

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50176/2013  
(22) Anmeldetag: 15.03.2013  
(45) Veröffentlicht am: 15.09.2014

(51) Int. Cl.: **B60K 6/543** (2007.10)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 19909424 A1  
EP 1279545 A2

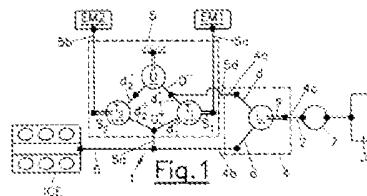
(73) Patentinhaber:  
AVL LIST GMBH  
8020 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:  
Grillenberger Dieter Dipl.Ing. (FH)  
8072 Fernitz (AT)  
Lichtenegger Stefan  
8511 St. Stefan (AT)  
Reinbacher Achim  
8563 Ligist (AT)

(74) Vertreter:  
BABELUK MICHAEL DIPL.ING. MAG.  
WIEN

### (54) **Antriebsstrang für ein Hybridfahrzeug**

(57) Die Erfindung betrifft einen Antriebsstrang (1) für ein Hybridfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine (ICE) und zumindest einer elektrischen Maschine (EM1, EM2), mit einem drei Anschlüsse (4a, 4b, 4c) aufweisenden leistungsverzweigten Getriebe (4), wobei ein erster Anschluss (4a) mit zumindest einer elektrischen Maschine (EM2), ein zweiter Anschluss (4b) mit der Brennkraftmaschine (ICE) und ein vorzugsweise durch eine Summenwelle (s) gebildeter dritter Anschluss (4c) mit einer Abtriebswelle (2) des Fahrzeugs antriebsverbunden ist. Um den Wirkungsgrad zu steigern und den Regelaufwand zu vermindern, ist vorgesehen, dass mit dem ersten Anschluss (4a) ein durch ein zweiläufiges Vierwellengetriebe gebildetes Drehmoment-Führungsmodul (5) verbunden ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Antriebsstrang für ein Hybridfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine und zumindest einer elektrischen Maschine, mit einem drei Anschlüsse aufweisenden leistungsverzweigten Getriebe, wobei ein erster Anschluss mit zumindest einer elektrischen Maschine, ein zweiter Anschluss mit der Brennkraftmaschine und ein vorzugsweise durch eine Summenwelle gebildeter dritter Anschluss mit einer Abtriebswelle des Fahrzeugs antriebsverbunden ist.

**[0002]** Auf Grund der geringeren gravimetrischen Energiedichte von Batterien im Vergleich zu fossilen Energieträgern und der vergleichsweise langen Ladedauer der Batterien haben Elektrofahrzeuge in der Regel kürzere Reichweiten als Fahrzeuge mit Brennkraftmaschinen. Um bei einem vergleichbaren Fahrzeuggesamtgewicht eine akzeptable Reichweite zu gewährleisten, kommt deshalb bei Fahrzeugen mit Elektroantrieb oft ein sogenannter Range-Extender zum Einsatz. Dabei treibt eine Brennkraftmaschine im Bedarfsfall direkt einen Generator an, welcher zusätzliche Energie in die Batterie einspeist. Bei diesen Baukonzepten ist kein mechanischer Leistungspfad zwischen der Brennkraftmaschine und den Antriebsrädern vorgesehen. Dies hat den Vorteil, dass eine optimale Auslegung der Brennkraftmaschine auf wenige Betriebspunkte und eine optimale Auslegung der Batteriegröße bei geringer Komplexität und geringem Aufwand erfolgen kann. Da keine mechanische Leistungsübertragung zwischen Brennkraftmaschine und Antriebsrädern besteht, kommt es allerdings zu hohen Verlusten im Brennkraftmaschinen-Leistungspfad durch eine häufige Energiewandlung zwischen Brennkraftmaschine -> Generator -> Hochspannungssystem -> Batterie -> Hochspannungssystem -> Motor -> Getriebe. Die elektrische Maschine bildet den Antrieb und muss für größere Leistungen ausgelegt sein.

**[0003]** Bei leistungsverzweigten Hybridantrieben wird ein Teil der von der Brennkraftmaschine zur Verfügung gestellten Leistung über ein zweiläufiges Getriebe zur Leistungsverzweigung direkt mechanisch an die Antriebsräder weitergeleitet. Um den statischen Anforderungen (Momentengleichgewicht-Stützmoment) des Systems gerecht zu werden, muss dem Getriebe je nach Betriebszustand noch Leistung zu- bzw. abgeführt werden. Dies geschieht durch motorischen bzw. generatorischen Betrieb einer Elektromaschine. Die Leistungsverzweigung erfolgt also über einen rein elektrischen Leistungspfad.

**[0004]** Um die Brennkraftmaschine stationär in einem Betriebspunkt betreiben zu können, muss das Leistungsangebot aus der Leistungsverzweigung der geforderten Antriebsleistung, durch den motorischen bzw. generatorischen Betrieb einer weiteren Elektromaschine angepasst werden. Prinzipbedingt kann es daher in Abhängigkeit von Betriebszustand und Leistungsanforderung zu einem Blindleistungsfluss im elektrischen Leistungspfad kommen.

**[0005]** Möglicher Blindleistungsfluss:

**[0006]** - elektrische Maschine 1 -> Hochspannungssystem -> Batterie -> Hochspannungssystem -> Elektromotor 2.

**[0007]** - Elektromotor 2 -> Hochspannungssystem -> Batterie -> Hochspannungssystem -> elektrische Maschine 1.

**[0008]** Dadurch können die Vorteile eines mechanischen Leistungspfades für die Brennkraftmaschine und die optimale Auslegung der Brennkraftmaschine auf wenige Betriebspunkte, sowie eine geringere Fahrzeugmasse durch kleinere Batterien vereinigt werden. Nachteilig ist allerdings, dass die Leistungsverzweigung rein elektrisch erfolgt, wodurch hohe Verluste durch häufige Energiewandlung entstehen. Der mögliche Blindleistungsfluss im elektrischen Leistungspfad bewirkt einen geringen Wirkungsgrad. Darüber hinaus ergibt sich ein großer Regelaufwand durch das System.

