

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50608/2022 (51) Int. Cl.: **F16H 3/72** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 09.08.2022 **B60K 6/365** (2007.10)
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2023 **F16H 37/06** (2006.01)
F16H 37/04 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2019225069 A1
WO 2022109644 A1
EP 0845618 A2
WO 0020243 A1

(71) Patentanmelder:
AVL LIST GMBH
8020 Graz (AT)

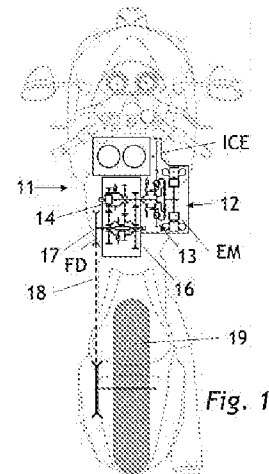
(72) Erfinder:
Davydov Vitaly
8301 Laßnitzhöhe (AT)
Fuckar Gernot Dipl.-Ing. (FH)
8045 Graz (AT)
Gruber Manuel
8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Babeluk Michael Dipl.-Ing. Mag.
1080 Wien (AT)

(54) **Antriebseinheit für ein Kraftfahrzeug**

(57) Eine Antriebseinheit (12) für ein Kraftfahrzeug weist eine Primärtriebsmaschine (ICE), eine Sekundärtriebsmaschine (EM) und ein Getriebe (13) mit einem Planetenradsatz (PGS) und einer Zahnradpaaranordnung (20) mit mehreren Zahnradpaaren auf, wobei jedes Zahnradpaar (1/2, 3/5, 4/6) jeweils ein über ein zweites (C2) oder drittes Schaltelement (C3) schaltbares Losrad (2L, 5L, 6L) und ein Festrاد (2F, 5F, 6F) aufweist. Über ein erstes Schaltelement (C1L) können zwei Glieder (P1, P3) des Planetenradsatzes (PGS) miteinander drehfest verbunden und die Primärtriebsmaschine (ICE) und/oder eine Eingangswelle (15) mit einem Gehäuse (H) des Getriebes (13) verbunden werden.

Bei zumindest zwei Zahnradpaaren (1/2, 3/5, 4/6) mit den Übersetzungsverhältnissen i_{G2} , i_{G5} , i_{G6} sind die Losräder (2L, 5L, 6L) auf einer ersten Zwischenwelle (16) drehbar gelagert und die Festräder (2L, 5L, 6L) auf der Eingangswelle (14) drehfest angeordnet.



Z U S A M E N F A S U N G

Eine Antriebseinheit (12) für ein Kraftfahrzeug weist eine Primärtriebsmaschine (ICE), eine Sekundärtriebsmaschine (EM) und ein Getriebe (13) mit einem Planetenradsatz (PGS) und einer Zahnradpaaranordnung (20) mit mehreren Zahnradpaaren auf, wobei jedes Zahnradpaar (1/2, 3/5, 4/6) jeweils ein über ein zweites (C2) oder drittes Schaltelement (C3) schaltbares Losrad (2L, 5L, 6L) und ein Festrad (2F, 5F, 6F) aufweist. Über ein erstes Schaltelement (C1L) können zwei Glieder (P1, P3) des Planetenradsatzes (PGS) miteinander drehfest verbunden und die Primärtriebsmaschine (ICE) und/oder eine Eingangswelle (15) mit einem Gehäuse (H) des Getriebes (13) verbunden werden.

Bei zumindest zwei Zahnradpaaren (1/2, 3/5, 4/6) mit den Übersetzungsverhältnissen i_{G2} , i_{G5} , i_{G6} sind die Losräder (2L, 5L, 6L) auf einer ersten Zwischenwelle (16) drehbar gelagert und die Festräder (2L, 5L, 6L) auf der Eingangswelle (14) drehfest angeordnet. Dabei gilt:

- $i_{1PGS} > 1$,

wobei i_{1PGS} ein Übersetzungsverhältnis des Planetenradsatzes (PGS) von der zweiten Eingangswelle (15) zur ersten Eingangswelle (14) mit angehaltener Sekundärtriebsmaschine (EM) ist,

- die Übersetzungsverhältnisse i_{G2} , i_{G5} , i_{G6} , i_{1PGS} erfüllen mindestens eine der folgenden Ungleichungen:

- $i_{G5} \leq i_{G6} \times (i_{1PGS})^{1/2}$

- $i_{G5} \times (i_{1PGS})^{3/2} \leq i_{G2}$

Dies ermöglicht eine kompakte Antriebseinheit mit hohem Schaltkomfort.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Antriebseinheit für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für ein Motorrad, mit einer Primärantriebsmaschine, einer Sekundärtriebsmaschine und einem Getriebe, welche Antriebseinheit aufweist:

- eine erste Eingangswelle;
- eine Ausgangswelle;
- einer ersten Zwischenwelle, die parallel zur Eingangswelle angeordnet und mit der Ausgangswelle verbunden ist;
- einen Planetenradsatz mit einem ersten, zweiten und dritten Glied, wobei das erste Glied mit der Primärtriebsmaschine, das zweite Glied mit der Sekundärtriebsmaschine und das dritte Glied mit der ersten Eingangswelle verbunden sind;
- zumindest ein erstes Schaltelement, welches ausgebildet ist, um in einer Schaltstellung zwei Glieder des Planetenradsatzes miteinander drehfest zu verbinden und in einer weiteren Schaltstellung die Antriebsmaschine mit dem Gehäuse zu verbinden und zu blockieren;
- einer Zahnradpaaranordnung mit mehreren Zahnradpaaren, wobei jedes Zahnradpaar ein Festräd und ein Losrad aufweist, wobei jedes Losrad über ein Schaltelement aktivier- oder deaktivierbar ist, wobei
- die Zahnradpaare die Übersetzungsverhältnisse i_{G2} , i_{G5} , i_{G6} aufweisen, und wobei
- die Losräder von zumindest zwei Zahnradpaaren auf der Zwischenwelle drehbar gelagert sind, und die Festräder von diesen zumindest zwei Zahnradpaare auf der Eingangswelle drehfest angeordnet sind.

Weiters betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein Motorrad, mit einer solchen Antriebseinheit.

Die WO 00/20243 A1 offenbart eine Antriebseinheit mit einer Brennkraftmaschine, einer elektrischen Maschine, einem Getriebe mit einer Eingangswelle und einer Zwischenwelle sowie einem Planetengetriebe. Das Getriebe weist eine Zahnradpaaranordnung mit mehreren Zahnradpaaren auf, wobei Festräder der Zahnradpaaranordnungen auf der Eingangswelle und Losräder auf der Zwischenwelle angeordnet sind. Die Losräder sind über Schaltelemente schaltbar.

Aus der EP 0 845 618 A2 ist eine ähnliche Antriebseinheit mit einer Getriebeanordnung mit einer Brennkraftmaschine und einer elektrischen Maschine bekannt, welche Getriebeanordnung ein Zahnradwechselgetriebe, ein Planetengetriebe und zwei Getriebeeingangswellen aufweist, welche über das Planetengetriebe mit einem der elektrischen Maschine verbunden sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine kompakte Antriebseinheit mit hohem Schaltkomfort bereitzustellen.

Die Aufgabe wird mit einem Getriebe der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass gilt:

- $i_{1PGS} > 1$,

wobei i_{1PGS} ein Übersetzungsverhältnis des Planetenradsatzes (PGS) von dem ersten Glied (P1) zur Eingangswelle (14) mit angehaltener Sekundärantriebsmaschine (EM) ist, und dass

- die Übersetzungsverhältnisse i_{G2} , i_{G5} , i_{G6} , i_{1PGS} mindestens eine der folgenden Ungleichungen erfüllen:
 - $i_{G5} \leq i_{G6} \times (i_{1PGS})^{1/2}$
 - $i_{G5} \times (i_{1PGS})^{3/2} \leq i_{G2}$

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Getriebe eine progressive Gangabstufung aufweist, wobei für die Übersetzungen i_{G1} , i_{G2} , i_{G3} , i_{G4} , i_{G5} , i_{G6} gilt:

$$\frac{i_{G5}}{i_{G6}} \leq \frac{i_{G4}}{i_{G5}} \leq \frac{i_{G3}}{i_{G4}} \leq \frac{i_{G2}}{i_{G3}} \leq \frac{i_{G1}}{i_{G2}}$$

Günstiger Weise ist vorgesehen, dass für die Übersetzungen i_{1PGS} , i_{G1} , i_{G2} gilt:

$$i_{1PGS} = \frac{i_{G1}}{i_{G2}}$$

In einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass das erste Glied des Planetenradsatzes als Hohlrads, das zweite Glied des Planetenradsatzes als Sonnenrad und das dritte Glied des Planetenradsatzes als Steg ausgebildet ist.

