

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50880/2017
(22) Anmeldetag: 18.10.2017
(43) Veröffentlicht am: 15.10.2018

(51) Int. Cl.: **B60K 6/365** (2007.10)
B60K 6/48 (2007.10)

(56) Entgegenhaltungen:
US 5558589 A
US 5730676 A
DE 102010052999 A1

(71) Patentanmelder:
AVL COMMERCIAL DRIVELINE & TRACTOR
ENGINEERING GMBH
4400 STEYR (AT)

(72) Erfinder:
Hrubec Juraj Dipl.Ing.
4400 Steyr (AT)

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

(54) **ANTRIEBSSTRANG FÜR EIN FAHRZEUG**

(57) Die Erfindung betrifft einen Antriebsstrang (1) für ein Fahrzeug mit einem Hybridgetriebe (2), insbesondere einem dedizierten Hybridgetriebe, mit einer durch eine Primärانtriebmaschine (ICE) antreibbaren Eingangswelle (3) und einer Ausgangswelle (4), wobei das Hybridgetriebe (2) eine erste elektrische Maschine (MG1) und eine zweite elektrische Maschine (MG2), sowie ein erstes Planetengetriebe (PG1) und ein zweites Planetengetriebe (PG2) aufweist, wobei das erste Planetengetriebe (PG1) und das zweite Planetengetriebe (PG2) jeweils drei Getriebeelemente – nämlich Sonnenrad (S1; S2), Planetenträger (PT1; PT2) und Hohlrad (H1; H2) – aufweisen, wobei die Eingangswelle (3) mit einem ersten Element des ersten Planetengetriebes (PG1) verbunden ist, die erste elektrische Maschine (MG1) über eine erste Zwischenwelle (7) mit einem zweiten Element des ersten Planetengetriebes (PG1) und die zweite elektrische Maschine (MG2) über eine zweite Zwischenwelle (8) mit einem ersten Element des zweiten Planetengetriebes (PG2) verbunden ist, wobei ein Getriebeelement des ersten Planetengetriebes (PG1) mit einem Getriebeelement des zweiten Planetengetriebes (PG2) verbunden ist.

Ein einfacher und effizienter Antriebsstrang (1) lässt sich realisieren, wenn die Ausgangswelle (4) mit einem dritten Getriebeelement des ersten Planetengetriebes (PG1) verbunden ist, wobei die Ausgangswelle (4) über ein Kupplungsschaltelement (10) mit der ersten Zwischenwelle (7) antriebsverbindbar ist.

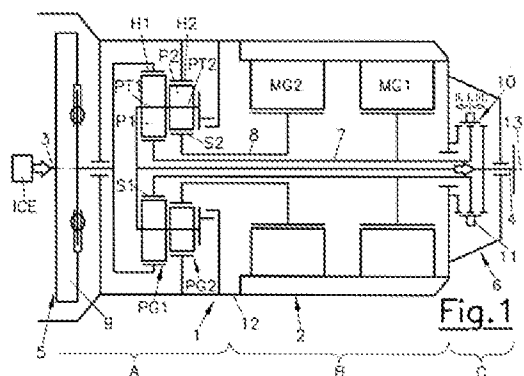


Fig.1

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

Die Erfindung betrifft einen Antriebsstrang (1) für ein Fahrzeug mit einem Hybridgetriebe (2), insbesondere einem dedizierten Hybridgetriebe, mit einer durch eine Primärantriebsmaschine (ICE) antreibbaren Eingangswelle (3) und einer Ausgangswelle (4), wobei das Hybridgetriebe (2) eine erste elektrische Maschine (MG1) und eine zweite elektrische Maschine (MG2), sowie ein erstes Planetengetriebe (PG1) und ein zweites Planetengetriebe (PG2) aufweist, wobei das erste Planetengetriebe (PG1) und das zweite Planetengetriebe (PG2) jeweils drei Getriebeelemente – nämlich Sonnenrad (S1; S2), Planetenträger (PT1; PT2) und Hohlrad (H1; H2) – aufweisen, wobei die Eingangswelle (3) mit einem ersten Element des ersten Planetengetriebes (PG1) verbunden ist, die erste elektrische Maschine (MG1) über eine erste Zwischenwelle (7) mit einem zweiten Element des ersten Planetengetriebes (PG1) und die zweite elektrische Maschine (MG2) über eine zweite Zwischenwelle (8) mit einem ersten Element des zweiten Planetengetriebes (PG2) verbunden ist, wobei ein Getriebeelement des ersten Planetengetriebes (PG1) mit einem Getriebeelement des zweiten Planetengetriebes (PG2) verbunden ist.

Ein einfacher und effizienter Antriebsstrang (1) lässt sich realisieren, wenn die Ausgangswelle (4) mit einem dritten Getriebeelement des ersten Planetengetriebes (PG1) verbunden ist, wobei die Ausgangswelle (4) über ein Kupplungsschaltelement (10) mit der ersten Zwischenwelle (7) antriebsverbindbar ist.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft einen Antriebsstrang für ein Fahrzeug mit einem Hybridgetriebe, insbesondere einem dedizierten Hybridgetriebe, mit einer durch eine Primärantriebsmaschine antreibbaren Eingangswelle und einer Ausgangswelle, wobei das Hybridgetriebe eine erste elektrische Maschine und eine zweite elektrische Maschine, sowie ein erstes Planetengetriebe und ein zweites Planetengetriebe aufweist, wobei das erste Planetengetriebe und das zweite Planetengetriebe jeweils drei Getriebeelemente – nämlich Sonnenrad, Planetenträger und Hohlrad – aufweisen, wobei die Eingangswelle mit einem ersten Element des ersten Planetengetriebes verbunden ist, die erste elektrische Maschine über eine erste Zwischenwelle mit einem zweiten Element des ersten Planetengetriebes und die zweite elektrische Maschine über eine zweite Zwischenwelle mit einem ersten Element des zweiten Planetengetriebes verbunden ist, wobei ein Getriebeelement des ersten Planetengetriebes mit einem Getriebeelement des zweiten Planetengetriebes verbunden ist

Unter Hybridgetrieben werden Getriebe mit bzw. für zumindest zwei Antriebsquellen verstanden, welche alternativ oder gleichzeitig eingesetzt werden. Als dediziertes Hybridgetriebe (DHT) werden Getriebe bezeichnet welche mit zumindest zwei Antriebsquellen, insbesondere einer Brennkraftmaschine und zumindest einer elektrischen Maschine ausgestattet sind, welche für die Ausübung ihrer Funktion über den gesamten Auslegungsbereich alle vorhandenen Antriebsquellen benötigen. Bei Wegfall einer dieser Antriebsquellen wäre ein dediziertes Hybridgetriebe nur eingeschränkt funktionsfähig. Im Gegensatz dazu sind Add-on Hybridgetriebe bekannt, welche aus einem herkömmlichen Getriebe bestehen und durch Zusatz oder Erweiterung mittels einer zusätzlichen Antriebsquelle zu Hybridgetrieben umgebaut werden. Dadurch wäre bei Wegfall dieser zusätzlichen Antriebsquelle eine vollständige Funktionsausübung gegeben. Solche Add-on Hybridgetriebe Lösungen sind aber erheblich schwerer, teurer und benötigen mehr Bauraum im Vergleich zu einem dedizierten Hybridgetriebe.

