

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50016/2012
(22) Anmeldetag: 01.02.2012
(43) Veröffentlicht am: 15.05.2013

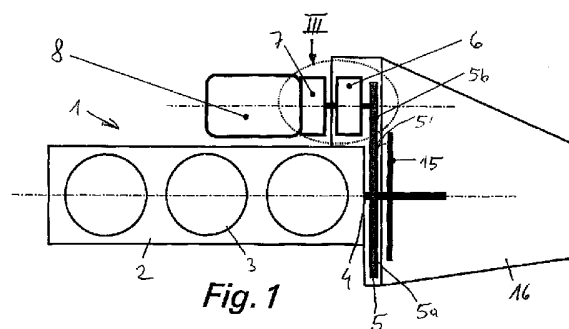
(51) Int. Cl. : **B60K 6/485** (2007.10)
B60K 6/365 (2007.10)
F16F 15/31 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 19911925 A1 EP 1085183 A2

(73) Patentanmelder:
AVL LIST GMBH
8020 GRAZ (AT)
(72) Erfinder:
Maier Gerhard Ing.
Wagersbach (AT)
Weihrauch Karl Dipl.Ing.
Graz (AT)
Grillenberger Dieter Dipl.Ing. (FH)
Fernitz (AT)
Salzgeber Kurt Dr.
Laßnitzhöhe (AT)

(54) **ANTRIEBSTRANG FÜR EIN FAHRZEUG**

(57) Die Erfindung betrifft einen Antriebstrang (1) für ein Fahrzeug mit einer Brennkraftmaschine (2), mit zumindest einer ersten elektrischen Maschine (8), deren Motorwelle (12) mit einer Antriebswelle (4) der Brennkraftmaschine (2) über ein mechanisches Getriebe (5) antriebsverbindbar ist, sowie mit einem zwischen Brennkraftmaschine (2) und erster elektrischer Maschine (8) im Antriebstrang (1) angeordneten Planetengetriebe (6), wobei die erste elektrische Maschine (8) über zumindest eine Kupplungseinrichtung mit dem Planetengetriebe (6) antriebsverbindbar ist, und wobei die Antriebswelle (4) und die Motorwelle (12) parallel zueinander angeordnet sind. Um mit möglichst geringem Bauraum und wenigen Teilen Drehungleichförmigkeiten flexibel ausgleichen zu können, ist vorgesehen, dass die Kupplungseinrichtung als Doppelkupplung (7) mit einer ersten und einer zweiten Schaltkupplung (9, 10) ausgebildet ist, wobei die erste Schaltkupplung (9) ausgebildet ist, um die Motorwelle (12) direkt mit dem mechanischen Getriebe (5) zu verbinden, und die zweite Schaltkupplung (10) ausgebildet ist, um die Motorwelle (12) mit einem ersten Planetengetriebeelement zu verbinden.



ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft einen Antriebstrang (1) für ein Fahrzeug mit einer Brennkraftmaschine (2), mit zumindest einer ersten elektrischen Maschine (8), deren Motorwelle (12) mit einer Antriebswelle (4) der Brennkraftmaschine (2) über ein mechanisches Getriebe (5) antriebsverbindbar ist, sowie mit einem zwischen Brennkraftmaschine (2) und erster elektrischer Maschine (8) im Antriebstrang (1) angeordneten Planetengetriebe (6), wobei die erste elektrische Maschine (8) über zumindest eine Kupplungseinrichtung mit dem Planetengetriebe (6) antriebsverbindbar ist, und wobei die Antriebswelle (4) und die Motorwelle (12) parallel zueinander angeordnet sind. Um mit möglichst geringem Bauraum und wenigen Teilen Drehungleichförmigkeiten flexibel ausgleichen zu können, ist vorgesehen, dass die Kupplungseinrichtung als Doppelkupplung (7) mit einer ersten und einer zweiten Schaltkupplung (9, 10) ausgebildet ist, wobei die erste Schaltkupplung (9) ausgebildet ist, um die Motorwelle (12) direkt mit dem mechanischen Getriebe (5) zu verbinden, und die zweite Schaltkupplung (10) ausgebildet ist, um die Motorwelle (12) mit einem ersten Planetengetriebeelement zu verbinden.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft einen Antriebstrang für ein Fahrzeug mit einer Brennkraftmaschine, mit zumindest einer ersten elektrischen Maschine, deren Motorwelle mit einer Antriebswelle der Brennkraftmaschine über ein mechanisches Getriebe antriebsverbindbar ist, sowie mit einem zwischen Brennkraftmaschine und erster elektrischer Maschine im Antriebstrang angeordneten Planetengetriebe, welches die Planetengetriebeelemente Sonnenrad, Hohlrad und Steg mit zumindest einem Planetenrad aufweist, wobei die erste elektrische Maschine über zumindest eine erste Kupplungseinrichtung mit dem Planetengetriebe antriebsverbindbar ist, und wobei die Antriebswelle der Brennkraftmaschine und die Motorwelle der ersten 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 Schwungradmasse 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 Schwingmassenungleichförmigkeiten 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 Getriebearordnung 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 Kupplungseinrichtung als Doppelkupplung mit einer ersten und einer zweiten Schaltkupplung ausgebildet ist,

