

(12)

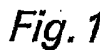
(51) Int. Cl. : **F16H 3/66**

(73) Patentanmelder:
AVL LIST GMBH
8020 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
Erjawetz Konstantin Dipl.Ing
Voitsberg (AT)

(54)

(57)



ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft ein Getriebe (1) mit einem einen Primärtrieb mit einer Primärtriebswelle (16) aufweisenden Antriebsstrang, insbesondere für ein Fahrzeug, mit einem Ravigneaux-Planetensatz (2) mit einem zwei Sonnenradwellen (10, 13), eine Stegwelle (18) und eine Hohlradwelle (12) aufweisenden doppelten Planetengetriebe, und einem vorgeschalteten, als Reduktionsgetriebe ausgebildeten einfachen Planetensatzes (3) mit den Getriebeelementen Sonnenrad (5a), Steg (8a) und Hohlrad (6a), wobei ein erstes der Getriebeelemente des einfachen Planetensatzes (2), insbesondere das Sonnenrad (5a), gehäusefest ausgebildet ist.

Um mit geringem Aufwand und Platzbedarf eine hohe Funktionalität zu erreichen, ist vorgesehen, dass eine erste Sonnenradwelle (10) des Ravigneaux-Planetensatzes (2) permanent mit einem zweiten Getriebeelement des einfachen Planetensatzes (3), vorzugsweise mit dem Steg (8a) des einfachen Planetensatzes (3), antriebsverbunden ist.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Getriebe mit einem einen Primärtrieb mit einer Primärtriebswelle aufweisenden Antriebsstrang, insbesondere für ein Fahrzeug, mit einem Ravigneaux-Planetensatz mit einem zwei Sonnenradwellen, eine Stegwelle und eine Hohlradwelle aufweisenden doppelten Planetengetriebe, und einem vorgeschalteten, als Reduktionsgetriebe ausgebildeten einfachen Planetensatz mit den Getriebeelementen Sonnenrad, Steg und Hohlrad, wobei ein erstes der Getriebeelemente des einfachen Planetensatzes gehäusefest ausgebildet ist. Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben des Getriebes.

Ein Getriebe der eingangs genannten Art ist aus der US 5,106,352 A bekannt. Derartige sogenannte Lepelletier-Getriebe werden beispielsweise in Automatikgetrieben von Fahrzeugen verwendet und stellen eine Weiterentwicklung des sogenannten Ravigneaux-Satzes - einem doppelten Planetengetriebe - dar. Der Lepelletier-Satz entsteht, indem einem Ravigneaux-Satz ein weiterer einfacher Planetensatz vorangestellt und mit Kupplungen verbunden wird. Das Hohlrad des einfachen Planetensatzes ist dabei permanent mit der Motorantriebswelle verbunden. Das heißt, dass auch im Leerlauf der einfache Planetenradsatz immer mitgedreht wird. Der Abtrieb erfolgt über das Hohlrad des Ravigneaux-Satzes und ist über das Differential mit den Antriebsrädern verbunden. Das Sonnenrad des einfachen Planetensatzes wird permanent blockiert. Nachteilig ist, dass eine große Anzahl an Kupplungen und Bremsen, sowie zum Anfahren separate Anfahrereinrichtungen, wie zum Beispiel hydrodynamische Drehmomentwandler oder dergleichen, erforderlich sind.

Die DE 10 2004 053 044 A1 offenbart ein Getriebe für einen Hybridantrieb mit einem Doppelplanetensatz und einem einfachen Planetensatz, wobei jede Sonnenradwelle des Doppelplanetensatzes mit je einer elektrischen Maschine antriebsverbunden ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden und bei einem Getriebe der eingangs genannten Art mit geringem Aufwand und Platzbedarf eine hohe Funktionalität zu erreichen.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass eine erste Sonnenradwelle des Ravigneaux-Planetensatzes permanent mit einem zweiten Getriebeelement des einfachen Planetensatzes, vorzugsweise mit einem Steg des einfachen

Planetensatzes, antriebsverbunden ist. Der einfache Planetensatz bildet dabei ein Reduktionsgetriebe und ist bevorzugt als Minusgetriebe ausgeführt. Minusgetriebe sind Planetengetriebe, bei denen - bei einer festgehaltenen Welle - die beiden anderen Wellen in unterschiedlichen Drehrichtungen umlaufen.

Dabei kann zumindest ein Element des Ravigneaux-Planetensatzes, vorzugsweise die Stegwelle, mit dem Primärtrieb - beispielsweise einer Brennkraftmaschine, insbesondere über eine erste Kupplungseinrichtung, antriebsverbindbar sein.