Ein dediziertes Hybridgetriebe kann verschiedene Betriebsmodi aufweisen, zum Beispiel serieller Betriebsmodus, paralleler Betriebsmodus, leistungsverzweigter CVT-Betriebsmodus, rein elektrischer Betriebsmodus, rein verbrennungsmotorischer Betriebsmodus. Bei manchen DHT-Getrieben kann auf einen separaten Starter für die Brennkraftmaschine verzichtet werden.

Die US 5,931,757 A offenbart einen Antriebsstrang für ein Fahrzeug mit einem elektromechanischen Getriebe mit zwei Betriebsmodi, welches Getriebe drei Planetengetriebe und zwei elektrische Maschinen aufweist, die auf zwei der Planetengetriebe einwirken. Eine Eingangswelle des elektromechanischen Getriebes ist mit einer Brennkraftmaschine verbunden. Zum Schalten ist eine nasse Kupplung und eine nasse Bremse vorgesehen. Diese auch als Allison-Getriebe bekannte kompakte Lösung braucht insbesondere im Betrieb oberhalb einer Fahrzeuggeschwindigkeit von 25 km/h wenig elektrische Energie, wobei das Kennfeld drei rein mechanische Betriebspunkte aufweist. Die elektrischen Maschinen können somit relativ klein dimensioniert werden. Auf Grund der komplexen Konstruktion des Getriebes mit den nassen Kupplungsschaltelementen ist das Getriebe allerdings relativ kostenintensiv und insbesondere für den Einsatz bei Fahrzeugen in Entwicklungsländern weniger geeignet.

Die CN 204 055 308 U offenbart ein Hybridgetriebe mit zwei Planetengetrieben und zwei elektrischen Maschinen, wobei jedem Planetengetriebe eine elektrische Maschine zugeordnet ist. Eine durch eine Brennkraftmaschine antreibbare Eingangswelle ist mit dem Planetenträger und die erste elektrische Maschine über eine erste Zwischenwelle mit dem Sonnenrad des ersten Planetengetriebes verbunden. Die zweite elektrische Maschine ist mit dem Sonnenrad und die Ausgangswelle mit dem Planetenträger des zweiten Planetengetriebes verbunden, wobei mittels eines Kupplungselementes beim zweiten Planetengetriebe der Planetenträger mit dem Hohlrad verbindbar ist. Das Hohlrad des ersten Planetengetriebes ist mit dem Sonnenrad des zweiten Planetengetriebes verbunden. Das Sonnenrad des ersten Planetengetriebes und das Hohlrad des zweiten Planetengetriebes können jeweils mittels einer Bremse festgehalten werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen einfachen und effizienten Antriebsstrang zur Verfügung zu stellen.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Ausgangswelle mit einem dritten Getriebeelement des ersten Planetengetriebes verbunden ist, wobei die Ausgangswelle über ein Kupplungsschaltelement mit der ersten Zwischenwelle antriebsverbindbar ist. Insbesondere ist die Ausgangswelle erfindungsgemäß direkt,

also insbesondere nur mittels des einen Kupplungsschaltelements mit der ersten Zwischenwelle antriebsverbindbar.

In einer ersten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass ein Getriebeelement des ersten Planetengetriebes mit einem gleichnamigen Getriebeelement des zweiten Planetengetriebes verbunden ist, wobei vorzugsweise der Planetenträger des ersten Planetengetriebes mit dem Planetenträger des zweiten Planetengetriebes verbunden ist.

Unter gleichnamigen Getriebeelementen des Planetengetriebes sind entweder Sonnenräder, Planetenträger oder Hohlräder zu verstehen. Somit sind entweder die Sonnenräder des ersten Planetengetriebes und des zweiten Planetengetriebes, die Planetenträger des ersten Planetengetriebes und des zweiten Planetengetriebes oder die Hohlräder des ersten Planetengetriebes und des zweiten Planetengetriebes miteinander drehfest verbunden.

Gemäß einer zweiten Ausführungsvariante ist ein Getriebeelement des ersten Planetengetriebes mit einem nicht-gleichnamigen Getriebeelement des zweiten Planetengetriebes verbunden ist, wobei vorzugsweise der Planetenträger des ersten Planetengetriebes mit dem Hohlrad des zweiten Planetengetriebes verbunden ist. Beispielsweise kann das Sonnenrad des einen Planetengetriebes mit dem Hohlrad oder dem Planetenträger des anderen Planetengetriebes drehfest verbunden sein. Es kann aber auch der Planetenträger des einen Planetengetriebes mit dem Hohlrad des anderen Planetengetriebes drehfest verbunden sein.

In einer einfachen Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die erste Zwischenwelle, vorzugsweise über das als Schalthülse ausgebildete Kupplungsschaltelement, feststellbar ist. Darunter wird erfindungsgemäß verstanden, dass die Zwischenwelle bei geschlossenem Kupplungsschaltelement gehäusefest ist. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Schalthülse zwischen einer ersten, zweiten und dritten Stellung verschiebbar ist, wobei in der ersten Stellung der Schalthülse die erste Zwischenwelle frei gegeben, in der zweiten Stellung die erste Zwischenwelle festgehalten, und in der dritten Stellung die erste Zwischenwelle mit der Ausgangswelle drehfest verbunden ist.

Durch das als Schalthülse ausgebildete Kupplungselement können kostenintensive Synchronkupplungen eingespart werden. Der Antriebsstrang eignet sich somit besonders für den Einsatz in Entwicklungsländer.