Dabei gilt bevorzugt:

$$i_{1PGS} = \frac{z_1 + z_2}{z_2},$$

wobei z_1 die Anzahl der Zähne des Sonnenrades und z_2 die Anzahl der Zähne des Hohlrades ist.

In einigen erfindungsgemäßen Ausführungsvarianten ist vorgesehen, dass das Losrad eines Zahnradpaares auf der Eingangswelle drehbar gelagert ist, und das Festrad dieses Zahnradpaares auf der ersten Zwischenwelle drehfest angeordnet ist. Dabei kann der Planetenradsatz zwischen der Zahnradpaaranordnung und der Sekundärtriebsmaschine angeordnet sein. Vorzugsweise ist die Sekundärtriebsmaschine koaxial mit dem Planetenradsatz angeordnet. In einer besonders kompakten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Primärtriebsmaschine koaxial mit dem Planetenradsatz und der Sekundärtriebsmaschine und distanziert zur Eingangswelle angeordnet ist.

Eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass das Losrad eines Zahnradpaares auf der ersten Zwischenwelle und das Losrad eines anderen Zahnradpaares auf einer zweiten Zwischenwelle drehbar gelagert ist, wobei die beiden Losräder mit einem gemeinsamen Festrad auf der Eingangswelle im Zahneingriff stehen. Die beiden Zahnradpaare teilen sich somit ein gemeinsames Festrad. Dadurch können Bauteile und Bauraum eingespart werden.

Bei anderen erfindungsgemäßen Ausführungsvarianten ist vorgesehen, dass die Losräder von zumindest drei Zahnradpaaren auf der Zwischenwelle drehbar gelagert sind, und die Festräder von diesen zumindest drei Zahnradpaaren auf der Eingangswelle drehfest angeordnet sind, wobei vorzugsweise das Losrad von einer Rückwärtsgangzahnradstufe auf einer Zwischenwelle, vorzugsweise der ersten Zwischenwelle, drehbar gelagert ist.

Insbesondere bei letzteren Ausführungsvarianten kann vorgesehen sein, dass die Primärtriebsmaschine koaxial mit dem Planetenradsatz und die Sekundärtriebsmaschine parallel und distanziert zur Eingangswelle angeordnet ist. In einer alternativen Ausführung ist im Rahmen der Erfindung vorgesehen, dass die Primärtriebsmaschine koaxial mit der Sekundärtriebsmaschine angeordnet.

In Ausführungen für Motorräder kann jeweils auf eine Parksperrvorrichtung verzichtet werden. Bei Anwendungen für Kraftfahrzeuge ist es vorteilhaft, wenn die Antriebseinheit eine Parksperrvorrichtung mit zumindest einem sperrbaren Parksperrrad aufweist, wobei das Parksperrrad auf der ersten Zwischenwelle oder der zweiten Zwischenwelle angeordnet ist.

In einer äußerst kompakten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass zumindest ein Schaltelement durch eine axial verschiebbare Schalthülse, vorzugsweise eine axial verschiebbare Doppelschalthülse, gebildet ist. Zumindest ein Schaltelement weist günstigerweise zwei Schaltstellungen und vorzugsweise zwischen einer ersten und einer zweiten Schaltstellung eine Neutralstellung auf.

Durch das zweite oder dritte Schaltelement können die Losräder von Zahnradpaaren geschaltet, also aktiviert bzw. deaktiviert werden. Dabei ist bei Schaltelementen mit Doppelschalthülse in jeder der Schaltstellungen zumindest ein Losrad aktiviert und das andere deaktiviert. In der Neutralstellung sind beide Losräder der benachbarten Zahnradpaare deaktiviert. Aktiviert bedeutet dabei, dass das Losrad mit der Zwischenwelle drehfest verbunden wird. Deaktiviert bedeutet, dass das entsprechende Losrad von der Zwischenwelle entkoppelt wird, also auf dieser frei drehbar ist.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das erste Schaltelement einstückig mit einem Festrad zumindest eines benachbarten Zahnradpaares ausgebildet ist. Dadurch kann Bauraum und die Teileanzahl gespart werden. Das Festrad wird beim Schaltvorgang mit dem ersten Schaltelement axial mitverschoben. Diese Ausführung bedingt eine Gradverzahnung der Zahnräder des betroffenen Zahnradpaares.

Günstigerweise ist die Primärtriebsmaschine durch eine Brennkraftmaschine und die Sekundärtriebsmaschine durch eine elektrische Maschine gebildet.

Die Aufgabe kann weiters mit einem Kraftfahrzeug, beispielsweise einem Motorrad, mit einer Antriebseinheit gelöst werden, bei der erfindungsgemäß das Getriebe ausgebildet ist, um zumindest einen Gangwechsel – vorzugsweise vom ersten in den zweiten Gang - mit aktiver Drehmomentauffüllung durch die Sekundärtriebsmaschine durchzuführen. Dadurch kann der Schaltkomfort von Schaltvorgängen wesentlich verbessert werden.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der in den Figuren gezeigten nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen näher erläutert. Darin zeigen schematisch:

Fig. 1 ein Kraftfahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Antriebseinheit,

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Antriebseinheit in einer ersten Ausführungsvariante,

Fig. 3 eine erfindungsgemäße Antriebseinheit in einer zweiten Ausführungsvariante,

Fig. 4 eine erfindungsgemäße Antriebseinheit in einer dritten Ausführungsvariante,

Fig. 5 eine erfindungsgemäße Antriebseinheit in einer vierten Ausführungsvariante,

Fig. 6 eine erfindungsgemäße Antriebseinheit in einer fünften Ausführungsvariante,

Fig. 7 eine erfindungsgemäße Antriebseinheit in einer sechsten Ausführungsvariante und

Fig. 8 ein Gangwechselkennfeld der erfindungsgemäßen Antriebseinheit,

Fig. 1 zeigt ein Motorrad 11 mit einer erfindungsgemäßen Antriebseinheit 12, bestehend aus einer Primärtriebsmaschine ICE, einer Sekundärtriebsmaschine EM und einem Getriebe 13 mit quer angeordneten parallelen Eingangs- 14, Zwischen- 16 und Ausgangswellen 17. Die Ausgangswelle 17 ist über einen im dargestellten Ausführungsbeispiel durch ein Zugmittelgetriebe gebildeten Finaltrieb FD beispielsweise über eine Antriebskette 18 mit einem Hinterrad 19 des Motorrades 1 antriebsverbunden. Die Primärtriebsmaschine ICE ist in den Ausführungsbeispielen durch eine Brennkraftmaschine und die Sekundärtriebsmaschine EM durch eine elektrische Maschine gebildet.

In Fig. 2 ist die Antriebseinheit 12 aus Fig. 1 im Detail dargestellt. Das Getriebe 13 der Antriebseinheit 12 ist in jeder der Ausführungsvarianten ausgebildet, um

zumindest zwei Gangwechsel mit aktiver Drehmomentstützung durch die Sekundärtriebsmaschine EM durchzuführen.

Das Getriebe 13 weist eine Eingangswelle 14 auf. Die Ausgangswelle 17 ist mit der einer ersten Zwischenwelle 16 drehfest verbunden oder mit dieser einstückig ausgeführt. Die erste Zwischenwelle 16 ist parallel zu der Eingangswelle 14 angeordnet. Das Getriebe 13 weist einen Planetenradsatz PGS mit einem ersten P1, zweiten P2 und dritten Glied P3 auf, wobei das erste Glied P1 mit der Primärtriebsmaschine ICE, das zweite Glied P2 mit der Sekundärtriebsmaschine EM und das dritte Glied P3 mit der Eingangswelle 14 verbunden sind. Im in Fig. 2 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel ist die Primärtriebsmaschine über einen durch eine Stirnradstufe gebildeten Primärtrieb PD mit dem ersten Glied P1 des Planetenradsatzes PGS antriebsverbunden.

Das Getriebe 13 weist eine Zahnradpaaranordnung 20 mit drei Zahnradpaaren 1/2, 3/5, 4/6, wobei jedes Zahnradpaar 1/2, 3/5, 4/6, ein Festrad 2F, 5F, 6F und ein Losrad 2L, 5L, 6L aufweist, welche miteinander korrespondieren und im Zahneingriff stehen. Festräder sind Zahnräder, welche drehfest mit der jeweils tragenden Welle – beispielsweise der Eingangswelle 14 oder der ersten Zwischenwelle 16 - verbunden sind. Losräder sind Zahnräder, welche drehbar auf der tragenden Welle – der ersten Zwischenwelle 16 oder der Eingangswelle 14 - gelagert sind. Das Losrad 2L, 5L, 6L und das Festrad 2F, 5F, 6F jedes Zahnradpaares 1/2, 3/5, 4/6 sind also auf verschiedenen tragenden Wellen angeordnet, wobei die tragenden Wellen parallel und voneinander beabstandet im Getriebe 13 angeordnet sind.