Dasselbe Element des Ravigneaux-Planetensatzes kann alternativ, vorzugsweise permanent, mit einer beispielsweise durch eine elektrische Maschine gebildeten Antriebsmaschine antriebsverbunden sein.

Eine sehr kompakte Bauweise lässt sich erzielen, wenn der Ravigneaux-Planetensatz und/oder der einfache Planetensatz innerhalb eines Rotors des Primär- oder Sekundärtriebes angeordnet ist.

Um einerseits einen stufenlosen leistungsverzweigten Betriebsbereich und andererseits je drei Gangstufen für kombinierten Antrieb und rein elektrischen Antrieb zu ermöglichen, benötigt das Getriebe nur eine einzige Bremseinrichtung für das Blocken einer Sonnenradwelle des Ravigneaux-Planetensatzes und drei Kupplungseinrichtungen. Dabei ist eine erste Kupplungseinrichtung zwischen der Primärtriebswelle und der Stegwelle des Ravigneaux-Planetensatzes, eine zweite Kupplungseinrichtung zwischen den beiden Sonnenradwellen des Ravigneaux-Planetensatzes und eine dritte Kupplungseinrichtung zwischen der Getriebeantriebswelle und der Stegwelle des Ravigneaux-Planetensatzes angeordnet.

Im stufenlos leistungsverzweigten Betriebsbereich ist dabei nur die erste Kupplungseinrichtung aktiviert - also geschlossen-, während die anderen Kupplungseinrichtungen, sowie die Bremseinrichtung deaktiviert - also geöffnet - sind. Im stufenlos leistungsverzweigten Betriebsbereich kann der Primärtrieb stationär und der Sekundärtrieb generatorisch oder motorisch betrieben werden. ~~betrieben werden.~~ Beim stufenlos leistungsverzweigten Anfahren kann - bis zu einer gewissen Grenzggeschwindigkeit - beim Anfahren Strom erzeugt werden. Weiters ist ein stufenloses elektrodynamisches Anfahren möglich. Ein separates Anfahrelement, wie zum Beispiel ein hydrodynamischer Drehmomentwandler, kann

entfallen. Die erste Kupplungseinrichtung hat dabei nur Trenn- bzw. Zuschaltfunktion und dient nicht als Anfahrkupplung.

In zumindest einem Gangstufenbetriebsbereich werden die Bremseinrichtung, die zweite Kupplungseinrichtung oder die dritte Kupplungseinrichtung aktiviert.

Das Umschalten vom stufenlos leistungsverzweigten Betriebsbereich in einen der drei Gangstufenbetriebsbereiche (Gänge) kann während dem Fahrbetrieb erfolgen. Während dem Betrieb in einem der drei schaltbaren Gänge kann der Sekundärbetrieb wahlweise generatorisch oder motorisch betrieben werden, um Hybridfunktionalitäten wie zum Beispiel "Boosten" (Unterstützen des Antriebsmomentes des Primärantriebes), "Rekuperieren", "Lastpunktverschiebung" oder "Segeln" auszuführen. In allen Gängen kann eine elektromotorische Drehmomentbeaufschlagung erfolgen. Während des Rekuperierens kann ein sehr hoher Wirkungsgrad erreicht werden, da zwischen dem Abtrieb und der elektrischen Maschine nur wenig Verluste (nur Leerlaufverluste) auftreten.

Im Vergleich zu bekannten Lepelletier-Getrieben ergibt sich eine deutliche Reduktion an Kupplungs- und Bremseinrichtungen.

Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der Fig. näher erläutert.

Es zeigen schematisch Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Getriebe, Fig. 2 ein Drehzahl-Leiterdiagramm und Fig. 3 eine Schaltmatrix des Getriebes.

Das Getriebe 1 weist einen Ravigneaux-Planetensatz 2 mit einem vorgeschalteten einfachen Planetensatz 3 auf, wobei der einfache Planetensatz 3 als ein durch ein Minusgetriebe gebildeter Reduzierplanetensatz ausgeführt ist.

Der im Wesentlichen durch ein doppeltes Planetengetriebe gebildete Ravigneaux-Planetensatz 2 weist ein erstes und ein zweites Sonnenrad 10a, 13a, welche mit entsprechenden ersten und zweiten Sonnenradwellen 10, 13 verbunden sind, sowie ein mit einer Hohlradwelle 12 verbundenes Hohlrad 12a auf. Ein Satz erster Planetenräder 18a kämmt mit dem Hohlrad 12a und dem zweiten Sonnenrad 13a. Ein Satz zweiter Sonnenräder 18b kämmt mit dem ersten Sonnenrad 10a und den ersten Planetenrädern 18a im Eingriff steht.