Um Drehschwingungen zu unterdrücken ist es vorteilhaft, wenn die Eingangswelle mit einem Torsionsschwingungsdämpfer verbunden ist. Dies erhöht den Fahrkomfort für die Fahrzeuginsassen.

Vielseitige Einsatzmöglichkeiten, sowie einfache Wartungstätigkeiten können erreicht werden, wenn das dedizierte Hybridgetriebe einen modulartigen Aufbau aufweist, wobei in einem ersten Modul die Planetengetriebe und vorzugsweise auch der Torsionsschwingungsdämpfer, in einem zweiten Modul die elektrischen Maschinen und in einem dritten Modul das Kupplungsschaltelement angeordnet sind. Der modulare Aufbau ermöglicht es, nur einzelne Komponenten auf einfache und rasche Weise auszutauschen. Weiters gestattet der modulare Aufbau den Antriebsstrang auf den jeweiligen Einsatzzweck optimal auszulegen.

Eine platzsparende Anordnung des Hybridgetriebes kann erreicht werden, wenn die erste Zwischenwelle innerhalb der zweiten Zwischenwelle angeordnet, wobei vorzugsweise die Ausgangswelle innerhalb der ersten Zwischenwelle angeordnet ist.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der in den nicht einschränkenden Figuren dargestellten Ausführungsvarianten näher erläutert. Darin zeigen schematisch

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Antriebsstrang in einer ersten Ausführungsvariante,

Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Antriebsstrang in einer zweiten Ausführungsvariante,

Fig. 3 ein Antriebskraft- Geschwindigkeitsdiagramm des erfindungsgemäßen Antriebsstranges,

Fig. 4 ein Steigfähigkeits - Geschwindigkeitsdiagramm des erfindungsgemäßen Antriebsstranges,

Fig. 5 ein Drehzahl– Geschwindigkeitsdiagramm des erfindungsgemäßen Antriebsstranges,

Fig. 6 ein Drehmoment– Geschwindigkeitsdiagramm des erfindungsgemäßen Antriebsstranges und

Fig. 7 ein Leistungs– Geschwindigkeitsdiagramm des erfindungsgemäßen Antriebsstranges.

Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungsvarianten mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

Die Fig. 1 und 2 zeigen jeweils einen Antriebsstrang 1 für ein Kraftfahrzeug, beispielsweise einem Autobus, mit einem dedizierten Hybridgetriebe 2 mit einer durch eine Primärantriebsmaschine ICE – beispielsweise eine Brennkraftmaschine - antreibbaren Eingangswelle 3 und einer Ausgangswelle 4, wobei Eingangs- 3 und Ausgangswelle 4 an einander abgewandten Stirnseiten 5, 6 des dedizierten Hybridgetriebes 2 angeordnet sind. Das Hybridgetriebe 2 weist eine erste elektrische Maschine MG1 und eine zweite elektrische Maschine MG2 auf. Die erste elektrische Maschine MG1 ist mit einem ersten Planetengetriebe PG1 und die zweite elektrische Maschine MG2 mit einem zweiten Planetengetriebe PG2 antriebsverbunden. Sowohl das erste Planetengetriebe PG1 als auch das zweite Planetengetriebe PG2 weisen jeweils drei Getriebeelemente - und zwar Sonnenrad S1, S2, Planetenträger PT1, PT2 mit Planetenräder P1, P2, und Hohlrad H1, H2 – auf. Die Eingangswelle 3 ist mit einem ersten Element des ersten Planetengetriebes PG1 verbunden. Die erste elektrische Maschine MG1 ist über eine erste Zwischenwelle 7 mit einem zweiten Element des ersten Planetengetriebes PG1 und die zweite elektrische Maschine MG2 über eine zweite Zwischenwelle 8 mit einem ersten Element des zweiten Planetengetriebes PG2 verbunden. Ein Getriebeelement des ersten Planetengetriebes PG1 ist mit einem Getriebeelement des zweiten Planetengetriebes PG2 verbunden.

Die Eingangswelle ist mit einem Torsionsschwingungsdämpfer 9 verbunden.

Die Ausgangswelle 4 ist mit einem dritten Getriebeelement des ersten Planetengetriebes PG1 verbunden und über ein Kupplungsschaltelement 10 mit der ersten Zwischenwelle 7 antriebsverbindbar. Das Kupplungsschaltelement 10 ist als

Schalthülse 11 ausgebildet. Die erste Zwischenwelle 7 kann über das Kupplungsschaltelement 10 festgehalten, also mit dem Gehäuse 12 des Hybridgetriebes 2 verbunden werden.

Die Schalthülse 11 ist zwischen einer ersten I, zweiten II und dritten Stellung III verschiebbar. In der ersten Stellung I der Schalthülse 11 wird die erste Zwischenwelle 7 frei gegeben. In der zweiten Stellung II wird die erste Zwischenwelle 7 festgehalten. In der dritten Stellung III ist die erste Zwischenwelle 7 mit der Ausgangswelle 4 drehfest verbunden.

Das dedizierte Hybridgetriebe 2 weist einen modulartigen Aufbau auf. In einem ersten Modul A sind die beiden Planetengetriebe PG1, PG2 und der Torsionsschwingungsdämpfer 9 angeordnet. In einem zweiten Modul B sind die beiden elektrischen Maschinen MG1, MG2 und in einem dritten Modul C das Kupplungsschaltelement 10 angeordnet.

Mit Ausnahme der Planetenräder P1, P2 der beiden Planetengetriebe PG1, PG2 sind alle drehenden Teile des Hybridgetriebes 2 um eine gemeinsame Drehachse 13 drehbar gelagert. Somit sind die erste elektrische Maschine MG1, die zweite elektrische Maschine MG2, die Eingangswelle 3, die Ausgangswelle 4 und die beiden Zwischenwellen 7, 8 achsgleich zueinander ausgebildet, wobei die beiden Zwischenwellen 7, 8 als Hohlwellen ausgebildet sind. Die erste Zwischenwelle 7 ist innerhalb der zweiten Zwischenwelle 8, die Ausgangswelle 4 ist innerhalb der ersten Zwischenwelle 7 drehbar angeordnet.

Mit dem erfindungsgemäßen Hybridgetriebe 2 lassen sich folgende vier Betriebsmodi mit zwei mechanischen Gängen realisieren:

Modus 0: rein elektrischer Modus für Langsamfahrbetrieb des Fahrzeuges. Die Primärantriebsmaschine ICE und die erste elektrische Maschine MG1 sind deaktiviert, das Kupplungsschaltelement 10 befindet sich dabei in der in Fig. 1 und 2 eingezeichneten Schaltposition I.