**[0009]** Die DE 199 09 424 A1 offenbart ein Hybridgetriebe für Fahrzeuge, bestehend aus einer Antriebswelle, einer Abtriebswelle, einem stufenlosen Stellgetriebe und einem mechanischen Überlagerungs-Umschaltgetriebe. Das Überlagerungsgetriebe ist ein fünf-welliges Planetengetriebe mit einer Stegwelle als Getriebeabtriebswelle. Der Steg trägt mehrere Sätze miteinander

kämmender Planeten. Die Planeten kämmen mit zwei Hohlrädern und zwei Sonnenrädern. Die beiden Sonnenräder sind über ein stufenloses elektrisches Stellgetriebe miteinander verbunden. Ein erstes Hohlrad ist fest mit der Verbrennungskraftmaschine verbunden. Das zweite Hohlrad ist über eine Bremse mit dem Getriebegehäuse verbindbar.

**[0010]** Die EP 1 279 545 A2 beschreibt einen Hybridantriebsstrang für ein Fahrzeug mit einem vier Elemente und zwei Freiheitsgrade aufweisenden Planetengetriebe mit zwei Sonnenrädern, einem Planetenträger und zumindest einem Hohlrad. Das Hohlrad und der Planetenträger sind mit der Antriebswelle einer Brennkraftmaschine verbunden. Die Sonnenräder sind jeweils mit elektrischen Maschinen verbunden.

**[0011]** Aufgabe der Erfindung ist es, diesen Nachteil zu vermeiden, den Wirkungsgrad zu verbessern und den Regelaufwand zu vermindern.

**[0012]** Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass mit dem ersten Anschluss ein durch ein zweiläufiges Vierwellengetriebe gebildetes Drehmoment-Führungsmodul verbunden ist.

**[0013]** Unter einem leistungsverzweigten zweiläufigen (Laufgrad=2) Getriebe versteht man im Allgemeinen ein Getriebe mit zwei kinematischen Freiheitsgraden: Durch die Vorgabe der Drehzahlen an zwei Wellen ist das System kinematisch eindeutig bestimmt. Wird weiters ein Drehmoment einer Anschlusswelle vorgegeben, so ist das System auch statisch vollkommen definiert. Allgemein muss ein Getriebe/Teilgetriebe zur Leistungsübertragung mindestens immer eine Anschlusswelle mehr aufweisen, als es kinematische Freiheitsgrade besitzt. Somit weist das einfachste zweiläufige Getriebe genau drei Anschlusswellen auf. Umlaufgetriebe/Planetengetriebe bilden die einfachste Ausführung von zweiläufigen Dreiwellengetrieben. Aus der Bedingung, dass die Summe aller Momente=0 ergibt, folgt, dass die Anschlussmomente eines zweiläufigen Getriebes teils positiv und teils negativ sein müssen. Es gibt dabei stets zwei Momente mit gleichen Vorzeichen und eines mit entgegengesetztem Vorzeichen, wobei das einzelne Moment der Summe der beiden anderen Momente entspricht. Die Welle, die das einzelne Moment führt, wird als Summenwelle bezeichnet, die beiden anderen Wellen werden als Differenzwellen bezeichnet.

**[0014]** Ist die Standübersetzung eines Umlaufgetriebes negativ, handelt es sich also um ein sogenanntes Minusgetriebe, so sind die beiden Zentralwellen zugleich die Differenzwellen und die Stegwelle ist die Summenwelle. Ist die Standübersetzung eines Umlaufgetriebes hingegen positiv, so spricht man allgemein von einem Plusgetriebe. Eine Zentralwelle und die Stegwelle sind Differenzwellen, die übrige Zentralwelle ist die Summenwelle.

**[0015]** Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das Drehmoment-Führungsmodul vier Anschlüsse aufweist, wobei ein erster Modulanschluss mit einer ersten elektrischen Maschine, ein zweiter Modulanschluss mit einer zweiten elektrischen Maschine und weitere Modulanschlüsse mit dem ersten bzw. zweiten Anschluss des leistungsverzweigenden Getriebes antriebsverbunden ist. Ein besonders hoher Wirkungsgrad und geringer Regelungsaufwand kann erreicht werden, wenn das Drehmoment-Führungsmodul zwei zweiläufige Dreiwellengetriebe aufweist, wobei die Differenzwellen der beiden Dreiwellengetriebe miteinander gekoppelt sind und wobei die Summenwelle des ersten zweiläufigen Dreiwellengetriebes den ersten Modulanschluss und die Summenwelle des zweiten zweiläufigen Dreiwellengetriebes den zweiten Modulanschluss ausbildet.

**[0016]** Zwei zweiläufige Dreiwellengetriebe bilden zusammen durch eine doppelte Koppelung ein zweiläufiges Vierwellengetriebe mit vier Anschlüssen, von denen einer die Summenwelle des ersten Teilgetriebes, ein weiterer die Summenwelle des zweiten Teilgetriebes, und die beiden restlichen Modulanschlüsse die gekoppelten Differenzwellenstränge der Teilgetriebe bilden.

**[0017]** Dabei kann vorgesehen sein, dass zwei Differenzwellen des ersten und zweiten Dreiwellengetriebes des Drehmoment-Führungsmoduls direkt zu einem positiven Differenzwellenstrang und zwei weitere Differenzwellen des ersten und zweiten zweiläufigen Dreiwellengetriebes über ein Umkehrgetriebe zu einem negativen Differenzwellenstrang miteinander gekoppelt sind.

Somit bildet der positive Differenzwellenstrang eine positive Übersetzung und der negative Differenzwellenstrang eine negative Übersetzung zwischen den beiden Teilgetrieben aus.