Der einfache Planetensatz 3 weist eine permanent mit dem Gehäuse 4 des Getriebes 1 gekoppelte erste Differenzwelle 5 des Sonnenrades 5a auf. Die zweite Differenzwelle 6 des Hohlrades 6a des einfachen Planetensatzes 2 ist permanent mit der Getriebeantriebswelle 7 drehbar verbunden. Die Summenwelle 8 des Steges 8a des einfachen Planetensatzes 3 ist über eine erste Getriebewelle 9 permanent mit der ersten Sonnenradwelle 10 des Ravigneaux-Planetensatz 2 verbunden. Der Abtrieb erfolgt über eine Getriebeabtriebswelle 11, welche permanent mit einer Hohlradwelle 12 des Ravigneaux-Planetensatzes 2 drehbar in Verbindung steht. Die zweite Sonnenradwelle 13 des Ravigneaux-Planetensatzes 2 steht mit einer zweiten Getriebewelle 14 drehbar in Verbindung. Die ersten und zweiten Getriebewellen 9, 14, sowie die Getriebeantriebs- und abtriebswellen 7, 11 können als koaxial ausgebildete Zentralwellen ausgeführt sein.

Die Getriebeantriebswelle 7 kann über eine erste Kupplungseinrichtung 15 und eine Primärantriebswelle 16 mit einem nicht weiterdargestellten Primärantrieb antriebsverbunden werden. Der Primärantrieb kann beispielsweise eine Brennkraftmaschine sein.

Eine zweite Kupplungseinrichtung 17 ermöglicht es, die erste und zweite Getriebewelle 9, 14, also die beiden Sonnenradwellen 10, 13 des Ravigneaux-Planetensatzes 2, zu verbinden. Die Stegwelle 18 kann über eine dritte Kupplungseinrichtung 19 drehbar mit der Getriebeantriebswelle 7 verbunden werden. Weiters kann die zweite Sonnenradwelle 13 des Ravigneaux-Planetensatzes 2 bzw. die zweite Getriebewelle 14 über eine Bremseinrichtung 20 blockiert werden.

Der Rotor des durch eine elektrische Maschine gebildeten Sekundärantrieb 21 ist permanent mit der Stegwelle 18 des Ravigneaux-Planetensatzes 2 antriebsverbunden.

Fig. 2 zeigt die möglichen Betriebsmodi des in Fig. 1 dargestellten Getriebes 1 anhand eines Leiterdiagramms für die Drehzahlen n mit der Antriebsdrehzahl n_1 des Primärantriebs.

Durch das Aktivieren der zweiten oder dritten Kupplungseinrichtung 17, 19 oder der Bremseinrichtung 20 können drei Vorwärtsgänge g_1 , g_2 , g_3 geschaltet werden. Die erste Kupplungseinrichtung 15 dient zum Abkoppeln des Primärantriebs und ist nur

deaktiviert, wenn der Antrieb ausschließlich vom Sekundärtrieb übernommen wird oder kein Antrieb erfolgt.

Ist keine der Kupplungs- oder Bremseinrichtungen 17, 19, 20 aktiviert, kann der Antriebsstrang in einem stufenlos leistungsverzweigten Betriebsbereich betrieben werden, indem vorteilhaft der Primärtrieb stationär betrieben wird und der Sekundärtrieb 21 in einem ersten Betriebsbereich b1 generatorisch und in einem zweiten Betriebsbereich b2 motorisch betrieben wird. Dadurch ist ein stufenloses elektrodynamisches Anfahren möglich, wodurch ein eigenes Anfahrlement wie zum Beispiel ein hydrodynamischer Drehmomentwandler oder eine Anfahrkupplung entfallen kann. Das Umschalten vom stufenlos leistungsverzweigten Betrieb in einen der drei schaltbaren Gänge g1, g2, g3 kann während dem Fahren erfolgen. Während dem Betrieb in einem der drei schaltbaren Gänge g1, g2, g3 kann der Sekundärbetrieb wahlweise generatorisch oder motorisch betrieben werden, um Hybridfunktionalitäten wie zum Beispiel "Boosten", Rekuperieren", "Lastpunktverschiebung" oder "Segeln" zu ermöglichen.