Modus 1: eCVT Modus (eCVT-electric continuous variable transmission). Der eCVT Modus bezeichnet einen Betriebsmodus des elektromechanischen leistungsverzweigenden Hybridgetriebes 2, in dem das Übersetzungsverhältnis zwischen der Eingangswelle 3 und der Ausgangswelle 4 von den Drehzahlen der

ersten elektrischen Maschine MG1 und der zweiten elektrischen Maschine MG2 bestimmt wird. In diesem Modus 1 ist das gesamte auslegungsgemäße Geschwindigkeitsspektrum des Fahrzeuges verfügbar. Das Kupplungsschaltelement 10 befindet sich dabei in der Schaltposition I. Vorzugsweise wird dieser Modus 1 für Fahrzeuggeschwindigkeiten v bis etwa 30 km/h eingesetzt. In diesem Modus 1 sind die Primärantriebsmaschine ICE, die erste elektrische Maschine MG1 und die zweite elektrische Maschine MG2 aktiviert. Die erste elektrische Maschine MG1 wird überwiegend generatorisch (je nach Fahrsituation und Fahrstrategie), die zweite elektrische Maschine MG2 überwiegend motorisch (je nach Fahrsituation und Fahrstrategie) betrieben.

Modus 2: Parallel-Hybrid-Modus 1: Der Modus 2 wird im Geschwindigkeitsbereich des Fahrzeuges zwischen etwa 30 und 50 km/h verwendet. Die erste elektrische Maschine MG1 ist deaktiviert, die zweite elektrische Maschine MG2 ist aktiviert und wird motorisch oder generatorisch bzw. rekuperativ (je nach Fahrsituation und Fahrstrategie) betrieben. Das Kupplungsschaltelement 10 befindet sich in der Schaltposition II.

Modus 3: Parallel-Hybrid-Modus 2: Der Modus 3 wird im Geschwindigkeitsbereich des Fahrzeuges zwischen 50 und 80 km/h eingesetzt. In diesem Modus 3 befindet sich das Kupplungsschaltelement 10 in der Position III. Die Primärantriebsmaschine ICE ist eingeschaltet, sowohl die erste elektrische Maschine MG1, als auch die zweite elektrische Maschine MG2 sind aktiviert und werden motorisch oder generatorisch bzw. rekuperativ (je nach Fahrsituation und Fahrstrategie) betrieben.

Das Hybridgetriebe 2 weist also zwei Planetengetriebe PG1, PG2 und zwei Schaltfunktionalitäten – und zwar mit einer Kupplungsfunktion und einer Bremsfunktion – auf, wobei Schalt- und Kupplungsfunktion durch die Stellungen III bzw. II des einzigen Kupplungsschaltelementes 10 realisiert werden. Die Betätigung des durch die Schalthülse 11 gebildeten Kupplungsschaltelementes 10 kann beispielsweise über einen nicht weiter dargestellten elektrischen, pneumatischen oder hydraulischen Aktuator erfolgen. Der einzige mechanische Betriebspunkt mit fester Übersetzung im eCVT-Modus kann im Bereich von etwa 30 km/h der Fahrzeuggeschwindigkeit angeordnet werden. Im mechanischen Betriebspunkt wird der Rotor zumindest einer elektrischen Maschine MG1, MG2 durch das statische elektromagnetische Moment blockiert. In diesem Punkt erreicht der Leistungsfluss

zwischen dieser elektrischen Maschine MG1, MG2 und der mit dieser elektrisch verbundenen Batterie ein Minimum, wodurch der mechanische Gesamt-Wirkungsgrad des Hybridgetriebes 2 erhöht wird. Die Leistungsverzweigungscharakteristik des Hybridgetriebes 2 setzt in diesem Betriebspunkt so wenig elektrische Leistung wie notwendig ein.

Daraus würde sich der Nachteil ergeben, dass bei Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeuges eine hohe elektrische Leistung im eCVT-Modus erforderlich wäre. Um diesen Nachteil zu vermeiden ist beim erfindungsgemäßen Hybridgetriebe 2 vorgesehen, dass die Ausgangswelle 4 und das Sonnenrad S1 des ersten Planetengetriebes PG1 in der Stellung III des Kupplungsschaltelementes 10 drehverbunden werden kann, wodurch ein Direkttrieb mit einem Übersetzungsverhältnis 1 und fast keinen Antriebsverlusten ermöglicht wird. Dadurch kann ein optimaler Wirkungsgrad bei höheren Geschwindigkeiten des Fahrzeuges erreicht werden, wobei die elektrischen Maschinen MG1 und/oder MG2 zum sogenannten „Boosten“ oder zur Energierückgewinnung eingesetzt werden können. „Boosten“ bedeutet, dass zusätzlich zur Primärantriebsmaschine ICE die erste MG1 und/oder die zweite elektrische Maschine MG2 Leistung an die Ausgangswelle 4 des Hybridgetriebes 2 abgibt.

Die zweite Schaltverbindung zwischen einer der elektrischen Maschinen MG1 und MG2 und dem Gehäuse 12 ermöglicht einen zusätzlichen Gang mit im Vergleich zum Höchstgang leicht verminderten Drehzahlen mit einem Übersetzungsverhältnis von etwa 1,3 bis 1,6. Mit dem zusätzlichen Gang kann das Fahrzeug rein mechanisch in einem Geschwindigkeitsbereich von etwa 30 bis 50 km/h betrieben werden.

Im in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel ist ein Getriebeelement – hier der Planetenträger PT1 - des ersten Planetengetriebes PG1 mit einem gleichnamigen Getriebeelement – also dem Planetenträger PT2 - des zweiten Planetengetriebes PG2 verbunden.

Im in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel ist ein Getriebeelement – hier der Planetenträger PT1 - des ersten Planetengetriebes PG1 mit einem nicht-gleichnamigen Getriebeelement – hier dem Hohlrad H2 - des zweiten Planetengetriebes PG2 verbunden.

In Fig. 3 und 4 sind Antriebskraft F bzw. Steigfähigkeit G des erfindungsgemäßen Antriebsstranges 1 über der Fahrzeuggeschwindigkeit v dargestellt. Dabei sind die sich zum Teil überlappenden Betriebsbereiche für die beschriebenen Modi 0 bis 3 eingetragen.