**[0018]** Das erste Teilgetriebe wirkt als offenes Differential, welches das Antriebsmoment des ersten Modulanschlusses in einem gewissen Verhältnis auf die mit den Differenzwellensträngen gekoppelten Modulanschlüsse verteilt. Ein am zweiten Anschluss angelegtes Drehmoment sorgt für eine Umverteilung der Antriebsmomente der an die Differenzwellenstränge gekoppelten Anschlüsse.

**[0019]** Prinzipiell kann die Momentenverteilung entweder antriebsseitig oder abtriebsseitig durch das Drehmoment-Führungsmodul erfolgen.

**[0020]** In einer ersten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Differenzwelle eines Differenzwellenstranges des Drehmoment-Führungsmoduls mit dem ersten Anschluss und eine weitere Differenzwelle des anderen Differenzwellenstranges mit dem zweiten Anschluss des leistungsverzweigten Getriebes antriebsverbunden ist. Der erste Anschluss des leistungsverzweigten Getriebes ist dabei entweder mit dem Modulanschluss des positiven Differenzwellenstranges oder des negativen Differenzwellenstranges verbunden. Der zweite Anschluss des leistungsverzweigten Getriebes ist umgekehrt entweder mit dem negativen Differenzwellenstrang oder dem positiven Differenzwellenstrang des Drehmoment-Führungsmoduls verbunden.

**[0021]** In einer zweiten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Differenzwelle des einen Differenzwellenstranges des Drehmoment-Führungsmoduls mit dem zweiten Anschluss und eine Differenzwelle des anderen Differenzwellenstranges mit dem dritten Anschluss des leistungsverzweigten Getriebes antriebsverbunden ist.

**[0022]** Der dritte Anschluss des leistungsverzweigten Getriebes ist dabei entweder mit dem direkten oder mit dem umgekehrten Differenzwellenstrang des Drehmoment-Führungsmoduls verbunden. Umgekehrt ist der zweite Anschluss des leistungsverzweigten Getriebes entweder mit dem umgekehrten oder mit dem direkten Differenzwellenstrang des Drehmoment-Führungsmoduls verbunden.

**[0023]** Der Antriebsstrang weist somit zwei Hauptbaugruppen mit unterschiedlichen Funktionen auf:

**[0024]** 1) Leistungsverzweigtes zweiläufiges Getriebe für CVT-Funktionalität (CVT- Continuous Variable Transmission)

**[0025]** 2) Drehmoment-Führungsmodul (TVM=Tork-Vectoring-Modul) für dynamische Leistungsverteilung im System.

**[0026]** Durch die vorliegende Erfindung ergeben sich nicht nur alle Vorteile von Hybridantrieben mit leistungsverzweigten Getrieben, wie ein mechanischer Leistungspfad für die Brennkraftmaschine, optimale Auslegung der Brennkraftmaschine auf wenige Betriebspunkte und geringer Fahrzeugmasse durch klein dimensionierte Batterie, sondern auch geringe Verluste und somit relativ hoher Wirkungsgrad durch die mechanische Leistungsverzweigung, da die Häufigkeit der Energiewandlung verringert werden kann. Zudem ist ein wesentlich geringerer Regelaufwand erforderlich.

**[0027]** Die Erfindungen wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

**[0028]** Es zeigen:

**[0029]** Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Antriebsstrang in einer ersten Ausführung,

**[0030]** Fig. 2 eine erste Variante der Ausführung aus Fig. 1

**[0031]** Fig. 3 eine zweite Variante der Ausführung aus Fig. 1

**[0032]** Fig. 4 einen erfindungsgemäßen Antriebsstrang in einer zweiten Ausführung,

**[0033]** Fig. 5 eine erste Variante der Ausführung aus Fig. 4,

- [0034] Fig. 6 eine zweite Variante der Ausführung aus Fig. 4,  
[0035] Fig. 7 einen erfindungsgemäßen Antriebsstrang in einer dritten Ausführung,  
[0036] Fig. 8 eine erste Variante der Ausführung aus Fig. 7,  
[0037] Fig. 9 eine erste Variante der Ausführung aus Fig. 7,  
[0038] Fig. 10 einen erfindungsgemäßen Antriebsstranges in einer vierten Ausführung,  
[0039] Fig. 11 eine erste Variante der Ausführung aus Fig. 10 und  
[0040] Fig. 12 eine zweite Variante der Ausführung aus Fig. 10.

[0041] Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungen und Varianten mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0042] Die Figuren zeigen jeweils den Antriebsstrang 1 mit den durch die Brennkraftmaschine ICE, die erste elektrische Maschine EM1 und die zweite elektrische Maschine EM2 gebildeten Antriebsquellen, wobei über die Abtriebswelle 2 zumindest ein Antriebsrad 3 eines Fahrzeuges angetrieben wird. Im Antriebsstrang 1 ist ein leistungsverzweigendes Getriebe 4 mit drei Anschlüssen 4a, 4b, 4c angeordnet. Der erste Anschluss 4a ist mit der ersten und zweiten elektrischen Maschine EM1, EM2 über ein vier Modulanschlüsse 5a, 5b, 5c, 5d aufweisendes Drehmoment-Führungsmodul 5 verbunden. Der zweite Anschluss 4b ist mit der Abtriebswelle 6 der Brennkraftmaschine ICE verbunden.

