

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50525/2018 (51) Int. Cl.: **B60K 6/365** (2007.10)
 (22) Anmeldetag: 25.06.2018 **B60K 6/48** (2007.10)
 (43) Veröffentlicht am: 15.09.2019 **F16H 3/72** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen: AT 519486 B1 DE 102006060402 A1 AT 513538 A1 DE 102005015804 A1 DE 19909424 A1	(71) Patentanmelder: AVL List GmbH 8020 Graz (AT) (72) Erfinder: Andrasec Ivan 8020 Graz (AT) Kassler Helmut 8570 Voitsberg (AT) (74) Vertreter: Hartinger Mario Dipl.Ing. 8020 Graz (AT)
--	--

(54) **Drehmomentübertragungsvorrichtung, Antriebssystem und Kraftfahrzeug**

(57) Die Erfindung betrifft eine Drehmomentübertragungsvorrichtung (10), ein Antriebssystem mit einer Drehmomentübertragungsvorrichtung (10) und ein Kraftfahrzeug, wobei die Drehmomentübertragungsvorrichtung (10) eine erste Eingangswelle (EW1), eine zweite Eingangswelle (EW2), einen Ravigneaux-Planetengetriebebesatz (PGS1 und PGS2) mit einem ersten Planetengetriebebesatz (PGS1) und einem zweiten Planetengetriebebesatz (PGS2) mit einem gemeinsamen Planetenträger (PT) und ersten und zweiten Planeten (P1, P2) sowie mit einem ersten Sonnenrad (1), einem ersten Hohlrad (H1), einem zweiten Sonnenrad (S2) und einem zweiten Hohlrad (H2). Ferner weist die Drehmomentübertragungsvorrichtung (10) einen weiteren Getriebebesatz (WG), drei Trennkupplungen (C1, C2, C3), eine erste Bremseinrichtung (B1) und eine Abtriebswelle (AW) auf. Die zweite Eingangswelle (EW2) ist mit dem ersten Hohlrad (H1) drehverbunden oder drehverbindbar. Der weitere Getriebebesatz (WG) weist ein erstes und ein zweites Getriebeelement (WH, WPT) auf, wobei das erste Getriebeelement (WH) mit der ersten Eingangswelle (EW1) drehverbunden ist und das zweite Getriebeelement (WPT) mittels der zweiten Trennkupplung (C2) mit dem ersten Sonnenrad (S1) des Ravigneaux-Planetengetriebebesatzes (PGS1 und PGS2) drehverbindbar ist und/oder mittels der dritten Trennkupplung (C3) mit dem zweiten Sonnenrad (S3) des Ravigneaux-Planetengetriebebesatzes (PGS1 und PGS2).

Die erste Trennkupplung (C1) ist ausgestaltet zur Drehverbindung der ersten Eingangswelle (EW1) mit dem Planetenträger (PT) des Ravigneaux-Planetengetriebebesatzes (PGS1 und PGS2), die erste Bremseinrichtung (B1) ist ausgestaltet zum lösbaren Festlegen des zweiten Sonnenrads (S2) des Ravigneaux-Planetengetriebebesatzes (PGS1 und PGS2). Die Abtriebswelle (AW) ist mit dem zweiten Hohlrad (H2) des Ravigneaux-Planetengetriebebesatzes (PGS1 und PGS2) drehverbunden.