In Fig. 5 ist die Drehzahl n über der Fahrzeuggeschwindigkeit v , in Fig. 6 das Antriebsdrehmoment T und in Fig. 7 die Leistung P der Primärantriebsmaschine ICE, der ersten elektrischen Maschine MG1 und der zweiten elektrischen Maschine MG2 der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Antriebsstranges 1 jeweils über der Fahrzeuggeschwindigkeit v aufgetragen. Die Planetengetriebe PG1, PG2 werden dabei mit stationären Übersetzungsverhältnissen im eCVT-Modus (Modus 1) betrieben, wobei im Ausführungsbeispiel das Übersetzungsverhältnis des ersten Planetengetriebes PG1 - 1,7 und das Übersetzungsverhältnis des zweiten Planetengetriebes PG2 - 2,6 beträgt. In den Diagrammen sind Betriebsweisen mit unterschiedlichen Drehzahlen n der Primärantriebsmaschine ICE dargestellt, wobei mit strichlierten Linien eine Betriebsweise mit einer Drehzahl n der Primärantriebsmaschine ICE von 1300 1/min und mit voll ausgezogenen Linien ein Betrieb mit einer Drehzahl n der Primärantriebsmaschine ICE von 2500 1/min eingetragen ist. Mit „+“ ist eine positive Drehzahl, Drehmoment oder Leistung gekennzeichnet, und mit „-“ eine negative Drehzahl, Drehmoment oder Leistung der Maschinen ICE, MG1, MG2 angedeutet.

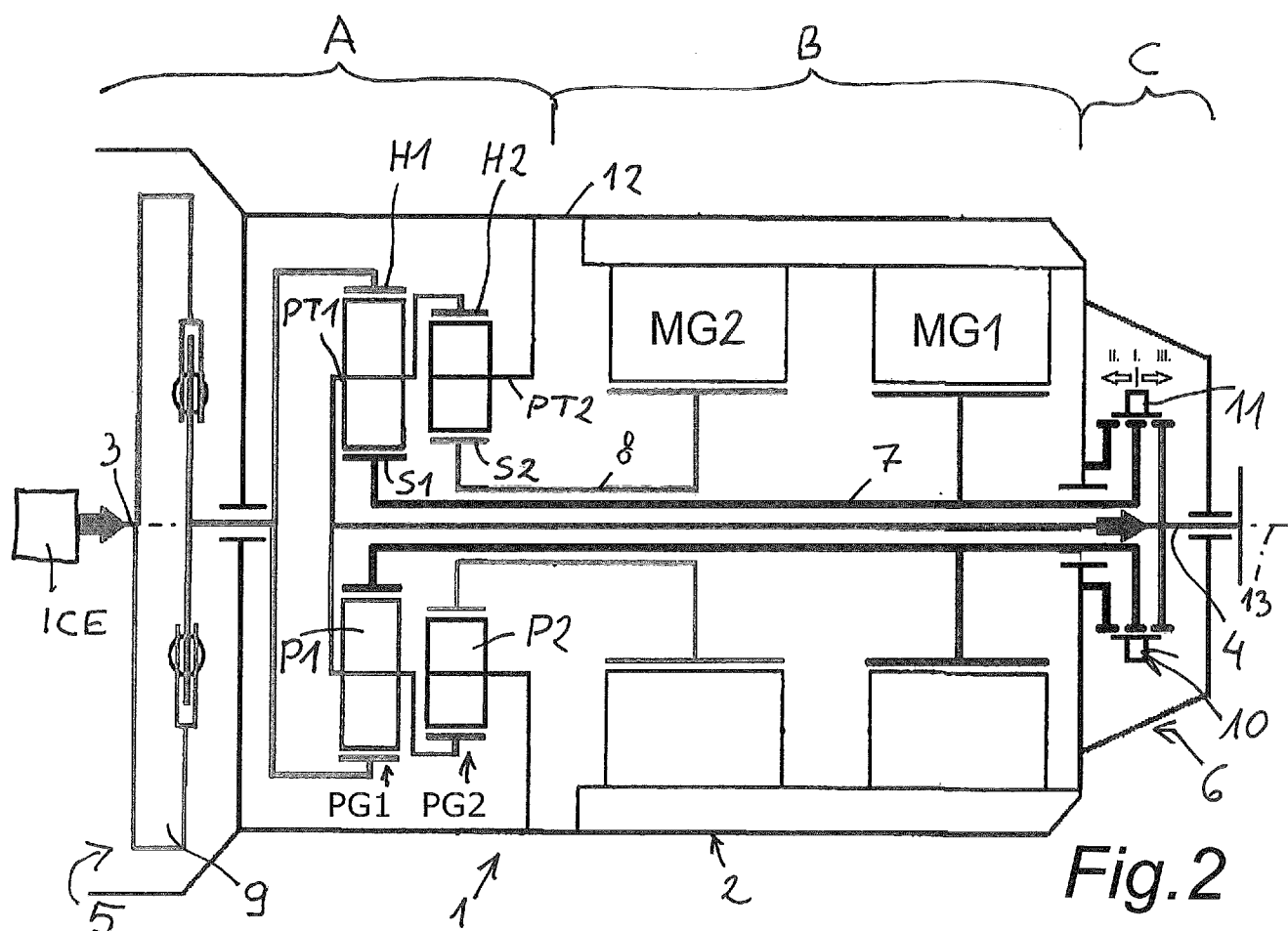
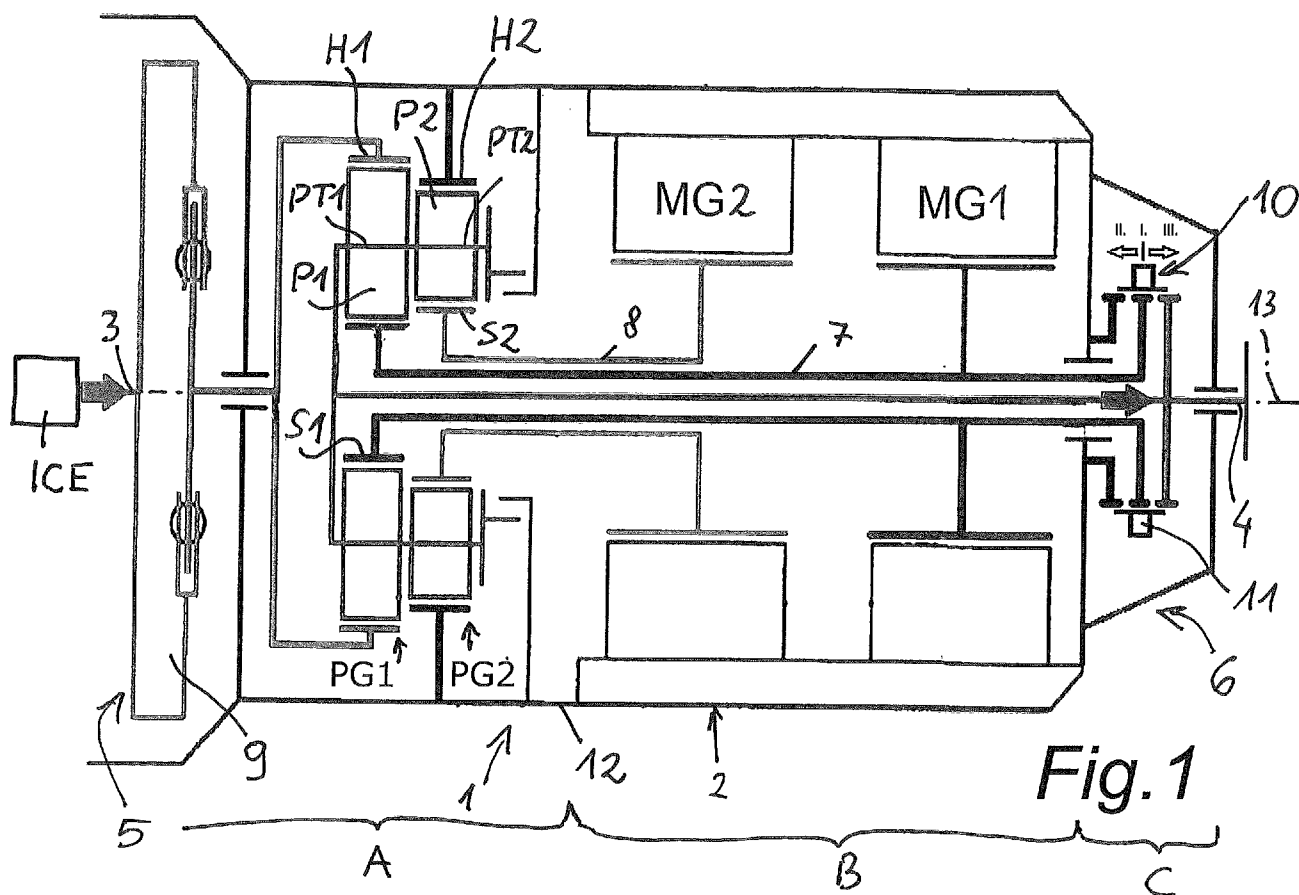
Im Vergleich zu dem beschriebenen Stand der Technik zeichnet sich der erfindungsgemäße Antriebsstrang 1 durch folgende Vorteile aus:

