8) fest mit einem ersten Planetengetriebeelement, vorzugsweise mit dem Sonnenrad (6a), verbunden ist.
3. Antriebstrang (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweites Planetengetriebeelement, vorzugsweise der Planetenträger (6c), fest mit einer Zwischenwelle (11) des mechanischen Getriebes (5) verbunden ist.

4. Antriebstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in das Planetengetriebe (6) zumindest eine Schwungmasse (18) integriert ist, wobei die Schwungmasse (18) mit einem Planetengetriebeelement - vorzugsweise mit dem Hohlrad (6d) - fest verbunden oder einstückig mit diesem ausgebildet ist.
5. Antriebstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das mechanische Getriebe (5) im Antriebweg zwischen Brennkraftmaschine (2) und einem Verstellgetriebe (16), vorzugsweise einem Schaltgetriebe, angeordnet ist, wobei vorzugsweise zwischen dem mechanischen Getriebe (5) und dem Verstellgetriebe (16) eine zweite Schaltkupplung (15) angeordnet ist.
6. Antriebstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Antriebsweg zwischen Brennkraftmaschine (2) und mechanischem Getriebe (5) eine dritte Schaltkupplung (17) angeordnet ist.
7. Verfahren zum Betreiben eines Antriebstranges (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine (2) die erste Schaltkupplung (9) ausgekuppelt und die Bremseinrichtung (13) aktiviert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass in einem zweiten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine (2) die erste Schaltkupplung (9) eingekuppelt und die Bremseinrichtung (13) deaktiviert wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass in einem dritten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine (2) die erste Schaltkupplung (9) ausgekuppelt und die Bremseinrichtung (13) deaktiviert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass während eines Startvorganges der Brennkraftmaschine (2) die erste Schaltkupplung (9) ausgekuppelt und die Bremseinrichtung (13) deaktiviert wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass - vorzugsweise in Abhängigkeit des Ladezustandes eines elektrischen Energiespeichers - die erste Schaltkupplung (9) eingekuppelt und die Bremseinrichtung (13) deaktiviert oder die erste Schaltkupplung (9) ausgekuppelt und die Bremseinrichtung (13) aktiviert wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schaltkupplung (9) und die Bremseinrichtung (13) deaktiviert werden, wenn der Ladezustand des elektrischen Energiespeichers einen Grenzwert erreicht.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Betriebsbereich der Brennkraftmaschine (2) zumindest einem Bereich niedriger Drehzahl, vorzugsweise zwischen etwa 1200 und 2000 U/min, und gleichzeitig hoher Teillast oder Volllast zugeordnet wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Betriebsbereich zumindest einem niedrigen oder mittleren Teillastbereich der Brennkraftmaschine (2) mit hoher Drehzahl, vorzugsweise über 2000 U/min, zugeordnet wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem Betriebsbereich des Fahrzeuges über die motorisch betriebene elektrische Maschine (8) zur Unterstützung der Brennkraftmaschine (2) ein zusätzliches Antriebsmoment zum Antrieb des Fahrzeuges zur Verfügung gestellt wird, wobei die erste Schaltkupplung (9) eingekuppelt und die Bremseinrichtung (13) deaktiviert, oder die erste Schaltkupplung (9) ausgekuppelt und die Bremseinrichtung (13) aktiviert wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine (8) in Abhängigkeit der auszugleichenden Drehungleichförmigkeiten motorisch oder generatorisch variabel mit verschiedenen Drehzahlen (n_E) betrieben wird, wobei die erste Schaltkupplung (9) ausgekuppelt und die Bremseinrichtung (13) deaktiviert werden.