Die Losräder 2L, 6L der Zahnradpaare 1/2, 4/6 sind auf der ersten Zwischenwelle 16 drehbar angeordnet. Zwei jeweils durch ein Festrad 2F, 6F gebildete Zahnräder von zwei Zahnradpaaren 1/2, 4/6 sind auf und drehfest mit der Eingangswelle 14 angeordnet. Das Losrad L5 des Zahnradpaares 3/5 ist auf der Eingangswelle 14 drehbar angeordnet. Das Festrad F5 des Zahnradpaares 3/5 ist auf und drehfest mit der ersten Zwischenwelle 16 angeordnet.

Zu Durchführung von Gangwechseln sind ein erstes Schaltelement C1, ein zweites Schaltelement C2 und ein drittes Schaltelement C3 vorgesehen.

Jedes der als Schalthülse ausgebildeten Schaltelemente C1, C2, C3 weist zwei Schaltstellungen auf. Das erste C1 und dritte Schaltelement C3 ist als Doppelschalthülse ausgebildet und weist zwischen den beiden Schaltstellungen zusätzlich noch eine Neutralstellung N auf.

Das erste Schaltelement C1 blockiert in der ersten Schaltstellung L - in Fig. 2 der linken Schaltstellung – die Primärantriebsmaschine ICE indem eine Drehverbindung mit dem Gehäuse H hergestellt wird. In der zweiten – in Fig. 2 rechten – Schaltstellung R werden das erste Glied P1 und das dritte Glied P3 des Planetenradsatzes PGS drehfest miteinander gekoppelt. In der Neutralstellung N ist die drehfeste Verbindung mit dem Gehäuse H oder zwischen den beiden Gliedern P1 und P3 aufgehoben.

Das zweite Schaltelement C2 dient bei der in Fig. 2 dargestellten ersten Ausführungsvariante zum Aktivieren oder Deaktivieren des Losrades L5 des Zahnradpaares 3/5. Die Schalthülse des zweiten Schaltelements C2 ist mit dem Festrad 6F des Zahnradpaares 4/6 fest verbunden oder einstückig mit diesem ausgebildet. In der ersten – in Fig. 2 linken – Schaltstellung L des zweiten Schaltelements C2 ist das Losrad L5 deaktiviert, also von der Eingangswelle 14 getrennt. In der zweiten – in Fig. 2 rechten Schaltstellung R des zweiten Schaltelements C2 ist das Losrad L5 aktiviert, also drehfest mit der Eingangswelle 14 verbunden.

Das dritte Schaltelement C3 dient zum Aktivieren oder Deaktivieren des Losrades L6 des Zahnradpaares 4/6 und des Losrades L2 des Zahnradpaares 1/2. In der ersten – in Fig. 2 linken – Schaltstellung des dritten Schaltelements C3 ist das Losrad L6 aktiviert, also mit der ersten Zwischenwelle 16 drehfest verbunden, und das Losrad L2 deaktiviert, also von der ersten Zwischenwelle 16 getrennt. In der zweiten – in Fig. 2 rechten Schaltstellung des zweiten Schaltelements C3 ist das Losrad L6 aktiviert, also drehfest mit der ersten Zwischenwelle 16 verbunden und das Losrad L2 deaktiviert, also von der ersten Zwischenwelle 16 getrennt. In der Neutralstellung N des dritten Schaltelements C3 ist die drehfeste Verbindung zwischen den Losrädern L6 und L2 mit der ersten Zwischenwelle 16 unterbrochen, die Losräder 6L und 2L sind frei auf der tragenden ersten Zwischenwelle 16 drehbar.

Die Zahnräder auf der Eingangswelle 14 weisen mit den Zahnrädern auf der ersten Zwischenwelle 16 Übersetzungsverhältnisse i_{G2} – für das Zahnradpaar 1/2 -, i_{G5} – für das Zahnradpaar 3/5 - und i_{G6} – für das Zahnradpaar 4/6 - auf.

Mit i_{1PGS} ist ein Übersetzungsverhältnis des Planetenradsatzes PGS von der zweiten Eingangswelle 15 zur ersten Eingangswelle 14 bei angehaltener Sekundärtriebsmaschine EM bezeichnet. Dieses Übersetzungsverhältnis i_{1PGS} ist in allen erfindungsgemäßen Ausführungsvarianten größer als 1 ausgebildet:

$$\bullet \quad i_{1PGS} > 1 \quad (1),$$

Weiters ist vorgesehen, dass die Übersetzungsverhältnisse i_{G2} , i_{G3} , i_{G5} , i_{G6} , i_{1PGS} mindestens eine der folgenden Ungleichungen erfüllen:

$$\bullet \quad i_{G5} \leq i_{G6} \times (i_{1PGS})^{1/2} \quad (2)$$

$$\bullet \quad i_{G5} \times (i_{1PGS})^{3/2} \leq i_{G2} \quad (3)$$

Das Getriebe 13 weist in allen Ausführungsvarianten der Erfindung eine progressive Gangabstufung der Gänge G1, G2, G3, G4, G5, G6 auf, wobei für die Übersetzungen i_{G1} , i_{G2} , i_{G3} , i_{G4} , i_{G5} , i_{G6} gilt:

$$\bullet \quad \frac{i_{G5}}{i_{G6}} \leq \frac{i_{G4}}{i_{G5}} \leq \frac{i_{G3}}{i_{G4}} \leq \frac{i_{G2}}{i_{G3}} \leq \frac{i_{G1}}{i_{G2}} \quad (4)$$

für die Übersetzungen i_{1PGS} , i_{G1} , i_{G2} gilt:

$$\bullet \quad i_{1PGS} = \frac{i_{G1}}{i_{G2}} \quad (5)$$

Fig. 8 zeigt ein Gangwechselkennfeld der erfindungsgemäßen Antriebseinheit 12. Die progressive Gangabstufung ist durch die strichlierten Linien deutlich zu erkennen.

In allen in Fig. 2 bis 7 gezeigten Ausführungsvarianten ist das erste Glied P1 des Planetenradsatzes PGS als Hohlrads, das zweite Glied P2 des Planetenradsatzes PGS als Sonnenrad und das dritte Glied P3 des Planetenradsatzes PGS als Planetenträger ausgebildet ist. Dabei gilt:

$$\bullet \quad i_{1\text{PGS}} = \frac{z_1 + z_2}{z_2}, \quad (6)$$

wobei z_1 die Anzahl der Zähne des Sonnenrades und z_2 die Anzahl der Zähne des Hohlrades ist.

Das Getriebe 13 weist insgesamt 6 Gänge G1, G2, G3, G4, G5, G6 für ICE- oder Hybrid-Betriebsweise auf. ICE- oder Hybrid-Betriebsweisen sind Betriebsweisen der Antriebseinheit 12 mit der Primärtriebsmaschine ICE allein oder mit der Primärtriebsmaschine ICE und der Sekundärtriebsmaschine EM in Kombination. Dabei kann in drei festen Gängen G2, G5, G6 die Primärtriebsmaschine ICE mit Drehmomentunterstützung der Sekundärtriebsmaschine EM betrieben werden. Drei weitere „virtuelle“ Gänge G1, G3, G4 können mit elektrisch blockiertem Rotor der die Sekundärtriebsmaschine EM bildenden elektrischen Maschine oder mit deren Drehzahlunterstützung gefahren werden. Der Gangwechsel von G1 auf G2 erfolgt für ICE- oder Hybrid-Betriebsweise erfolgt drehmomentgefüllt, also ohne Drehmomentunterbrechung. Die anderen Gangwechsel erfolgen mit Drehmomentunterbrechung.

Das Getriebe 13 weist weiters drei Gänge E1, E2, E3 für EV-Betriebsweise auf. EV-Betriebsweisen sind Betriebsweisen mit der Sekundärtriebsmaschine EV allein. Die Gangwechsel für EV-Betriebsweise erfolgen mit Drehmomentunterbrechung.

Ein Start der Primärtriebsmaschine ICE kann durch die Bremsen der Sekundärtriebsmaschine EM erfolgen. Dies kann auch bei niedrigem Ladezustand der Fahrzeugbatterie erfolgen. Im Stillstand des Kraftfahrzeuges kann die Primärtriebsmaschine kalt – also ungefeuert - geschleppt werden. Ein warmes - also gefeuertes - Schleppen der Primärtriebsmaschine ICE kann ebenfalls bei stillstehendem Kraftfahrzeug oder im Segelbetrieb des Kraftfahrzeuges erfolgen.

Weiters ist es möglich im Stillstand die Sekundärmaschine EM durch die Primärtriebsmaschine ICE generatorisch – beispielsweise zum Laden SC der Fahrzeugbatterie - zu betreiben.