- kompakte und einfache mechanische Bauweise;
- geringer Platzbedarf;
- geringe Fertigungskosten;
- gute Wirkungsgrade, insbesondere im Einsatz bei Autobussen, sowohl im innerstädtischen Bereich, als auch im Überlandbereich.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Antriebsstrang (1) für ein Fahrzeug mit einem Hybridgetriebe (2), insbesondere einem dedizierten Hybridgetriebe, mit einer durch eine Primärantriebsmaschine (ICE) antreibbaren Eingangswelle (3) und einer Ausgangswelle (4), wobei das Hybridgetriebe (2) eine erste elektrische Maschine (MG1) und eine zweite elektrische Maschine (MG2), sowie ein erstes Planetengetriebe (PG1) und ein zweites Planetengetriebe (PG2) aufweist, wobei das erste Planetengetriebe (PG1) und das zweite Planetengetriebe (PG2) jeweils drei Getriebeelemente – nämlich Sonnenrad (S1; S2), Planetenträger (PT1; PT2) und Hohlrad (H1; H2) – aufweisen, wobei die Eingangswelle (3) mit einem ersten Element des ersten Planetengetriebes (PG1) verbunden ist, die erste elektrische Maschine (MG1) über eine erste Zwischenwelle (7) mit einem zweiten Element des ersten Planetengetriebes (PG1) und die zweite elektrische Maschine (MG2) über eine zweite Zwischenwelle (8) mit einem ersten Element des zweiten Planetengetriebes (PG2) verbunden ist, wobei ein Getriebeelement des ersten Planetengetriebes (PG1) mit einem Getriebeelement des zweiten Planetengetriebes (PG2) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgangswelle (4) mit einem dritten Getriebeelement des ersten Planetengetriebes (PG1) verbunden ist, wobei die Ausgangswelle (4) über ein Kupplungsschaltelement (10) mit der ersten Zwischenwelle (7) antriebsverbindbar ist.
2. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Getriebeelement des ersten Planetengetriebes (PG1) mit einem gleichnamigen Getriebeelement des zweiten Planetengetriebes (PG2) verbunden ist, wobei vorzugsweise der Planetenträger (PT1) des ersten Planetengetriebes (PG1) mit dem Planetenträger (PT2) des zweiten Planetengetriebes (PG2) verbunden ist.
3. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Getriebeelement des ersten Planetengetriebes (PG1) mit einem nicht-gleichnamigen Getriebeelement des zweiten Planetengetriebes (PG2) verbunden ist, wobei vorzugsweise der Planetenträger (PT1) des ersten Planetengetriebes (PG1) mit dem Hohlrad (H2) des zweiten Planetengetriebes (PG2) verbunden ist.

4. Antriebsstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Zwischenwelle (7), vorzugsweise über das als Schalthülse (11) ausgebildete Kupplungsschaltelement (10), feststellbar ist.
5. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalthülse (11) zwischen einer ersten (I), zweiten (II) und dritten Stellung (III) verschiebbar ist, wobei in der ersten Stellung (I) der Schalthülse (11) die erste Zwischenwelle (7) frei gegeben, in der zweiten Stellung (II) die erste Zwischenwelle (7) festgehalten, und in der dritten Stellung (III) die erste Zwischenwelle (7) mit der Ausgangswelle (4) drehfest verbunden ist.
6. Antriebsstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangswelle (3) mit einem Torsionsschwingungsdämpfer (9) verbunden ist.
7. Antriebsstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Hybridgetriebe (2) einen modulartigen Aufbau aufweist, wobei in einem ersten Modul (A) die Planetengetriebe (PG1, PG2) und vorzugsweise auch der Torsionsschwingungsdämpfer (9), in einem zweiten Modul (B) die elektrischen Maschinen (MG1, MG2) und in einem dritten Modul (C) das Kupplungsschaltelement (10) angeordnet sind.
8. Antriebsstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die erste (7) und die zweite Zwischenwelle (8) konzentrisch zueinander ausgebildet sind, wobei vorzugsweise die erste Zwischenwelle (7) innerhalb der zweiten Zwischenwelle (8) drehbar angeordnet ist.
9. Antriebsstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgangswelle (4) konzentrisch zur ersten (7) und zweiten Zwischenwelle (8) ausgebildet ist, wobei vorzugsweise die Ausgangswelle (4) innerhalb der ersten Zwischenwelle (7) drehbar angeordnet ist.