wobei die erste Schaltkupplung ausgebildet ist, um die Motorwelle der ersten elektrischen Maschine direkt mit dem mechanischen Getriebe zu verbinden, und die zweite Schaltkupplung ausgebildet ist, um die Motorwelle der ersten elektrischen Maschine mit einem ersten Planetengetriebeelemente, vorzugsweise mit dem Sonnenrad, zu verbinden.

Die erste und die zweite Schaltkupplung sind in einem Bauteil – der eine Doppelkupplung ausbildenden Kupplungseinrichtung – integriert. Dies ermöglicht zusammen mit den parallelen Wellen und der Anordnung auf der gleichen Seite in Bezug auf das mechanische Getriebe eine – in axialer Richtung – kurze Bauweise. Das mechanische Getriebe ist bevorzugt als Formschlussgetriebe mit konstanter Übersetzung, beispielsweise als Stirnradgetriebe, ausgebildet.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass ein zweites Planetengetriebeelement, vorzugsweise der Steg, fest mit einer Zwischenwelle des mechanischen Getriebes verbunden ist, und dass zumindest ein drittes Planetengetriebeelement, vorzugsweise das Hohlrad, durch eine Bremseinrichtung fixierbar ist. Durch Verbinden des ersten Planetengetriebeelementes mit der Motorwelle und Fixieren des Hohlrades kann somit eine Untersetzung zwischen Getriebewelle und Motorwelle erreicht werden, so dass die Motorwelle mit geringerer Drehzahl als die Zwischenwelle umläuft.

In einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass in das Planetengetriebe eine zweite elektrische Maschine integriert ist, dessen Rotor mit einem Planetengetriebeelement – vorzugsweise mit dem Hohlrad – fest verbunden oder einstückig mit diesem ausgebildet ist. Die zweite elektrische Maschine kann zur Unterstützung der ersten elektrischen Maschine, beispielsweise im Boost-Betrieb eingesetzt werden, um zusätzliches Antriebsmoment zur Verfügung zu stellen. Dabei kann beispielsweise die zweite Schaltkupplung eingekuppelt sein, wodurch die erste elektrische Maschine mit dem Sonnenrad und die zweite elektrische Maschine mit dem Hohlrad drehverbunden ist. Die Brennkraftmaschine ist über die Zwischenwelle mit dem Steg verbunden. Durch variabel möglichen motorischen und/oder generatorischen Betrieb der beiden elektrischen Maschinen kann eine stufenlos variable Schwungmasse auf Grund der nun möglichen unterschiedlichen Drehzahlen der elektrischen Maschinen realisiert werden.

Alternativ oder zusätzlich zur zweiten elektrischen Maschine kann vorgesehen sein, dass 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 erste elektrische Maschine in Abhängigkeit der auszugleichenden Drehungleichförmigkeiten motorisch oder generatorisch variabel mit verschiedenen Drehzahlen betrieben werden, wobei vorzugsweise die erste Schaltkupplung ausgekuppelt und die zweite Schaltkupplung eingekuppelt 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 dritte Schaltkupplung angeordnet ist, um den Antriebsstrang vom Verstellgetriebe und den Antriebsrädern zu trennen.