[0043] Das leistungsverzweigte Getriebe 4 ist als zweiläufiges Getriebe mit zwei kinematischen Freiheitsgraden ausgebildet. Derartige Dreiwellengetriebe, welche durch Umlauf- bzw. durch Planetengetriebe L gebildet werden, weisen immer zwei Wellen auf, welche bezogen auf das Wellenmoment das gleiche Vorzeichen besitzen, und eine Welle mit entgegengesetzten Vorzeichen. Die Wellen mit gleichen Vorzeichen werden als Differenzwellen bezeichnet, die Welle mit entgegengesetztem Vorzeichen wird als Summenwelle bezeichnet. Als Stegwelle wird jene Welle bezeichnet, welche nur Kupplungsleistung übertragen kann. Wellen, welche sowohl Kupplungsleistungen, als auch Wälzleistung übertragen können, werden als Zentralwellen bezeichnet. Ein Dreiwellengetriebe besitzt ein eindeutiges Moment- und Drehzahlverhalten im Bezug auf die Differenz- und Summenwellen. Um ein Dreiwellengetriebe kinematisch zu beschreiben, behilft man sich der sogenannten Standübersetzung. Die Standübersetzung ist definiert als die Übersetzung zwischen den beiden Zentralwellen bei stillstehender Stegwelle. Die Standübersetzung kann positiv oder negativ sein, und das wiederum macht eine Unterscheidung in sogenannte Plus- und Minusgetriebe notwendig. Ein Minusgetriebe bezeichnet ein Dreiwellengetriebe, bei dem beide Zentralwellen zugleich die Differenzwellen darstellen, die übrige Stegwelle ist hierbei die Summenwelle.

[0044] Ein Plusgetriebe bezeichnet ein Dreiwellengetriebe, bei dem die Stegwelle und eine der beiden Zentralwellen die Differenzwellen darstellen, die übrige Zentralwelle ist dann die Summenwelle.

[0045] Bei einem einfachen Planetenradsatz mit nur einem Planetenrad, welches einerseits mit dem Sonnenrad kämmt und andererseits auch mit dem Hohlrad kämmt, sind die beiden Zentralwellen Sonnenrad und Hohlrad die Differenzwellen, die Stegwelle ist die Summenwelle. Dieser Planetensatz besitzt die Kinematik eines Minusgetriebes.

[0046] Bei einem Planetenradsatz mit einem oder mehreren Planetenradpaaren, wobei jeweils das erste Planetenrad mit dem Sonnenrad und dem zweiten Planetenrad, und das zweite Planetenrad mit dem Hohlrad und dem ersten Planetenrad kämmt, bilden sie Stegwelle und das Sonnenrad als erste Zentralwelle die Differenzwellen, das Hohlrad als zweite Zentralwelle ist die Summenwelle. Dieser Planetensatz besitzt also die Kinematik eines Plusgetriebes. Beim vorliegenden leistungsverzweigten zweiläufigen Getriebe 4 kann beispielsweise ein Minusgetriebe verwendet werden. Durch die Vorgabe der Drehzahlen an zwei Wellen ist das System kinematisch bestimmt. Wird weiters ein Drehmoment durch einen Anschluss vorgegeben, so ist das System auch statisch vollkommen definiert.

**[0047]** Im vorliegenden Fall werden der erste und der zweite Anschluss 4a, 4b des leistungsverzweigten Getriebes 4 durch Differenzwellen  $d$  und der dritte Anschluss 4c durch eine Summenwelle  $s$  gebildet.

**[0048]** Das Drehmoment-Führungsmodul 5 wird durch zwei zweiläufige Dreiwellengetriebe (Teilgetriebe)  $T_1$  und  $T_2$  gebildet, welche zusammen durch eine doppelte Koppelung ein zweiläufiges Vierwellengetriebe mit den Modulanschlüssen 5a, 5b, 5c und 5d bilden. Der mit der ersten elektrischen Maschine EM1 verbundene erste Modulanschluss 5a wird durch die Summenwelle  $S_1$  des ersten Dreiwellengetriebes  $T_1$  gebildet. Der mit der elektrischen Maschine EM2 verbundene zweite Modulanschluss 5b wird durch die Summenwelle  $S_2$  des zweiten Dreiwellengetriebes  $T_2$  gebildet. Die Differenzwellen  $d_1^+$  des ersten Dreiwellengetriebes  $T_1$  und  $d_2^+$  des zweiten Dreiwellengetriebes  $T_2$  sind miteinander zu einem positiven Differenzwellenstrang  $D^+$  gekoppelt. Die Differenzwellen  $d_1^-$  und  $d_2^-$  des ersten und zweiten Dreiwellengetriebes  $T_1$  und  $T_2$  sind über ein Umkehrgetriebe U zu einem negativen Differenzwellenstrang  $D^-$  gekoppelt.

**[0049]** Das Teilgetriebe  $T_1$  wirkt als offenes Differential, welches das Antriebsmoment des ersten Modulanschlusses 5a in einem gewissen Verhältnis auf die Modulanschlüsse 5c und 5d verteilt. Ein am zweiten Modulanschluss 5b angelegtes Drehmoment sorgt für eine Umverteilung der Abtriebsmomente der Anschlüsse 5c und 5d.

**[0050]** Grundsätzlich lassen sich die Figuren in zwei Gruppen gliedern. Die Fig. 1 bis Fig. 6 behandeln eine erste Gruppe von Ausführungen und Varianten mit antriebsseitiger Momentenverteilung durch das Drehmoment-Führungsmodul 5. Die Fig. 7 bis Fig. 12 zeigen eine zweite Gruppe von Ausführungen und Varianten mit abtriebsseitiger Momentenverteilung durch das Drehmoment-Führungsmodul 5, wobei die Fig. 1 eine erste Hauptausführung, Fig. 4 eine zweite Hauptausführung, Fig. 7 eine dritte Hauptausführung und Fig. 10 eine vierte Hauptausführung zeigt. Zu jeder Hauptausführung gibt es Untervarianten, die in den Fig. 2 und Fig. 3, Fig. 5 und Fig. 6, Fig. 8 und Fig. 9 bzw. Fig. 11 und Fig. 12 dargestellt sind.