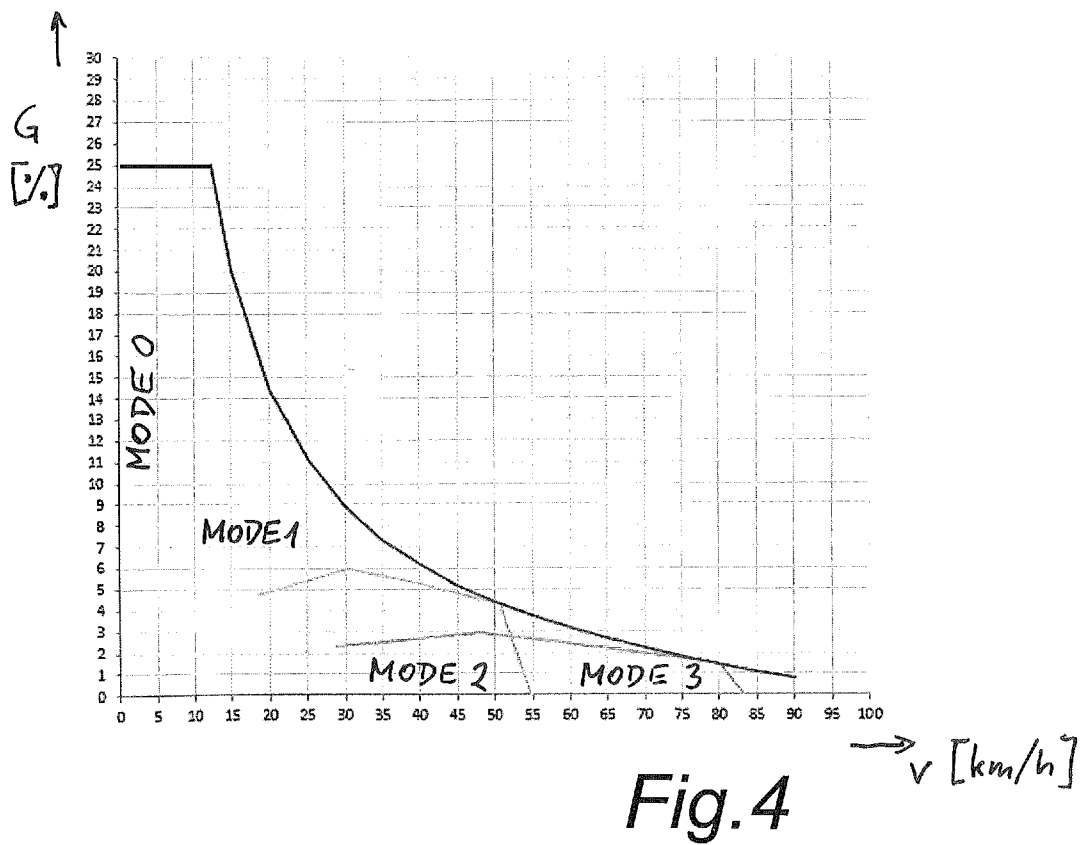
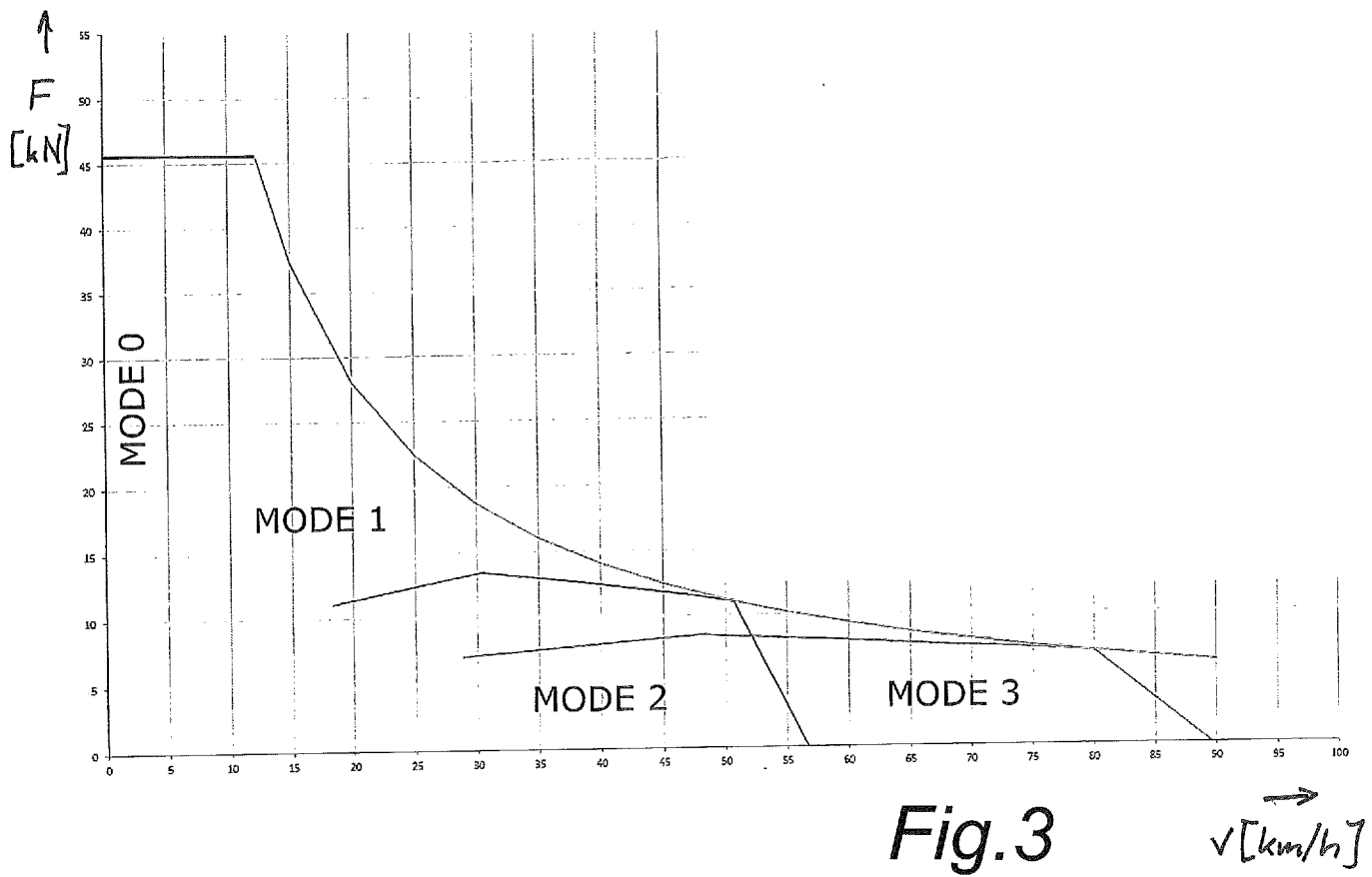