Um das Fahrzeug rein elektrisch durch die erste und/oder zweite elektrische Maschine antreiben zu können, kann in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass im Antriebsweg zwischen Brennkraftmaschine und mechanischem Getriebe eine vierte Schaltkupplung angeordnet ist, mit welcher die Brennkraftmaschine vom übrigen Antriebsstrang getrennt werden kann.

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

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 die erste Schaltkupplung in einem ersten Betriebsbereich der

Brennkraftmaschine eingekuppelt und die zweite Schaltkupplung ausgekuppelt wird, und die zweite Schaltkupplung in einem zweiten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine eingekuppelt und die erste Schaltkupplung ausgekuppelt wird.

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 oder die zweite Schaltkupplung eingekuppelt und die jeweils andere Schaltkupplung ausgekuppelt wird. Falls der Ladezustand ausreichend hoch ist, können sowohl erste, als auch zweite Schaltkupplung ausgekuppelt werden, wodurch Reibungsverluste vermieden werden können.

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

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren 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 das Detail III aus Fig. 1 oder 2 in einer dritten Ausführungsvariante, Fig. 6 den Antriebsstrang in einem Schnitt gemäß der Linie VI - VI in Fig. 5, Fig. 7 das Detail III aus Fig. 1 oder 2 in einer weiteren Ausführungsvariante und Fig. 8 den Antriebsstrang in einem Schnitt gemäß der Linie VIII - VIII in Fig. 5

Der Antriebsstrang 1 weist eine Brennkraftmaschine 2 mit einem oder mehreren, beispielsweise drei, Zylindern 3 auf, deren Antriebswelle 4 über ein als

Stirradgetriebe 5' mit Stirnrädern 5a, 5b ausgebildetes mechanisches Getriebe 5, zumindest ein einstufiges Planetengetriebe 6 und einer Doppelkupplung 7 mit einer ersten elektrischen Maschine 8 antriebsverbindbar ist. Die Doppelkupplung 7 weist eine erste Schaltkupplung 9 und eine zweite Schaltkupplung 10 auf, um die erste elektrische Maschine 8 mit verschiedenen Übersetzungsverhältnissen mit der Antriebswelle 4 zu verbinden. Mit der ersten Schaltkupplung 9 kann dabei unter Umgehung des Planetengetriebes 6 über die mit dem mechanischen Getriebe 5 verbundene Zwischenwelle 11 eine direkte Drehverbindung mit der Motorwelle 12 der ersten elektrischen Maschine 8 hergestellt werden.

Dadurch, dass das mechanische Getriebe 5 als Formschlussgetriebe ausgebildet ist, kann durch die erste elektrische Maschine 8 ein sicheres Hochlaufen der Brennkraftmaschine 2 auch unter kalten Umgebungsbedingungen gewährleistet werden. Ein zusätzlicher Hilfsstarter ist nicht erforderlich.

Über die Doppelkupplung 7 und das Planetengetriebe 6 kann die durch die erste elektrische Maschine 8 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 Doppelkupplung 7 weist mit den Kupplungen 9, 10 vorteilhafterweise doppelwirkende Schaltelemente auf, wobei die Betätigung der Schaltkupplungen 9, 10 elektromagnetisch oder hydraulisch, beispielsweise motorölgesteuert, erfolgen kann.

Das Planetengetriebe 6 weist ein Sonnenrad 6a, Planetenräder 6b auf, welche auf einem Steg 6c gelagert sind, und ein Hohlrad 6d auf. Sonnenrad 6a, Hohlrad 6d und Steg 6c mit Planetenrädern 6b werden hier als Planetengetriebeelemente bezeichnet. Im Ausführungsbeispiel ist der Steg 6c mit der Zwischenwelle 11 starr verbunden. Die zweite Schaltkupplung 10 ist mit dem Sonnenrad 6a drehverbunden. Durch Einkuppeln der zweiten Schaltkupplung 10 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 zweiten

Schaltkupplung 10 und gleichzeitigem Auskuppeln der ersten Schaltkupplung 9 läuft die Motorwelle 12 somit mit geringerer Drehzahl um, als die Zwischenwelle 11.