**[0051]** Die Darstellung der in den Fig. 1, Fig. 4, Fig. 7, und Fig. 10 gezeigten Hauptausführungen erfolgt in der sogenannten Wolfsymbolik, wobei jedes Umlaufgetriebe durch einen Kreis für das Gehäuse und durch drei Striche für die drei Anschlüsse dargestellt ist. Die Stegwellen sind durch einen in den Kreis hineinragenden Strich angedeutet, die Summenwellen durch einen Doppelstrich gekennzeichnet.

**[0052]** Mit Bezugszeichen 7 ist eine Antriebsübersetzung beziehungsweise ein Fahrzeugdifferenzial angedeutet.

**[0053]** In allen Ausführungsvarianten ist beim Drehmoment-Führungsmodul 5 jeweils das erste Dreiwellengetriebe  $T_1$  als Plusgetriebe und das zweite Dreiwellengetriebe  $T_2$  als Minusgetriebe ausgeführt. Die Fig. 2 und 3, 5 und 6, 8 und 9, sowie 11 und 12 unterscheiden sich jeweils dadurch, dass die Zentralwellen beim leistungsverzweigten Getriebe 4 vertauscht sind. Bei den Varianten der Fig. 2, 5, 8 und 11 ist das Sonnenrad  $L_S$  des Planetengetriebes L des leistungsverzweigten Getriebes 4 mit der Antriebswelle 6 der Brennkraftmaschine ICE verbunden. Das Hohlrad  $L_H$  hingegen ist mit dem Steg  $T_{1St}$  des ersten Dreiwellengetriebes  $T_1$  des Drehmoment-Führungsmoduls 5 verbunden.

**[0054]** In den Varianten der Fig. 3, 6, 9, und 12 dagegen ist die Antriebswelle 6 der Brennkraftmaschine ICE mit dem Hohlrad  $L_H$  des Planetengetriebes L des leistungsverzweigten Getriebes 4 verbunden, das Sonnenrad  $L_S$  hingegen mit dem Steg  $T_{1St}$  des ersten Dreiwellengetriebes  $T_1$ .

**[0055]** Bei den in den Fig. 2 und 3 dargestellten Varianten sind die Sonnenräder  $T_{1S}$  und  $T_{2S}$  des ersten und zweiten Dreiwellengetriebes  $T_1$ ,  $T_2$  mit der Antriebswelle 6 der Brennkraftmaschine ICE verbunden. Auf das Hohlrad  $T_{1H}$  wirkt die erste elektrische Maschine EM1 ein. Die zweite elektrische Maschine EM2 wirkt auf den Steg  $T_{2St}$  des zweiten Dreiwellengetriebes  $T_2$  ein. Das Hohlrad  $T_{2H}$  des zweiten Dreiwellengetriebes  $T_2$  und der Steg  $T_{1St}$  des ersten Dreiwellengetriebes  $T_1$  ist über das Umkehrgetriebe U miteinander gekoppelt. Der Steg  $T_{St}$  des leistungsverzweigten Getriebes 4 ist mit der Abtriebswelle 2 verbunden.

**[0056]** Zum Unterschied zu den Fig. 2 und Fig. 3 ist bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 5

und Fig. 6 diejenige Zentralwelle des verzweigten Getriebes 4, welche nicht mit der Antriebswelle 6 der Brennkraftmaschine ICE verbunden ist, sowohl mit dem Sonnenrad  $T_{1S}$  des ersten Dreiwellengetriebes  $T_1$ , als auch mit dem Sonnenrad  $T_{2S}$  des zweiten Dreiwellengetriebes  $T_2$  verbunden.

**[0057]** Die Beispiele der Fig. 8 und Fig. 9 mit einem - bezüglich des leistungsverzweigten Getriebes 4 - abtriebseitig mit dem Antriebstrang 1 verbundenen gekoppelten positiven Differenzwellenstrang  $D^+$  zeigen Anordnungen analog zu den Fig. 2 und Fig. 3, bei denen diejenige Zentralwelle des leistungsverzweigten Getriebes 4, welche nicht mit der Antriebswelle 6 der Brennkraftmaschine ICE verbunden ist, mit dem ersten Dreiwellengetriebe  $T_1$  verbunden ist. In Fig. 8 ist dabei das Hohlrads  $L_S$  des leistungsverzweigten Getriebes 4 mit dem Steg  $T_{1St}$  des ersten Dreiwellengetriebes  $T_1$  verbunden. Zum Unterschied dazu ist in Fig. 9 das Sonnenrad  $L_S$  des Planetensatzes L des leistungsverzweigten Getriebes 4 mit dem Steg  $T_{1St}$  des ersten Dreiwellengetriebes  $T_1$  verbunden. Das Hohlrads  $T_{1H}$  des ersten Dreiwellengetriebes  $T_1$  ist mit der ersten elektrischen Maschine EM1 verbunden. Die Sonnenräder  $T_{1S}$  und  $T_{2S}$  des ersten und zweiten Dreiwellengetriebes  $T_1, T_2$  sind fest mit der Abtriebswelle 2 verbunden. Der Steg  $T_{1St}$  ist mit dem Hohlrads  $T_{2H}$  über die Umkehrstufe U verbunden. Die zweite elektrische Maschine EM2 greift am Steg  $T_{2St}$  des zweiten Dreiwellengetriebes  $T_2$  an.