Fig.5

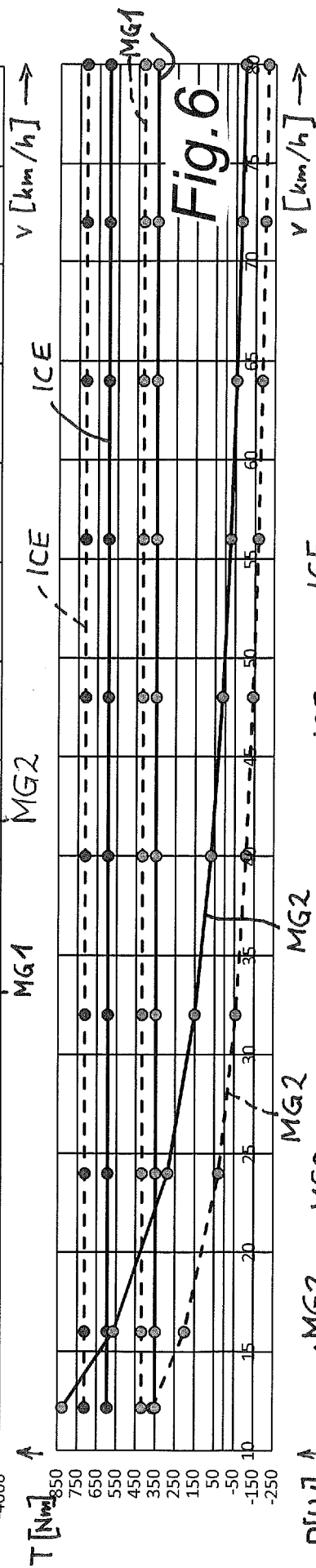
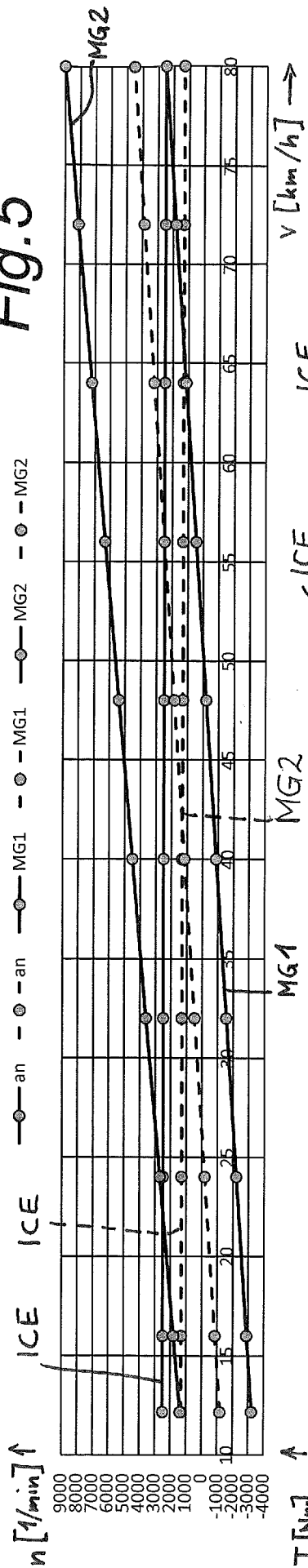


Fig.6

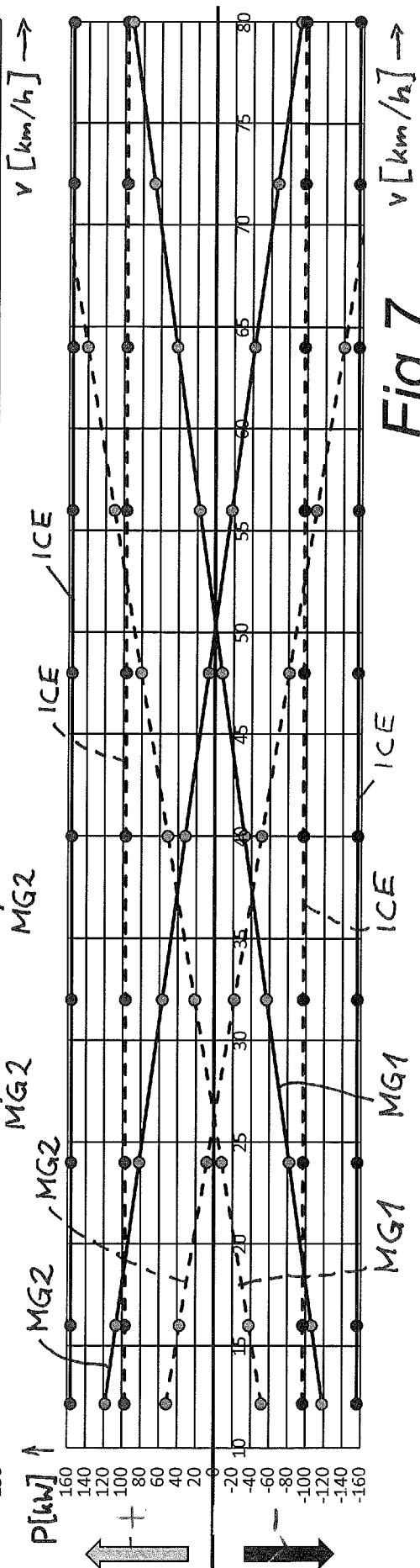


Fig.7