Fig. 3 zeigt eine Schaltmatrix der Kupplungseinrichtungen 15, 17, 19 und der Bremseinrichtung 20 für die in Fig. 2 dargestellten Betriebsmodi, wobei ein "X" den aktivierten Zustand der entsprechenden Kupplungseinrichtungen 15, 17, 19 oder Bremseinrichtung 20 darstellt. Dabei sind die Betriebsmodi (Gangstufenbereiche) e1, e2 und e3 für reinen Sekundärbetrieb äquivalent zu den Betriebsmodi (Gangstufenbereiche) g1, g2 und g3 für kombinierten Antrieb und können sowohl Vorwärts-, als auch Rückwärtsgänge sein.

Die Bezeichnungen "primär" und "sekundär" in Primär- und Sekundärtrieb werden hier wertungsfrei und nur zur Unterscheidung der Antriebe verwendet. Sowohl der Primärtrieb, als auch der Sekundärtrieb kann für sich als hauptsächlich oder überwiegend eingesetzter Standard- bzw. Hauptantrieb für das Fahrzeug ausgebildet sein, wobei der jeweilige andere Antrieb als temporär zuschaltbarer Hilfsantrieb ausgeführt sein kann. Genauso ist es möglich, beide Antriebe gleichwertig auszuführen und - eventuell abwechselnd - sowohl als Standard- bzw. Hauptantrieb, als auch als Hilfsantrieb einzusetzen. Weiters ist auch eine gemeinsame gleichwertige Verwendung der beiden Antriebe in den Schaltbereichen g1, g2, g3 möglich.

PATENTANSPRÜCHE

1. Getriebe (1) mit einem einen Primärtrieb mit einer Primärtriebswelle (16) aufweisenden Antriebsstrang, insbesondere für ein Fahrzeug, mit einem Ravigneaux-Planetensatz (2) mit einem zwei Sonnenradwellen (10, 13), eine Stegwelle (18) und eine Hohlradwelle (12) aufweisenden doppelten Planetengetriebe, und einem vorgeschalteten, als Reduktionsgetriebe ausgebildeten einfachen Planetensatz (3) mit den Getriebeelementen Sonnenrad (5a), Steg (8a) und Hohlrad (6a), wobei ein erstes der Getriebeelemente des einfachen Planetensatzes (2), insbesondere das Sonnenrad (5a), gehäusefest ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Sonnenradwelle (10) des Ravigneaux-Planetensatzes (2) permanent mit einem zweiten Getriebeelement des einfachen Planetensatzes (3), vorzugsweise mit dem Steg (8a) des einfachen Planetensatzes (3), antriebsverbunden ist.
2. Getriebe (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Element des Ravigneaux-Planetensatz (2), vorzugsweise die Stegwelle (18), mit dem Primärtrieb antriebsverbindbar ist.
3. Getriebe (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Primärtrieb durch eine Brennkraftmaschine gebildet ist.
4. Getriebe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Element des Ravigneaux-Planetensatzes (2), vorzugsweise die Stegwelle (18), besonders vorzugsweise permanent, mit einem Sekundärtrieb (21) antriebsverbunden ist.
5. Getriebe (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Sekundärtrieb (21) durch eine elektrische Maschine gebildet ist.
6. Getriebe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der einfache Planetensatz (3) als Reduktionsgetriebe und/oder als Minus-Getriebe ausgebildet ist.

7. Getriebe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Ravigneaux-Planetensatz (2) und/oder der einfache Planetensatz (3) innerhalb eines Rotors des Primär- oder Sekundärantriebes (21) angeordnet ist.
8. Getriebe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Primärantriebswelle (16) und eine Getriebeantriebswelle (7) mittels einer ersten Kupplungseinrichtung (15) drehverbindbar sind.
9. Getriebe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Sonnenradwellen (10, 13) des Ravigneaux-Planetensatz (2) mittels einer zweite Kupplungseinrichtung (17) drehverbindbar sind.
10. Getriebe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Getriebeantriebswelle (7) und die Stegwelle (18) des Ravigneaux-Planetensatzes (2) mittels einer dritten Kupplungseinrichtung (19) drehverbindbar sind.
11. Getriebe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Sonnenradwelle (13) über eine Bremseinrichtung (20) blockierbar ist.
12. Verfahren zum Betreiben eines Getriebes (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in einem stufenlos leistungsverzweigten Betriebsbereich (b1, b2) nur die erste Kupplungseinrichtung (15) aktiviert wird, und dass in zumindest einem Gangstufenbetriebsbereich (g1, g2, g3, e1, e2, e3) die Bremseinrichtung (20), die zweite Kupplungseinrichtung (17) oder die dritte Kupplungseinrichtung (19) aktiviert wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass im stufenlos leistungsverzweigten Betriebsbereich (b1, b2) der Primärantrieb und der Sekundärantrieb (21) aktiviert werden, wobei vorzugsweise der Primärantrieb stationär, und der Sekundärantrieb (21) motorisch oder generatorisch betrieben werden.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem Gangstufenbetriebsbereich (g1, g2, g3) der Primärantrieb