Wie in den Fig. 5 bis 6 gezeigt ist, kann zusätzlich eine zweite elektrische Maschine 14 in das Planetengetriebe 6 integriert werden, wobei der Rotor der zweiten elektrischen Maschine 14 fest mit dem Hohlrad 6d verbunden oder in dieses integriert sein kann. Durch die zweite elektrische Maschine 14 kann ein zusätzliches Antriebsmoment aufgebracht werden, somit können die erste elektrische Maschine 8 und die zweite elektrische Maschine 14 zusammen ein zusätzliches Antriebsmoment (Boost-Funktion) zur Unterstützung der Brennkraftmaschine 2 aufbringen. Mit den beiden elektrischen Maschinen 8, 14 kann weiters auch das Massenträgheitsmoment stufenlos variabel – in Abhängigkeit der auszugleichenden Drehungleichförmigkeit – verändert werden. Dabei werden beide elektrischen Maschinen 8, 14 motorisch oder generatorisch, oder eine der beiden elektrischen Maschinen motorisch und die andere elektrische Maschine generatorisch – variabel mit verschiedenen Drehzahlen betrieben. Ein sehr effektiver Ausgleich der Drehungleichförmigkeiten lässt sich erzielen, wenn dabei die erste Schaltkupplung 9 ausgekuppelt und die zweite Schaltkupplung 10 eingekuppelt ist.

Die Fig. 7 und 8 zeigen eine einfache Ausführung, bei der eine zusätzliche Schwungmasse 18 in das Planetengetriebe 6 integriert ist. Die Schwungmasse 18 ist dabei in das Hohlrad 6d integriert oder fest mit diesem verbunden. Zum Ausgleich von Drehungleichförmigkeiten kann die erste elektrische Maschine 8 in Abhängigkeit der auszugleichenden Drehungleichförmigkeiten motorisch oder generatorisch variabel mit verschiedenen Drehzahlen betrieben werden, wobei die erste Schaltkupplung 9 und eine eventuelle Bremseinrichtung 13 ausgekuppelt und die zweite Schaltkupplung 10 eingekuppelt wird. 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 dritte 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 dritten Schaltkupplung 15 kann zwischen der Brennkraftmaschine 2 und dem mechanischen Getriebe 5 eine vierte Schaltkupplung 17 angeordnet sein, wie in Fig. 2 dargestellt ist.

Durch Vorsehen der vierten Schaltkupplung 17 wird ein rein elektrischer Fahren - zumindest aber ein Anfahren - durch die beiden elektrischen Maschinen 8 und 14 ermöglicht, indem durch Öffnen der vierten Schaltkupplung 17 die Brennkraftmaschine 2 vom Verstellgetriebe 16 getrennt wird. Am Ende des Anfahrvorganges kann die 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 Doppelkupplung 7 mit der ersten und der zweiten Schaltkupplung 9, 10 und dem Planetengetriebe 6 lassen sich in der beschriebenen Anordnung des Antriebstranges 1 verschiedene Betriebsstrategien realisieren. Durch Einkuppeln der ersten Schaltkupplung 9 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 ausgekuppelt und die zweite Schaltkupplung 10 eingekuppelt, wodurch nun die erste 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 erste elektrische Maschine 8 gedreht. Ein ausreichend hohes Startmoment wird erzeugt, wenn die erste Schaltkupplung 9 eingekuppelt und die zweite Schaltkupplung 10 ausgekuppelt wird.

Die erste elektrische Maschine 8 und/oder die zweite elektrische Maschine 14 können 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 oder die zweite Schaltkupplung 10 eingekuppelt, wobei jeweils die andere Schaltkupplung 10 bzw. 9 ausgekuppelt