**[0058]** Die in den Fig. 11 und Fig. 12 dargestellten Beispiele zeigen Varianten eines bezüglich des leistungsverzweigten Getriebes 4 abtriebsseitig an den Antriebstrang 1 gekoppelten Drehmoment-Führungsmoduls 5, wobei in Fig. 11 das Sonnenrad  $4_S$  des Planetensatzes L des leistungsverzweigten Getriebes 4 an die Antriebswelle 6 der Brennkraftmaschine ICE gekoppelt ist und das Hohlrads  $L_H$  des Planetensatzes L mit den Sonnenrädern  $T_{1S}$  und  $T_{2S}$  des ersten und zweiten Dreiwellengetriebes  $T_1, T_2$  antriebsverbunden ist. Der Steg  $L_{St}$  des leistungsverzweigten Getriebes 4 ist mit dem Steg  $T_{1St}$  verbunden. Dieser Steg  $T_{1St}$  des ersten Dreiwellegetriebes  $T_1$  ist über das Umkehrgetriebe U mit dem Hohlrads  $T_{2H}$  des zweiten Dreiwellengetriebes  $T_2$  gekoppelt. Am Hohlrads  $T_{1H}$  des ersten Dreiwellengetriebes  $T_1$  greift die erste elektrische Maschine EM1 an. Die zweite elektrische Maschine EM2 ist mit dem Steg  $T_{2St}$  des zweiten Dreiwellengetriebes  $T_2$  verbunden. Von der in Fig. 11 dargestellten Anordnung unterscheidet sich Fig. 12 nur dadurch, dass die Zentralwellen des leistungsverzweigten Getriebes 4 vertauscht sind. Im Detail ist die Antriebswelle 6 der Brennkraftmaschine ICE mit der Hohlwelle  $L_H$  des Planetensatzes L des leistungsverzweigten Getriebes 4 verbunden und das Sonnenrad  $L_S$  des Planetensatzes L mit den Sonnenrädern  $T_{1S}$  des ersten Dreiwellengetriebes  $T_1$  und dem Sonnenrad  $T_{2S}$  des zweiten Dreiwellengetriebes  $T_2$  verbunden.

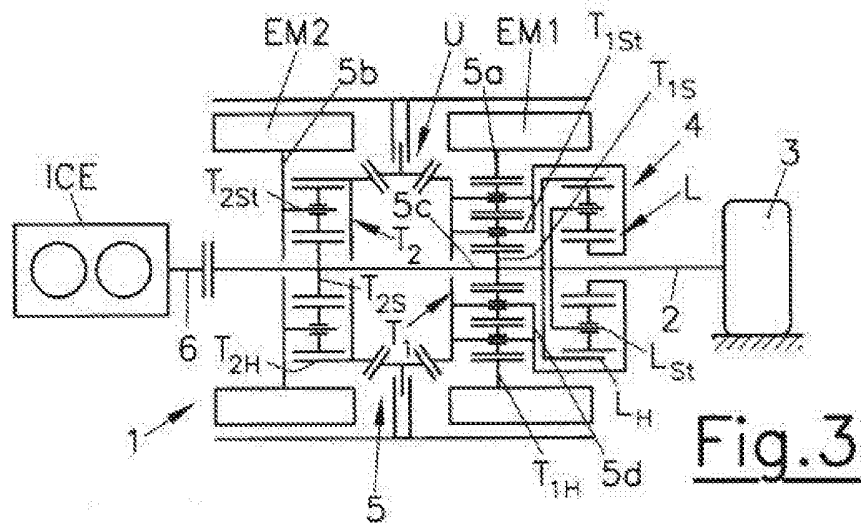
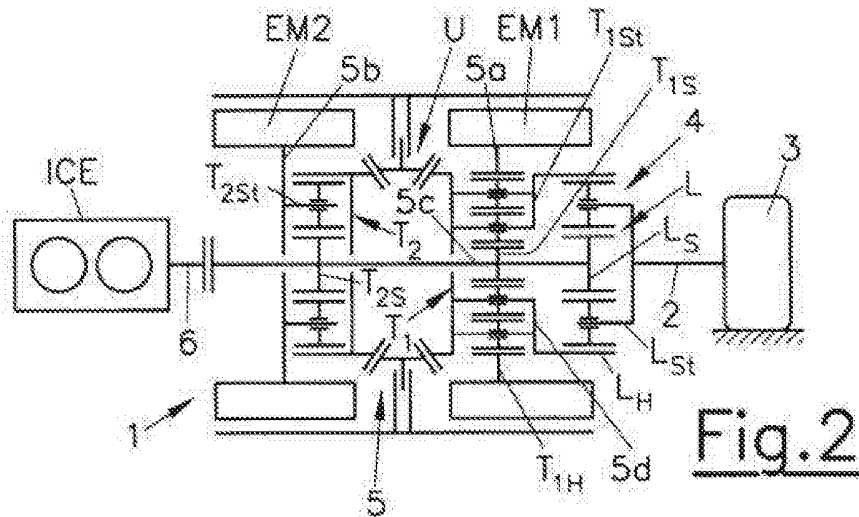
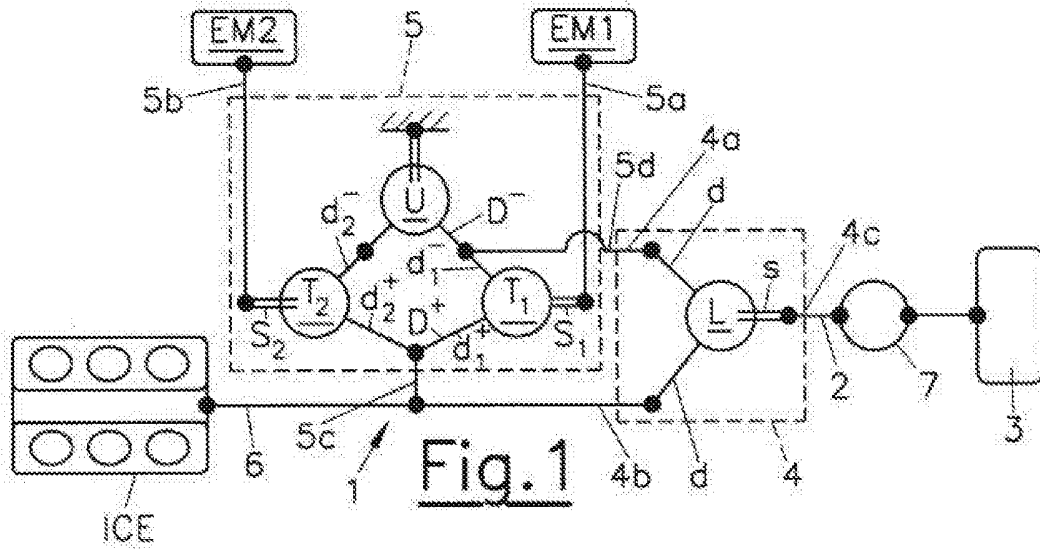
**[0059]** Bei den Anschlüssen 4a, 4b, 4c des leistungsverzweigten Getriebes 4 und den Modulanschlüssen 5a, 5b, 5c, 5d des Drehmoment-Führungsmoduls 5 kann es sich um physikalisch ausgebildete Anschlüsse, wie Anschlusswellen, zwischen den Getriebeteilen, oder um virtuelle Anschlusspunkte zwischen Getriebeelementen, mit oder ohne Bauteiltrennung handeln. Die Lage der Anschlüsse ist in den Fig. 2, Fig. 3, Fig. 5, Fig. 6, Fig. 8, Fig. 9, Fig. 11 und Fig. 12 somit nur schematisch dargestellt.