(n e u e) P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Antriebstrang (1) für ein Fahrzeug mit einer Brennkraftmaschine (2), mit zumindest einer elektrischen Maschine (8), deren Motorwelle (12) mit einer Antriebswelle (4) der Brennkraftmaschine (2) über ein mechanisches Getriebe (5) antriebsverbindbar ist, sowie mit zumindest einem zwischen Brennkraftmaschine (2) und elektrischer Maschine (8) im Antriebstrang (1) angeordneten Planetengetriebe (6), welches die Planetengetriebeelemente Sonnenrad (6a), Hohlrاد (6d) und Planetenträger (6c) mit zumindest einem Planetenrad (6b) aufweist, wobei die elektrische Maschine (8) über zumindest eine Kupplungseinrichtung (7) mit dem Planetengetriebe (6) antriebsverbindbar ist, wobei wahlweise zwei der drei Planetengetriebeelemente Sonnenrad (6a), Planetenträger (6c) und Hohlrاد (6d), vorzugsweise der Planetenträger (6c) und das Hohlrاد (6d), über die Kupplungseinrichtung (7) drehverbindbar sind und wobei eines der Planetengetriebeelemente über eine Bremseinrichtung (13) fixierbar ist, und wobei die Antriebswelle (4) der Brennkraftmaschine (2) und die Motorwelle (12) der elektrischen Maschine (8) parallel zueinander, insbesondere auf der selben Seite in Bezug auf das mechanische Getriebe (5) angeordnet sind, wobei das mechanische Getriebe (5) als Formschlussgetriebe mit konstanter Übersetzung, vorzugsweise als Stirnradgetriebe (5'), ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplungseinrichtung (7) eine erste Schaltkupplung (9) aufweist und in das Planetengetriebe (6) zumindest eine Schwungmasse (18) integriert ist, wobei die Schwungmasse (18) mit einem Planetengetriebeelement - vorzugsweise mit dem Hohlrاد (6d) - fest verbunden oder einstückig mit diesem ausgebildet ist.
2. Antriebstrang (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Motorwelle (12) der elektrischen Maschine (8) fest mit einem ersten Planetengetriebeelement, vorzugsweise mit dem Sonnenrad (6a), verbunden ist.
3. Antriebstrang (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweites Planetengetriebeelement, vorzugsweise der Planetenträger (6c),

fest mit einer Zwischenwelle (11) des mechanischen Getriebes (5) verbunden ist.

4. Antriebstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das mechanische Getriebe (5) im Antriebweg zwischen Brennkraftmaschine (2) und einem Verstellgetriebe (16), vorzugsweise einem Schaltgetriebe, angeordnet ist, wobei vorzugsweise zwischen dem mechanischen Getriebe (5) und dem Verstellgetriebe (16) eine zweite Schaltkupplung (15) angeordnet ist.
5. Antriebstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Antriebsweg zwischen Brennkraftmaschine (2) und mechanischem Getriebe (5) eine dritte Schaltkupplung (17) angeordnet ist.
6. Verfahren zum Betreiben eines Antriebstranges (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine (2) die erste Schaltkupplung (9) ausgekuppelt und die Bremseinrichtung (13) aktiviert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in einem zweiten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine (2) die erste Schaltkupplung (9) eingekuppelt und die Bremseinrichtung (13) deaktiviert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass in einem dritten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine (2) die erste Schaltkupplung (9) ausgekuppelt und die Bremseinrichtung (13) deaktiviert wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass während eines Startvorganges der Brennkraftmaschine (2) die erste Schaltkupplung (9) ausgekuppelt und die Bremseinrichtung (13) deaktiviert wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass - vorzugsweise in Abhängigkeit des Ladezustandes eines elektrischen Energiespeichers - die erste Schaltkupplung (9) eingekuppelt und die

Bremseinrichtung (13) deaktiviert oder die erste Schaltkupplung (9) ausgekuppelt und die Bremseinrichtung (13) aktiviert wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schaltkupplung (9) und die Bremseinrichtung (13) deaktiviert werden, wenn der Ladezustand des elektrischen Energiespeichers einen Grenzwert erreicht.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Betriebsbereich der Brennkraftmaschine (2) zumindest einem Bereich niedriger Drehzahl, vorzugsweise zwischen etwa 1200 und 2000 U/min, und gleichzeitig hoher Teillast oder Volllast zugeordnet wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Betriebsbereich zumindest einem niedrigen oder mittleren Teillastbereich der Brennkraftmaschine (2) mit hoher Drehzahl, vorzugsweise über 2000 U/min, zugeordnet wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem Betriebsbereich des Fahrzeuges über die motorisch betriebene elektrische Maschine (8) zur Unterstützung der Brennkraftmaschine (2) ein zusätzliches Antriebsmoment zum Antrieb des Fahrzeuges zur Verfügung gestellt wird, wobei die erste Schaltkupplung (9) eingekuppelt und die Bremseinrichtung (13) deaktiviert, oder die erste Schaltkupplung (9) ausgekuppelt und die Bremseinrichtung (13) aktiviert wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine (8) in Abhängigkeit der auszugleichenden Drehungleichförmigkeiten motorisch oder generatorisch variabel mit verschiedenen Drehzahlen (n_E) betrieben wird, wobei die erste Schaltkupplung (9) ausgekuppelt und die Bremseinrichtung (13) deaktiviert werden.