Vorteilhafterweise weist das Getriebe 13 eine vollständig progressive Gangabstufung auf. Die Übersetzungen zwischen dem ersten Gang G1 und dem zweiten Gang G2, zwischen dem dritten Gang G3 und dem fünften Gang G5 sowie

zwischen dem vierten Gang G4 und dem sechsten Gang G6 sind gleich und werden jeweils durch dasselbe Zahnradpaar 1/2, 3/5, 4/6 gebildet.

Die drei Zahnradpaare 1/2, 3/5, 4/6 sind in drei parallelen Getriebeebenen ε_2 , ε_5 , ε_6 des Getriebes 13 angeordnet.

Die drei Schaltelelemente C1, C2, C3 können als einfache Klauenkupplungen mit Schalthülsen ausgeführt sein. Damit kommt das Getriebe 13 völlig ohne Reibungskupplungen aus.

Die Fig. 2, 3 und 4 zeigen Ausführungsvarianten von erfindungsgemäßen Antriebseinheiten 11, welche besonders für einspurige Kraftfahrzeuge – insbesondere Motorräder 11 - geeignet sind. Bei Anwendung der Antriebseinheit 12 für ein einspuriges Kraftfahrzeug kann im Allgemeinen auf eine Parksperrvorrichtung und auf einen Rückwärtsgang verzichtet werden.

In den Fig.2 bis 4, 6 und 7 ist jeweils die Sekundärtriebsmaschine EM koaxial mit dem Planetenradsatz PGS angeordnet. Fig. 5 zeigt eine Ausführungsvariante, bei der die Primärtriebsmaschine ICE koaxial mit der Sekundärtriebsmaschine EM angeordnet ist.

Bei den in den Fig. 2 bis 4 dargestellten Ausführungsvarianten sind die Zahnräder der Zahnradanordnung 20, zumindest der Zahnradpaare 3/5 und 4/6, gerade verzahnt. Dies ermöglicht es, das zweite Schaltelelement C2 und das dritte Schaltelelement C3 jeweils durch eine axial verschiebbare Schalthülseneinheit auszubilden, wobei das zweite Schaltelelement C2 fest mit einem angrenzenden Festrad 5F des benachbarten Zahnradpaares 3/5, und das dritte Schaltelelement C3 fest mit einem angrenzenden Festrad 6F des benachbarten Zahnradpaares 4/6 verbunden, beispielsweise einstückig mit diesen ausgebildet sind.

Bei der in Fig. 2 gezeigten ersten Ausführungsvariante ist der Planetenradsatz PGS zwischen der Zahnradpaaranordnung 20 und der Sekundärtriebsmaschine EM angeordnet. Die Primärtriebsmaschine ICE ist über einen beispielsweise durch eine Zahnradstufe gebildeten Primärtrieb PD und einen Drehschwingungsdämpfer D mit dem ersten Glied P1 des Planetenradsatzes PGS antriebsverbunden. Alle Zahnräder können geradeverzahnt ausgeführt werden, sodass keine axialen Kräfte auftreten.

Die Eingangswelle 14, ist mit dem durch einen Planetenträger gebildeten dritten Glied P3 des Planetenradsatzes PGS drehfest verbunden. Das erste Schaltelement C1 sperrt den Planetenradsatz PGS in der in Fig. 2 rechten zweiten Schaltstellung R, indem das – hier als Hohlrad gebildete - erste Glied P1 mit dem dritten Glied P3 drehfest verbunden wird.

Das Getriebe 13 weist in der in Fig. 2 gezeigten ersten Ausführungsvariante (und in der in Fig. 4 gezeigten dritten Ausführungsvariante) folgendes Schaltschema auf:

Stationäre Modi:

Mode	Gang	ICE	EM	C1	C2	C3
vollkommen neutral	N0	aus	aus			
Laden im Stillstand	SC	antreibend	Generatorbetrieb	R		
elektrische Modi	E1	blockiert	Motorbetrieb	L		R
	E2	blockiert	Motorbetrieb	L	X	
	E3	blockiert	Motorbetrieb	L		L
ICE- und Hybrid-Modi	G1	antreibend	Rotorstillstand oder Drehzahlerhöhung			R
	G2	antreibend	Drehmomentsteigerung	R		R
	G3	antreibend	Rotorstillstand oder Drehzahlerhöhung		X	
	G4	antreibend	Rotorstillstand oder Drehzahlerhöhung			L
	G5	antreibend	Drehmomentsteigerung	R	X	
	G6	antreibend	Drehmomentsteigerung	R		L

Transiente Modi:

Mode	ICE	EM	C1	C2	C3	Bemerkung
Kaltstart	kurbeInd	antreibend			L	Hinterradbremse muss angezogen sein, um ein Reaktionsdrehmoment zu erzeugen
Warmstart	kurbeInd	antreibend	R			
Abschalthilfe	Herunterfahren	bremsend	R			schnelleres Abschalten der ICE vor dem Wechsel in den Elektromodus
elektrischer Betrieb,	blockiert	Synchronisieren von Schalt-	L			

Gangwechsel E1-E2		element C2/C3				
ICE Start G1	antreibend	bremsend			R	Batterieladung während Start
50% drehmoment- aufgefüllte G1-G2 Schaltung	antreibend mit 50% Last	antreibend			R	Batterieentladung für aktive Drehmoment- auffüllung ATF

In der Schalttabelle bedeuten

L	Schaltung nach links (bezogen auf Fig. 2 oder Fig. 4)
R	Schaltung nach rechts (bezogen auf Fig. 2 oder Fig. 4)
X	aktiviert
N0	neutraler Gang
SC	Laden der Fahrzeugbatterie
E1	erster Gang im EV-Modus
E2	zweiter Gang im EV-Modus
G1	erster Gang im ICE- und Hybridmodus
G2	zweiter Gang im ICE- und Hybridmodus
G3	dritter Gang im ICE- und Hybridmodus
G4	vierter Gang im ICE- und Hybridmodus
G5	fünfter Gang im ICE- und Hybridmodus
G6	sechster Gang im ICE- und Hybridmodus

Im Folgenden wird ein konkretes Ausführungsbeispiel der ersten Ausführungsvariante gezeigt. Das Getriebe 13 weist folgende Parameter auf:

$$z_1 = 33$$

$$z_2 = 75$$

$$i_{G2} = 2.75$$

$$i_{G5} = 1.49$$

$$i_{G6} = 1.24$$

mit

- z_1 Anzahl der Zähne des Sonnenrades des Planetenradsatzes PGS;
 z_2 Anzahl der Zähne des Hohlrades des Planetenradsatzes PGS;
 i_{G2} Übersetzungsverhältnis für das Zahnradpaar 1/2;
 i_{G5} Übersetzungsverhältnis für das Zahnradpaar 3/5;
 i_{G6} Übersetzungsverhältnis für das Zahnradpaar 4/6.

Berechnung:

$$i_{1PGS} = \frac{z_1+z_2}{z_2} = \frac{33+75}{75} = 1.44$$

$$i_{G1} = i_{G2} i_{1PGS} = 3.96$$

$$i_{G3} = i_{G5} i_{1PGS} = 2.15$$

$$i_{G4} = i_{G6} i_{1PGS} = 1.79$$

Prüfen der in den Ungleichungen (2) und (3) definierten erfindungsgemäßen Kriterien beim beispielhaften Getriebedesign:

- $i_{G5} \leq i_{G6} \times (i_{1PGS})^{1/2}$ (2)
 $1.49 \approx 1.49$ ✓
- $i_{G5} \times (i_{1PGS})^{3/2} \leq i_{G2}$ (3)
 $2.57 \leq 2.75$ ✓

Prüfen der progressiven Getriebeabstufung des beispielhaften Getriebedesign anhand des in Ungleichung (5) definierten Kriteriums:

- $\frac{i_{G5}}{i_{G6}} \leq \frac{i_{G4}}{i_{G5}} \leq \frac{i_{G3}}{i_{G4}} \leq \frac{i_{G2}}{i_{G3}} \leq \frac{i_{G1}}{i_{G2}}$ (5)
 $\frac{1.49}{1.24} \leq \frac{1.79}{1.49} \leq \frac{2.15}{1.79} \leq \frac{2.75}{2.15} \leq \frac{3.96}{2.75}$
 $1.20 \leq 1.20 \leq 1.20 \leq 1.28 \leq 1.44$ ✓

Somit werden die Ungleichungen (2), (3) und (5) erfüllt.

Bei der in Fig. 3 dargestellten zweiten Ausführungsvariante sind die Getriebeebenen ε_5 und ε_6 der Zahnradpaare 3/5 und 4/6 im Vergleich zur ersten Ausführungsvariante vertauscht.