## Patentansprüche

1. Antriebsstrang (1) für ein Hybridfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine (ICE) und zumindest einer elektrischen Maschine (EM1, EM2), mit einem drei Anschlüsse (4a, 4b, 4c) aufweisenden leistungsverzweigten Getriebe (4), wobei ein erster Anschluss (4a) mit zumindest einer elektrischen Maschine (EM2), ein zweiter Anschluss (4b) mit der Brennkraftmaschine (ICE) und ein vorzugsweise durch eine Summenwelle (s) gebildeter dritter Anschluss (4c) mit einer Abtriebswelle (2) des Fahrzeugs antriebsverbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit dem ersten Anschluss (4a) ein durch ein zweiläufiges Vierwellengetriebe gebildetes Drehmoment-Führungsmodul (5) verbunden ist.
2. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Drehmoment-Führungsmodul (5) vier Modulanschlüsse (5a, 5b, 5c, 5d) aufweist, wobei ein erster Modulanschluss (5a) mit der ersten elektrischen Maschine (EM1), ein zweiter Modulanschluss (5b) mit der zweiten elektrischen Maschine (EM2) und weitere Modulanschlüsse (5c, 5d) mit dem ersten bzw. zweiten Anschluss (4a, 4b) des leistungsverzweigten Getriebes (4) antriebsverbunden ist.
3. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Drehmoment-Führungsmodul (5) zwei zweiläufige Dreiwellengetriebe ( $T_1, T_2$ ) mit jeweils zwei Differenzwellen ( $d_1^-, d_1^+; d_2^-, d_2^+$ ) und einer Summenwelle ( $S_1; S_2$ ) aufweist, wobei die Differenzwellen ( $d_1^-, d_1^+; d_2^-, d_2^+$ ) der beiden Dreiwellengetriebe ( $T_1, T_2$ ) miteinander gekoppelt sind und wobei die Summenwelle ( $S_1$ ) des ersten zweiläufigen Dreiwellengetriebes ( $T_1$ ) den ersten Modulanschluss (5a) und die Summenwelle ( $S_2$ ) des zweiten zweiläufigen Dreiwellengetriebes ( $T_2$ ) den zweiten Modulanschluss (5b) ausbildet.
4. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Dreiwellengetriebe ( $T_1$ ) als Plusgetriebe und das zweite Dreiwellengetriebe ( $T_2$ ) als Minusgetriebe ausgebildet ist.
5. Antriebsstrang (1) nach einem Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Differenzwellen ( $d_1^+, d_2^+$ ) des ersten und zweiten Dreiwellengetriebes ( $T_1, T_2$ ) des Drehmoment-Führungsmoduls (5) direkt zu einem positiven Differenzwellenstrang ( $D^+$ ) und zwei weitere Differenzwellen ( $d_1^-, d_2^-$ ) des ersten und zweiten zweiläufigen Dreiwellengetriebes ( $T_1, T_2$ ) über ein Umkehrgetriebe (U) zu einem negativen Differenzwellenstrang (D) miteinander gekoppelt sind.
6. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Differenzwellenstrang ( $D^+; D^-$ ) des Drehmoment-Führungsmoduls (5) mit dem ersten Anschluss (4a) und der andere Differenzwellenstrang ( $D^-; D^+$ ) mit dem zweiten Anschluss (4b) des leistungsverzweigten Getriebes (4) antriebsverbunden ist.
7. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Anschluss (4a) des leistungsverzweigten Getriebes (4) mit dem positiven Differenzwellenstrang ( $D^+$ ) und der zweite Anschluss (4b) des leistungsverzweigten Getriebes (4) mit dem negativen Differenzwellenstrang ( $D^-$ ) des Drehmoment-Führungsmoduls (5) verbunden ist.
8. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Anschluss (4a) des leistungsverzweigten Getriebes (4) mit dem negativen Differenzwellenstrang ( $D^-$ ) und der zweite Anschluss (4b) des leistungsverzweigten Getriebes (4) mit dem positiven Differenzwellenstrang ( $D^+$ ) des Drehmoment-Führungsmoduls (5) verbunden ist.
9. Antriebsstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Differenzwellenstrang ( $D^+; D^-$ ) des Drehmoment-Führungsmoduls (5) mit dem ersten Anschluss (4a) und der andere Differenzwellenstrang ( $D^-; D^+$ ) des Drehmoment-Führungsmoduls (5) mit dem dritten Anschluss (4c) des leistungsverzweigten Getriebes (4) antriebsverbunden ist.

10. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Anschluss (4a) des leistungsverzweigten Getriebes (4) mit dem negativen Differenzwellenstrang ( $D^-$ ) des Drehmoment-Führungsmoduls (5) und der dritte Anschluss (4c) des leistungsverzweigten Getriebes (4) mit dem positiven Differenzwellenstrang ( $D^+$ ) des Drehmoment-Führungsmoduls (5) verbunden ist.
11. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Anschluss (4a) des leistungsverzweigten Getriebes (4) mit dem positiven Differenzwellenstrang ( $D^+$ ) des Drehmoment-Führungsmoduls (5) und der dritte Anschluss (4c) des leistungsverzweigten Getriebes (4) mit dem negativen Differenzwellenstrang ( $D^-$ ) des Drehmoment-Führungsmoduls (5) verbunden ist.

**Hierzu 4 Blatt Zeichnungen**



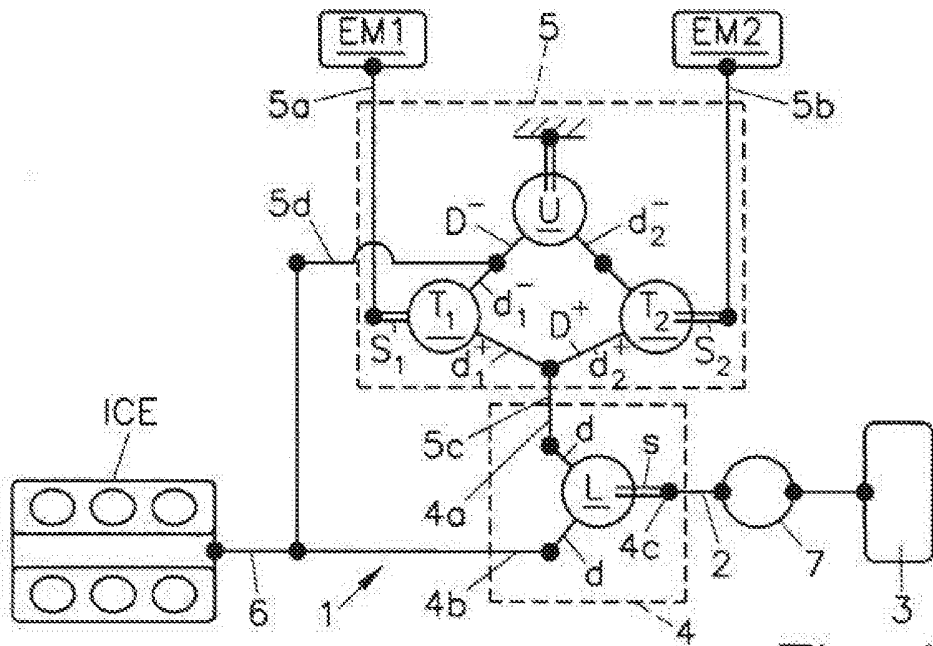


Fig. 4

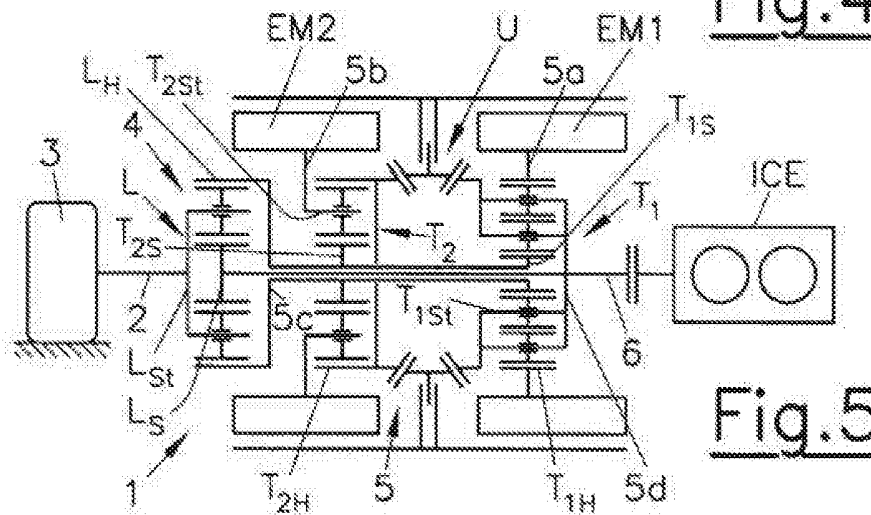


Fig. 5

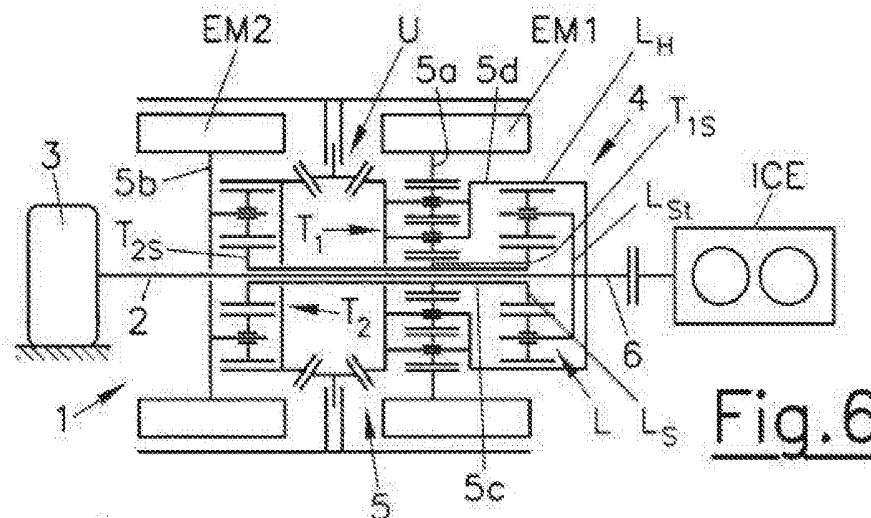


Fig. 6