transient betrieben wird und der Sekundärtrieb (21) motorisch oder generatorisch betrieben wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem Gangstufenbetriebsbereich (e1, e2, e3) der Primärtrieb deaktiviert wird und der Sekundärtrieb (21) motorisch oder generatorisch betrieben wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Gangstufenbetriebsbereich (g1; e1) die Bremseinrichtung (20) aktiviert wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass in einem zweiten Gangstufenbetriebsbereich (g2; e2) die dritte Kupplungseinrichtung (19) aktiviert wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass in einem dritten Gangstufenbetriebsbereich (g3, e3) die zweite Kupplungseinrichtung (17) aktiviert wird.

2012 10 22

Fu

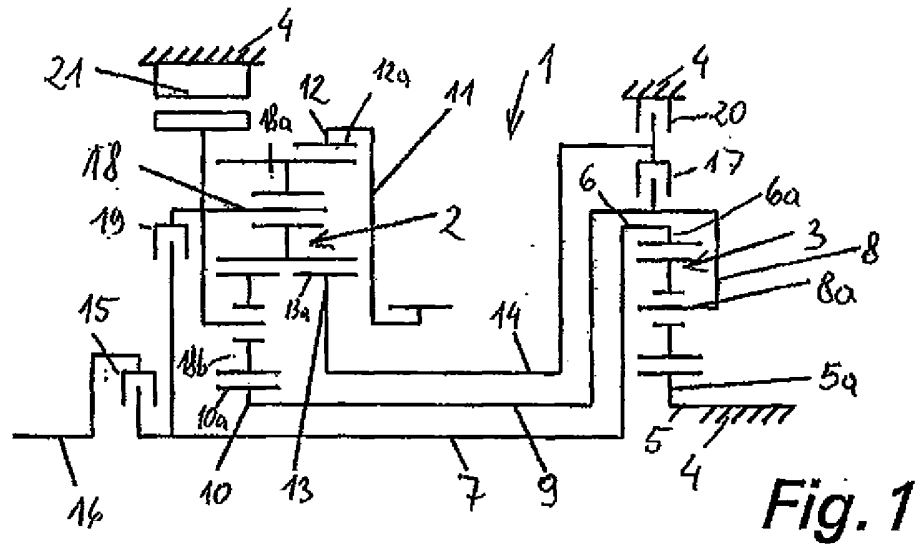


Fig. 1

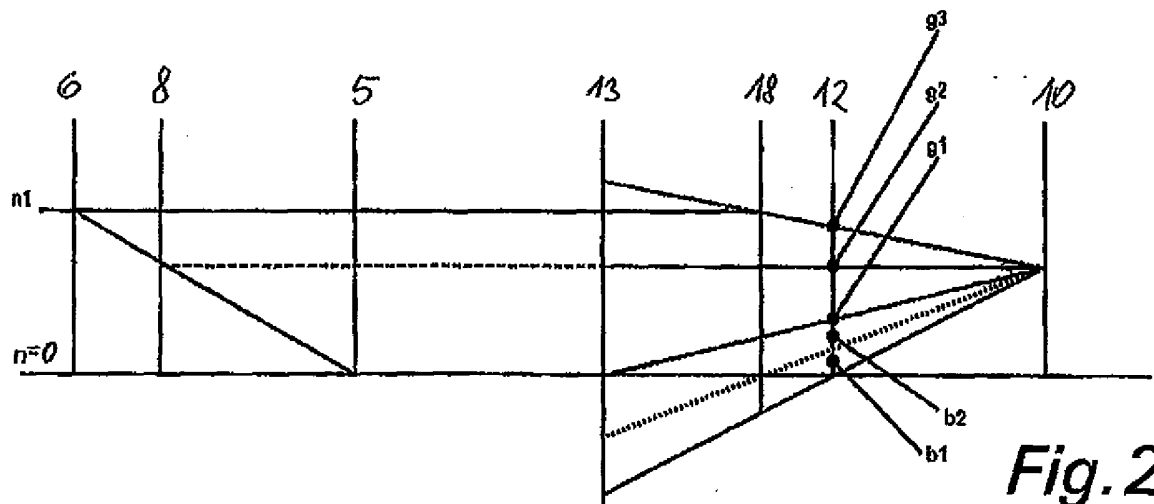


Fig. 2

	15	17	19	20
b1/b2	x			
g1	x			x
g2	x		x	
g3	x	x		
e1				x
e2			x	
e3		x		

Fig. 3