Bei der in Fig. 4 dargestellten dritten Ausführungsvariante entspricht die Zahnradpaaranordnung 20 der zweiten Ausführungsvariante. Der Planetenradsatz PGS ist aber konzentrisch zur Primärtriebsmaschine ICE und zur Sekundärtriebsmaschine EM angeordnet, wobei die Achse Pa des Planetenradsatzes PGS bezüglich der Eingangswelle 14 versetzt, also parallel und mit Abstand zur Eingangswelle 14 ausgebildet ist. Der durch eine Zahnradstufe gebildete Primärtrieb PD verbindet das – hier als Planetenträger ausgebildete - dritte Glied P3 des Planetenradsatzes PGS mit der Eingangswelle 14 der schaltbaren Zahnradpaaranordnung 20 des Getriebes 13. Das erste Schaltelement C1 blockiert den Planetenradsatz PGS in der – in Fig. 4 linken – ersten Schaltstellung L, indem es das – hier als Hohlrads ausgebildete - erste Glied P1 mit dem – hier als Sonnenrad ausgebildeten - zweiten Glied P2 des Planetenradsatzes PGS verbindet.

Die Fig. 5, 6 und 7 zeigen Ausführungsvarianten von erfindungsgemäßen Antriebseinheiten 11, welche besonders für mehrspurige Kraftfahrzeuge – insbesondere Personenkraftwagen - geeignet sind. Bei Anwendung der Antriebseinheit 12 für ein mehrspuriges Kraftfahrzeug werden insbesondere eine Parksperrvorrichtung und ein Rückwärtsfahrfunktion vorgesehen. Diese Ausführungsvarianten sind insbesondere für Personenkraftfahrzeuge mit Vorderradantrieb vorteilhaft, wobei die Antriebseinheit 12 beispielsweise quer verbaut wird. Mit Bezugszeichen 30 ist bei jeder der beiden vierten, fünften und sechsten Ausführungsvarianten ein Differential bezeichnet, welches mit dem Finaltrieb FD des Getriebes 13 verbunden ist. Bei der in Fig. 5 gezeigten vierten Ausführungsvariante und bei der in Fig. 6 gezeigten sechsten Ausführungsvariante sind jeweils auf der ersten Zwischenwellen 16, bei der in Fig. 7 gezeigten sechsten Ausführungsvariante auf einer zweiten Zwischenwelle 160 ein Parksperrrad P einer Parksperrvorrichtung sowie ein Losrad RL einer Rückwärtszahnradstufe RS angeordnet. Über die Rückwärtszahnradstufe RS lässt sich ein Rückwärtsgang GR mit Drehmomentfüllung während des Schaltvorganges realisieren. Die erste Zwischenwelle 16 ist über einen ersten Finaltrieb FD1 und die zweite Zwischenwelle 160 über einen zweiten Finaltrieb FD2 mit dem Differential 30 antriebsverbunden.

Bei der vierten Ausführungsvariante ist die Sekundärtriebsmaschine EM als schnelllaufende Offset-Elektromaschine ausgebildet und mit dem beispielsweise als Sonnenrad ausgebildeten zweiten Glied P2 des Planetenradsatzes PGS über einen -

beispielsweise als Stirnradgetriebe ausgeführten - Sekundärtrieb SD antriebsverbunden.

Die Zahnradpaare 1/2, 3/5, 4/6 der Zahnradpaaranordnung 20 sind als Schrägverzahnung ausgeführt. Die Axialkräfte lassen eine Ausführung der Schaltelemente als Schieberäder nicht zu. Die Schaltelemente C1, C2, C3 sind daher als Schalthülsen ausgebildet.

Das erste Schaltelement C1 arretiert den Planetenradsatz PGS in der - in den Fig. 5, 6, 7 linken - ersten Schaltstellung L, indem das als Hohlräder ausgebildete erste Glied P1 mit dem als Sonnenrad ausgebildeten zweiten Glied P2 verbunden wird. In der - in den Fig. 5, 6 rechten - zweiten Schaltstellung R arretiert das erste Schaltelement C1 die Primärtriebsmaschine ICE, indem es das erste Glied P1 mit dem Gehäuse H verbindet.

Dabei sind die zweiten C2 und dritten Schaltelemente C3 als Doppelschaltheulen ausgeführt, die im Raum zwischen den Losrädern 2L und 6L bzw. 5L und RL axial verschiebbar angeordnet sind.

Mit Bezugszeichen 28 ist ein Reibungsmomentbegrenzer bezeichnet.

Die Fig. 6 zeigt als fünfte Ausführungsvariante eine Variation der vierten Ausführungsvariante mit koaxial zum Planetenradsatz PGS und zur Primärtriebsmaschine ICE angeordneter Sekundärtriebsmaschine EM.

Das Getriebe 13 weist in der in Fig. 5 gezeigten vierten Ausführungsvariante und in der in Fig. 6 gezeigten fünften Ausführungsvariante folgendes Schaltschema auf:

Stationäre Modi:

Mode	Gang	ICE	EM	C1	C2	C3	Z	D	T	P
vollkommen neutral	N0	aus	aus				0	D3	T4	
Parken/Laden im Stillstand	P/SC	antreibend	Generatorbetrieb		R		13	D3	T6	X
elektrische Modi	E1	blockiert	Motorbetrieb	R	L		3	D5	T3	
	E2	blockiert	Motorbetrieb	R		L	4	D6	T4	
	E3	blockiert	Motorbetrieb	R	R		5	D5	T5	
ICE- und Hybrid-Modi	G1	antreibend	Rotorstillstand oder Drehzahlerhöhung		L		6	D3	T3	

	G2	antreibend	Drehmomentsteigerung	L	L		7	D4	T3	
	G3	antreibend	Rotorstillstand oder Drehzahlerhöhung			L	8	D2	T4	
	G4	antreibend	Rotorstillstand oder Drehzahlerhöhung		R		9	D3	T5	
	G5	antreibend	Drehmomentsteigerung	L		L	10	D1	T4	
	G6	antreibend	Drehmomentsteigerung	L	R		11	D4	T5	
	GR	antreibend	Rotorstillstand oder Drehzahlerhöhung			R	12	D3	T1	

Transiente Modi:

Mode	ICE	EM	C1	C2	C3	Z	D	T	P	Bemerkung
Kaltstart	kurbelnd	antreibend		R		13	D3	T6	X	Fahrzeug stillgelegt
Warmstart	kurbelnd	antreibend	L			1	D4	T4		in Bewegung möglich, geringeres Kurbeldrehmoment
Abschalthilfe	Herunterfahren	bremsend	L			1	D4	T4		Schnelleres Abschalten des Motors vor dem Wechsel in den Elektromodus
elektrischer Betrieb, Gangwechsel E1-E2-E3	blockiert	Synchronisieren von Schaltelement C2/C3	R			2	D5	T4		
ICE Start vorwärts G1	antreibend	bremsend		L		6	D3	T3		Batterieladung während Start
ICE Start rückwärts GR	antreibend	bremsend			R	12	D3	T1		Batterieladung während Start
50% drehmoment-aufgefüllte G1-G2 Schaltung	antreibend	antreibend 50% Last		L		6	D3	T3		Batterieentladung für Drehmomentauffüllung ATF

In der Schalttabelle bedeuten

L	Schaltung nach links (bezogen auf Fig. 5 oder Fig. 6)
R	Schaltung nach rechts (bezogen auf Fig. 5 oder Fig. 6)
X	aktiviert
N0	neutraler Gang
SC	Laden der Fahrzeugbatterie
E1	erster Gang im EV-Modus
E2	zweiter Gang im EV-Modus
G1	erster Gang im ICE- und Hybridmodus
G2	zweiter Gang im ICE- und Hybridmodus
G3	dritter Gang im ICE- und Hybridmodus
G4	vierter Gang im ICE- und Hybridmodus
G5	fünfter Gang im ICE- und Hybridmodus
G6	sechster Gang im ICE- und Hybridmodus
GR	Rückwärtsgang im ICE- und Hybridmodus

In Fig. 7 ist eine sechste Ausführungsvariante als weitere Variationen der vierten Ausführungsvariante dargestellt. Das Getriebe 13 weist eine erste Zwischenwelle 16 und eine zweite Zwischenwelle 160 auf. Das erste Schaltelement C1 ist - unterschiedlich zur vierten Ausführungsvariante - im Bereich des dem Planetenradsatz PGS abgewandten Endes der Eingangswelle 14 angeordnet und somit auf die der Antriebsseite abgewandte Rückseite des Getriebes 13 verlagert. Die mit dem ersten Glied P1 des Planetenradsatzes PGS drehfest verbundene Antriebswelle 15 der Primärantriebsmaschine ICE ist durch die mit dem dritten Glied P3 - dem Planetenträger - des Planetenradsatzes PGS drehfest verbundene hohle Eingangswelle 14 geführt.