wird. Falls keine Ladung des elektrischen Speichers erforderlich ist, so können auch beide Kupplungen 9, 10 ausgekuppelt und somit die elektrischen Maschinen 8, 14 von der Brennkraftmaschine 2 getrennt werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Antriebstrang (1) für ein Fahrzeug mit einer Brennkraftmaschine (2), mit zumindest einer ersten 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 erster elektrischer Maschine (8) im Antriebstrang (1) angeordneten Planetengetriebe (6), welches die Planetengetriebeelemente Sonnenrad (6a), Hohlrad (6d) und Steg (6c) mit zumindest einem Planetenrad (6b) aufweist, wobei die erste elektrische Maschine (8) über zumindest eine Kupplungseinrichtung mit dem Planetengetriebe (6) antriebsverbindbar ist, und wobei die Antriebswelle (4) der Brennkraftmaschine (2) und die Motorwelle (12) der ersten elektrischen Maschine (8) parallel zueinander, insbesondere auf der selben Seite in Bezug auf das mechanische Getriebe (5) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplungseinrichtung als Doppelkupplung (7) mit einer ersten und einer zweiten Schaltkupplung (9, 10) ausgebildet ist, wobei die erste Schaltkupplung (9) ausgebildet ist, um die Motorwelle (12) der ersten elektrischen Maschine (8) direkt mit dem mechanischen Getriebe (5) zu verbinden, und die zweite Schaltkupplung (10) ausgebildet ist, um die Motorwelle (12) der ersten elektrischen Maschine (8) mit einem ersten Planetengetriebeelement, vorzugsweise mit dem Sonnenrad (6a), zu verbinden.
2. Antriebstrang (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweites Planetengetriebeelement, vorzugsweise der Steg (6c), fest mit einer Zwischenwelle (11) des mechanischen Getriebes (5) verbunden ist.
3. Antriebstrang (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein drittes Planetengetriebeelement, vorzugsweise das Hohlrad (6d), durch eine Bremseinrichtung (13) fixierbar ist.
4. Antriebstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in das Planetengetriebe (6) eine zweite elektrische Maschine (14) integriert ist, dessen Rotor 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 Antriebsweg zwischen Brennkraftmaschine (2) und einem Verstellgetriebe (16), vorzugsweise einem Schaltgetriebe angeordnet ist, wobei vorzugsweise zwischen dem mechanischen Getriebe (5) und dem Verstellgetriebe (16) eine dritte 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 vierte Schaltkupplung (17) angeordnet ist.
7. Antriebstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das mechanische Getriebe (5) als Formschlussgetriebe mit konstanter Übersetzung, vorzugsweise als Stirnradgetriebe (5'), ausgebildet ist.
8. Antriebstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, 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.
9. Verfahren zum Betreiben eines Antriebstranges (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schaltkupplung (9) in einem ersten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine (2) eingekuppelt und die zweite Schaltkupplung (10) ausgekuppelt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Schaltkupplung (10) in einem zweiten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine (2) eingekuppelt und die erste Schaltkupplung (9) ausgekuppelt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schaltkupplung (9) während eines Startvorganges der Brennkraftmaschine (2) eingekuppelt und die zweite Schaltkupplung (10) ausgekuppelt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass vorzugsweise in Abhängigkeit des Ladezustandes eines elektrischen Energiespeichers die erste oder die zweite Schaltkupplung (9; 10) eingekuppelt und die jeweils andere Schaltkupplung (10; 9) ausgekuppelt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Schaltkupplung ausgekuppelt (9, 10) werden, wenn der Ladezustand des elektrischen Energiespeichers einen Grenzwert überschreitet.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, 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.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, 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.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem Betriebsbereich des Fahrzeuges über die motorisch betriebene erste elektrische Maschine (8), vorzugsweise auch über motorisch die zweite elektrische Maschine (14), zur Unterstützung der Brennkraftmaschine (2) ein zusätzliches Antriebsmoment zum Antrieb des Fahrzeuges zur Verfügung gestellt wird, wobei die erste oder die zweite Schaltkupplung (9, 10), eingekuppelt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die erste elektrische Maschine (8) in Abhängigkeit der auszugleichenden Drehungleichförmigkeiten motorisch oder generatorisch variabel mit verschiedenen Drehzahlen betrieben wird, wobei vorzugsweise die erste Schaltkupplung (9) ausgekuppelt und die zweite Schaltkupplung (10) eingekuppelt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden elektrischen Maschinen (8, 14) in Abhängigkeit der auszugleichenden Drehungleichförmigkeiten - beide motorisch, beide generatorisch, oder eine motorisch und eine generatorisch - variabel mit verschiedenen Drehzahlen betrieben werden, wobei vorzugsweise die erste Schaltkupplung (9) ausgekuppelt und die zweite Schaltkupplung (10) eingekuppelt wird.

2012 02 01

Fu/Bt