Das erste Schaltelement C1 ist also auf die der Antriebsseite S1 abgewandte Rückseite S2 des Getriebes 13 verlagert und verbindet wahlweise in der - in Fig. 7 rechten - zweiten Schaltstellung R die innere Antriebswelle 15 mit der hohlen Eingangswelle 14 - und damit mit dem Planetenträger P3 (rechte Position) oder in der - in Fig. 7 linken - ersten Schaltstellung L die Antriebswelle 15 mit dem Gehäuse H.

Die Sekundärantriebsmaschine EM ist auch hier als schnelllaufende Offset-Elektromaschine ausgebildet, die über einen beispielsweise als Stirnradstufe ausgebildeten Sekundärtrieb SD mit dem zweiten Glied P2 - dem Sonnenrad - des

Planetenradsatzes PGS verbunden ist, wobei der Sekundärtrieb SD in der Nähe des Drehschwingungsdämpfers D angeordnet ist, wodurch die Offset-Elektromaschine mit einer größtmöglichen axialen Erstreckung ausgeführt werden kann.

Im Bereich der Rückseite S2 des Getriebes 13 ist auf der zweiten Zwischenwelle 160 das Parksperrenrad P einer Parksperrevorrichtung angeordnet. Das Parksperrenrad P liegt hier in derselben Ebene ε_P wie das erste Schaltelement C1.

Das Losrad RL der Rückwärtszahnradstufe RS ist auf der zweiten Zwischenwelle 160 angeordnet und kämmt mit dem Losrad 2L des Zahnradpaares 1/2.

Das auf der zweiten Zwischenwelle 160 drehbar angeordnete Losrad 5L des Zahnradpaares 3/5 und das auf der ersten Zwischenwelle 16 drehbar angeordnete Losrad 6L des Zahnradpaares 4/6 sind mit einem gemeinsamen Festrad 5F, 6F auf der Eingangswelle 14 im Eingriff. Dabei sind die beiden Losräder 5L und RL wahlweise über das zweite Schaltelement C2 aktivierbar oder deaktivierbar. In der einer Mittelstellung entsprechenden Neutralstellung N des zweiten Schaltelementes C2 sind beide Losräder 5L und RL deaktiviert, also von der zweiten Zwischenwelle 160 getrennt.

Die Antriebseinheit 12 in der sechsten Ausführungsvariante weist – im Vergleich zur vierten Ausführungsvariante - ein viel kürzere axiale Erstreckung und eine reduzierte Anzahl an Zahnrädern auf.

Alle Ausführungsvarianten der Erfindung weisen folgende Eigenschaften auf:

- Sechs Gänge G1 bis G6 mit progressiver Gangabstufung über nur 3 Zahneingriffe
- Keine Reibungskupplungen und Synchronisierungen
- Kurze Bauweise
- Geringe Anzahl von Komponenten
- Geringes Gewicht
- Die Gänge G5 und G6 bilden Reiseübersetzungen mit hohem Wirkungsgrad aus. Dabei ist keine Drehmomentstützung der Sekundärtriebsmaschine EM wie bei den Gängen G1, G3 und G4 erforderlich.
- Bei dem kritischen Gangwechsel G1-G2 erfolgt mittels der Sekundärtriebsmaschine EM eine Drehmomentauffüllung;

- Es lässt sich ein energieeffizienter Start der Primärtriebsmaschine ICE auch bei niedrigem Batterie-Ladezustand durchführen. Dabei wird die Sekundärtriebsmaschine EM im Generatormodus betrieben;
- Es ist ein Kaltstart der Primärtriebsmaschine ICE mit hohem Drehmoment (im Stillstand) möglich;
- Es ist ein Warmstart der Primärtriebsmaschine ICE während der Fahrt (Umschalten von Elektro- auf Hybridbetrieb) möglich;
- 48 V Mildhybrid ist möglich. Die Sekundärtriebsmaschine EM mit einer Leistung von 10..15% der ICE-Leistung ermöglicht den vollen Funktionsumfang (Kalt-/Warmstart, Start der Primärtriebsmaschine ICE, Boost/Regeneratives Bremsen, EV-Fahren im Stau);

Bei der vorliegenden Erfindung ist in jeder dargestellten Ausführungsvariante die Primärtriebsmaschine ICE mit dem Hohlrad des Planetenradsatzes PGS verbunden, so dass der Schaltvorgang G1-G2 mit aktiver Drehmomentauffüllung ATF erfolgen kann (positives Drehmoment der Sekundärtriebsmaschine EM, positive Drehzahl der Sekundärtriebsmaschine EM während des Schaltvorgangs, Batterie wird geladen und/oder elektrische Energie wird abgeführt).

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Antriebseinheit (12) für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für ein Motorrad (11), mit einer Primärtriebsmaschine (ICE), einer Sekundärtriebsmaschine (EM) und einem Getriebe (13), welche Antriebseinheit (12) aufweist:

- eine Eingangswelle (14);
- eine Ausgangswelle (17);
- einer ersten Zwischenwelle (16), die parallel zu der Eingangswelle (14) angeordnet und mit der Ausgangswelle (17) verbunden ist;
- einen Planetenradsatz (PGS) mit einem ersten (P1), zweiten (P2) und dritten Glied (P3), wobei das erste Glied (P1) mit der Primärtriebsmaschine (ICE), das zweite Glied (P2) mit der Sekundärtriebsmaschine (EM) und das dritte Glied (P3) mit der Eingangswelle (14) verbunden sind;
- zumindest ein erstes Schaltelement (C1), welches ausgebildet ist, um in einer Schaltstellung zwei Glieder (P1, P3) des Planetenradsatzes (PGS) miteinander drehfest zu verbinden und in einer weiteren Schaltstellung die Primärtriebsmaschine (ICE) mit einem Gehäuse (H) des Getriebes (13) zu verbinden und zu blockieren;
- einer Zahnradpaaranordnung (20) mit mehreren Zahnradpaaren (1/2, 3/5, 4/6) wobei jedes Zahnradpaar (20) ein Festrad (2F, 5F, 6F) und ein Losrad (2L, 5L, 6L) aufweist, wobei jedes Losrad (2L, 5L, 6L) über ein Schaltelement (C2, C3) aktivier- oder deaktivierbar ist, wobei
- die Zahnradpaare (1/2, 3/5, 4/6) die Übersetzungsverhältnisse i_{G2} , i_{G5} , i_{G6} aufweisen, und wobei
- die Losräder (2L, 5L, 6L) von zumindest zwei Zahnradpaaren (1/2, 3/5, 4/6) auf der ersten Zwischenwelle (16) drehbar gelagert sind, und die Festräder (2F, 5F, 6F) von diesen zumindest zwei Zahnradpaaren (1/2, 3/5, 4/6) auf der Eingangswelle (14) drehfest angeordnet sind;

dadurch gekennzeichnet, dass gilt:

- $i_{1PGS} > 1$,

wobei i_{1PGS} ein Übersetzungsverhältnis des Planetenradsatzes (PGS) von dem ersten Glied (P1) zur Eingangswelle (14) mit angehaltener Sekundärtriebsmaschine (EM) ist, und dass

- die Übersetzungsverhältnisse i_{G2} , i_{G5} , i_{G6} , i_{1PGS} mindestens eine der folgenden Ungleichungen erfüllen:

- $i_{G5} \leq i_{G6} \times (i_{1PGS})^{1/2}$
- $i_{G5} \times (i_{1PGS})^{3/2} \leq i_{G2}$

2. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (13) eine progressive Gangabstufung aufweist, wobei für die Übersetzungen i_{G1} , i_{G2} , i_{G3} , i_{G4} , i_{G5} , i_6 gilt:

- $\frac{i_{G5}}{i_{G6}} \leq \frac{i_{G4}}{i_{G5}} \leq \frac{i_{G3}}{i_{G4}} \leq \frac{i_{G2}}{i_{G3}} \leq \frac{i_{G1}}{i_{G2}}$

3. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass für die Übersetzungen i_{1PGS} , i_{G1} , i_{G2} gilt:

- $i_{1PGS} = \frac{i_{G1}}{i_{G2}}$

4. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Glied (P1) des Planetenradsatzes (PGS) als Hohlrads, das zweite Glied (P2) des Planetenradsatzes (PGS) als Sonnenrad und das dritte Glied (P3) des Planetenradsatzes (PGS) als Planetenträger ausgebildet ist.

5. Antriebseinheit (12) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass gilt

- $i_{1PGS} = \frac{z_1 + z_2}{z_2}$,

wobei z_1 die Anzahl der Zähne des Sonnenrades und z_2 die Anzahl der Zähne des Hohlrades ist.

6. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Losrad (2L, 5L, 6L) eines Zahnradpaares (1/2, 3/5, 4/6) auf der Eingangswelle (14) drehbar gelagert ist, und das Festrad (2F, 5F, 6F) dieses Zahnradpaares (1/2, 3/5, 4/6) auf der Zwischenwelle (16) drehfest angeordnet ist.

7. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Losrad (6L) eines Zahnradpaares (4/6) auf der ersten Zwischenwelle (16) und das Losrad (5L) eines anderen Zahnradpaares (3/5) auf einer zweiten Zwischenwelle (160) drehbar gelagert ist, wobei die beiden Losräder (6L, 5L) mit einem gemeinsamen Festrads (5F, 6F) auf der Eingangswelle (14) im Zahneingriff stehen.
8. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Losräder (2L, 5L, 6L) von zumindest drei Zahnradpaaren (1/2, 3/5, 4/6) auf der ersten Zwischenwelle (16) drehbar gelagert sind, und die Festräder (2F, 5F, 6F) von diesen zumindest drei Zahnradpaare (1/2, 3/5, 4/6) auf der Eingangswelle (14) drehfest angeordnet sind.
9. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit (12) zumindest eine Rückwärtsgangzahnradstufe (RS) aufweist, wobei ein Losrad (RL) der Rückwärtsgangzahnradstufe (RS) auf der ersten Zwischenwelle (16) oder der zweiten Zwischenwelle (160) drehbar gelagert ist.
10. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Planetenradsatz (PGS) zwischen der Zahnradpaaranordnung (20) und der Sekundärantriebsmaschine (EM) angeordnet ist.
11. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärantriebsmaschine (EM) koaxial mit dem Planetenradsatz (PGM) angeordnet ist.
12. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Primärantriebsmaschine (ICE) koaxial mit dem Planetenradsatz (PGS) und der Sekundärantriebsmaschine (EM) und distanziert zur Eingangswelle (14) angeordnet ist.
13. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 oder 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Primärantriebsmaschine (ICE) koaxial mit dem

Planetenradsatz (PGS) und die Sekundärtriebsmaschine (EM) parallel und distanziert zur Eingangswelle (14) angeordnet ist.

14. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Primärtriebsmaschine (ICE) koaxial mit der Sekundärtriebsmaschine (EM) angeordnet ist.
15. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit (12) eine Parksperrvorrichtung mit zumindest einem sperrbaren Parksperrrenrad (P) aufweist, wobei das Parksperrrenrad (P) auf der ersten Zwischenwelle (16) oder der zweiten Zwischenwelle (160) angeordnet ist.
16. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Schaltelement (C1, C2, C3) durch eine axial verschiebbare Schalthülse – vorzugsweise eine Doppelschalthülse - gebildet ist
17. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Schaltelement (C2, C3) einstückig mit einem Festrad (5F, 6F) zumindest eines benachbarten Zahnradpaares (3/5, 4/6) ausgebildet ist.
18. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Schaltelement (C1, C2, C3) zwei Schaltstellungen (L, R) und vorzugsweise zwischen einer ersten (L) und einer zweiten Schaltstellung (R) eine Neutralstellung (N) aufweist.
19. Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Primärtriebsmaschine (ICE) eine Brennkraftmaschine und die Sekundärtriebsmaschine (EM) eine elektrische Maschine ist.
20. Kraftfahrzeug, insbesondere Motorrad (11) , mit einer Antriebseinheit (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (13) ausgebildet ist, um zumindest einen Gangwechsel – vorzugsweise vom ersten Gang (G1) in den zweiten Gang (G2) - mit aktiver

Drehmomentauffüllung durch die Sekundärtriebsmaschine (EM)
durchzuführen.

09.08.2022
FU/iv

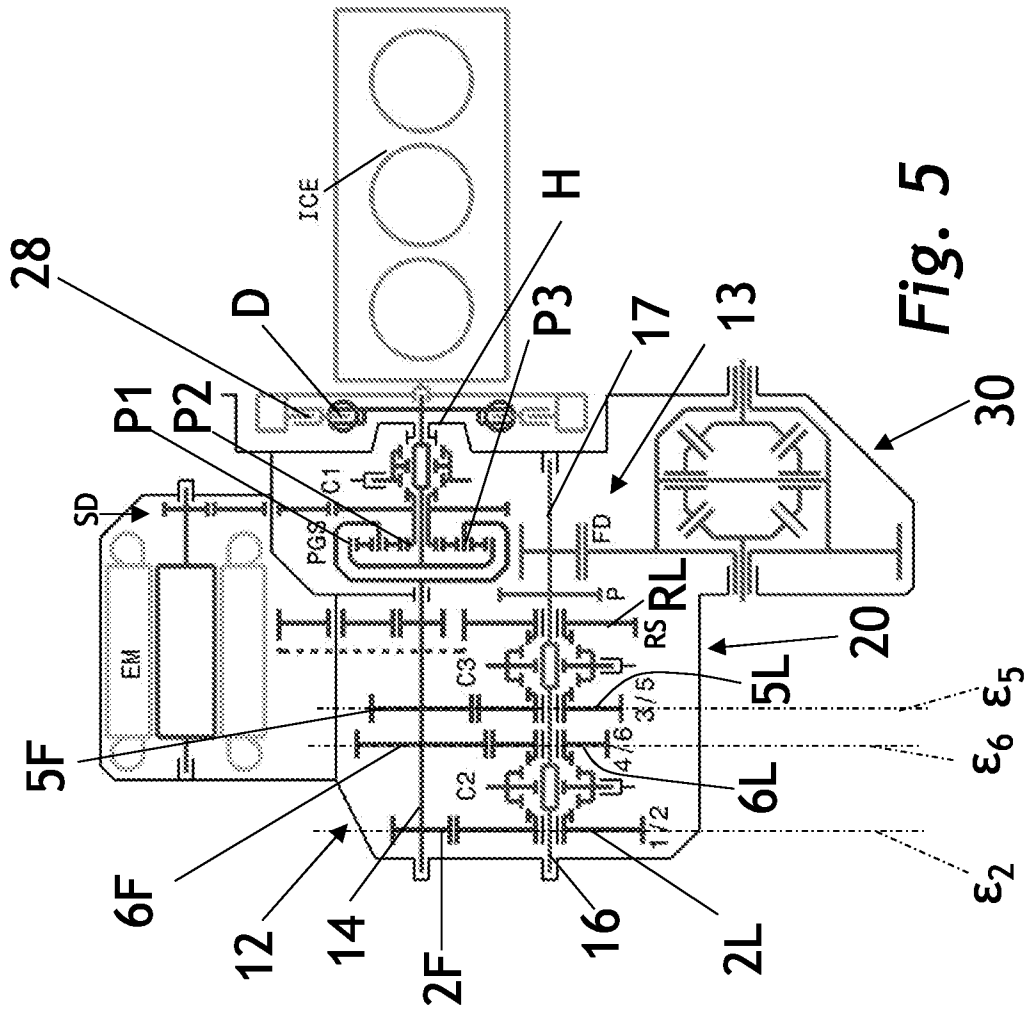


Fig. 5

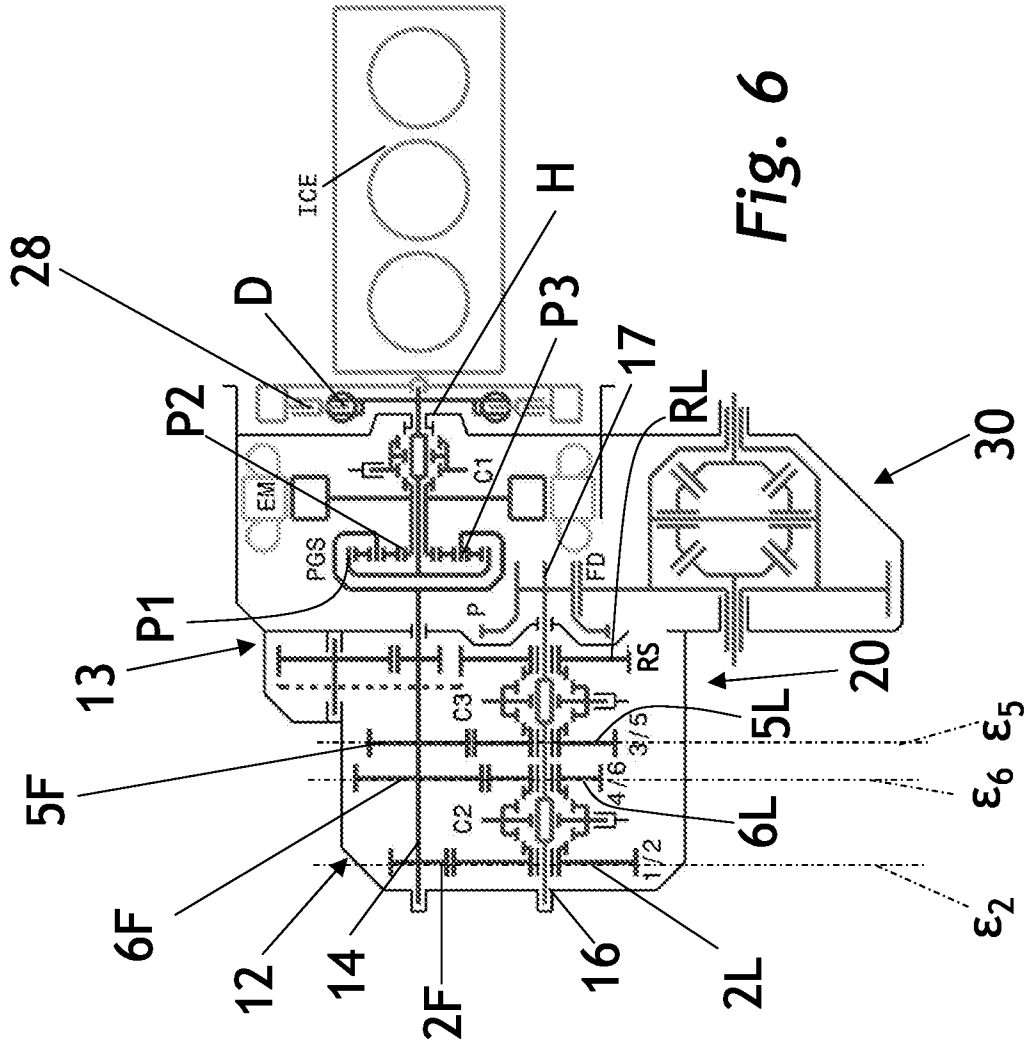


Fig. 6

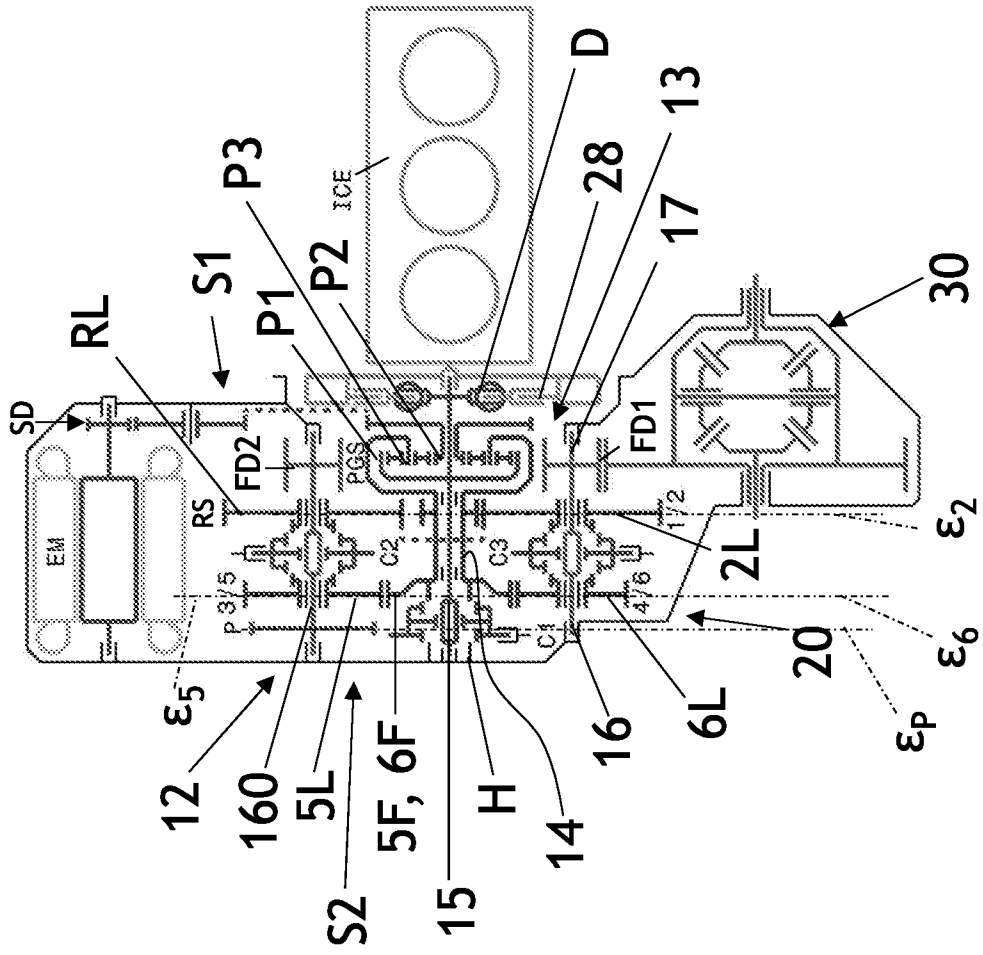


Fig. 7

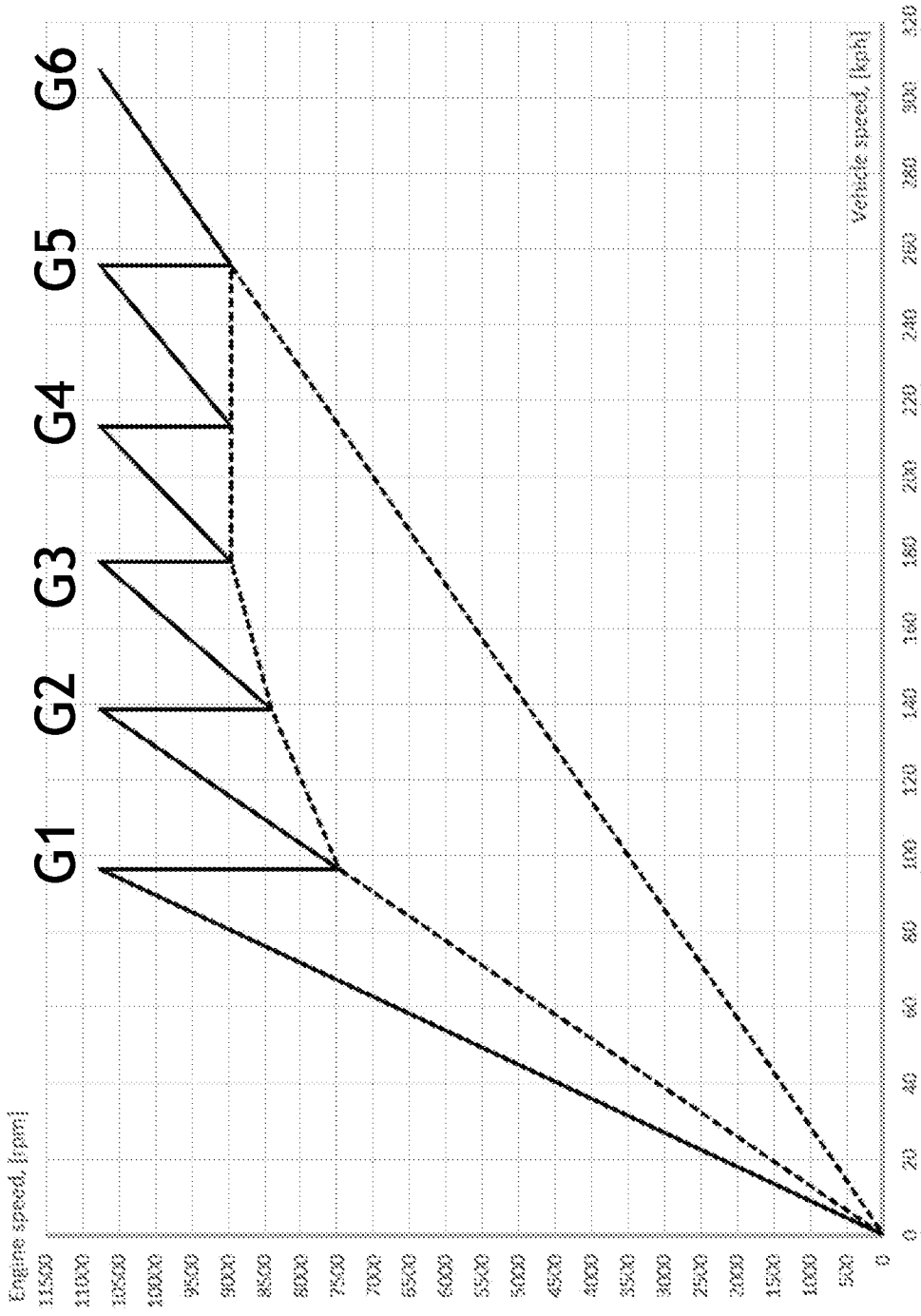


Fig. 8