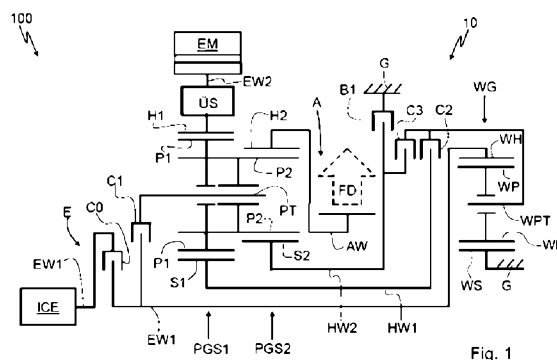


Fig. 1

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Drehmomentübertragungsvorrichtung (10), ein Antriebssystem mit einer Drehmomentübertragungsvorrichtung (10) und ein Kraftfahrzeug, wobei die Drehmomentübertragungsvorrichtung (10) eine erste Eingangswelle (EW1), eine zweite Eingangswelle (EW2), einen Ravigneaux-Planetengeriebesatz (PGS1 und PGS2) mit einem ersten Planetengeriebesatz (PGS1) und einem zweiten Planetengeriebesatz (PGS2) mit einem gemeinsamen Planetenträger (PT) und ersten und zweiten Planeten (P1, P2) sowie mit einem ersten Sonnenrad (S1), einem ersten Hohlrad (H1), einem zweiten Sonnenrad (S2) und einem zweiten Hohlrad (H2). Ferner weist die Drehmomentübertragungsvorrichtung (10) einen weiteren Getriebebesatz (WG), drei Trennkupplungen (C1, C2, C3), eine erste Bremseinrichtung (B1) und eine Abtriebswelle (AW) auf. Die zweite Eingangswelle (EW2) ist mit dem ersten Hohlrad (H1) drehverbunden oder drehverbindbar. Der weitere Getriebebesatz (WG) weist ein erstes und ein zweites Getriebeelement (WH, WPT) auf, wobei das erste Getriebeelement (WH) mit der ersten Eingangswelle (EW1) drehverbunden ist und das zweite Getriebeelement (WPT) mittels der zweiten Trennkupplung (C2) mit dem ersten Sonnenrad (S1) des Ravigneaux-Planetengeriebesatzes (PGS1 und PGS2) drehverbindbar ist und/oder mittels der dritten Trennkupplung (C3) mit dem zweiten Sonnenrad (S2) des Ravigneaux-Planetengeriebesatzes (PGS1 und PGS2). Die erste Trennkupplung (C1) ist ausgestaltet zur Drehverbindung der ersten Eingangswelle (EW1) mit dem Planetenträger (PT) des Ravigneaux-Planetengeriebesatzes (PGS1 und PGS2), die erste Bremseinrichtung (B1) ist ausgestaltet zum lösbaren Festlegen des zweiten Sonnenrades (S2) des Ravigneaux-Planetengeriebesatzes (PGS1 und PGS2). Die Abtriebswelle (AW) ist mit dem zweiten Hohlrad (H2) des Ravigneaux-Planetengeriebesatzes (PGS1 und PGS2) drehverbunden.

(Fig. 1)

**Drehmomentübertragungsvorrichtung, Antriebssystem und
Kraftfahrzeug**

5

10

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Drehmomentübertragungsvorrichtung, vorzugsweise für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für ein Hybridfahrzeug, wobei die Drehmomentübertragungsvorrichtung eine erste Eingangswelle, eine zweite Eingangswelle, einen ersten Planetengetriebe-
satz, einen zweiten Planetengetriebe-
satz, einen weiteren Getriebe-
satz, eine erste Trennkupplung, eine zweite Trennkupplung, eine dritte Trennkupplung, eine erste Bremseinrichtung und eine Abtriebswelle aufweist.

15

20

Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Antriebssystem mit einem ersten Antriebsmotor, insbesondere einer Verbrennungskraftmaschine, wenigstens einem zweiten Antriebsmotor, insbesondere einer wenigstens als Motor betreibbaren elektrischen Maschine, und einer Drehmomentübertragungsvorrichtung mit einer ersten Eingangswelle und einer zweiten Eingangswelle, wobei der erste Antriebsmotor mit der ersten Eingangswelle drehverbunden oder drehverbindbar ist und der zweite Antriebsmotor mit der zweiten Eingangswelle drehverbunden oder drehverbindbar ist.

25

30

Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein Hybridfahrzeug, mit einem Antriebssystem mit einer Drehmomentübertragungsvorrichtung.

Drehmomentübertragungsvorrichtungen mit einer Eingangswelle und einer Abtriebswelle sowie zwei Planetengetriebe-
sätzen und einem weiteren Getriebe-
satz und mehreren Schaltelementen in Form von Trennkupplungen und/oder Bremseinrichtungen sind aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt, beispielsweise aus der
WO 2014/063980 A1.

Die vorgenannte WO 2014/063980 A1 betrifft gattungsgemäße Drehmomentübertragungsvorrichtungen für ein Antriebssystem mit einem Primärantrieb und einer Primärtriebsschwelle, insbesondere für Kraftfahrzeuge. Dabei weisen die in diesem Dokument offenbarten Drehmomentübertragungsvorrichtungen jeweils zwei Planetengetriebebesätze auf, welche jeweils einen Ravigneaux-Planetengetriebebesatz bilden, dem jeweils ein weiteres Getriebe in Form eines einfachen Planetengetriebebesatzes vorgeschaltet ist. Drehmomentübertragungsvorrichtungen mit einem Ravigneaux-Planetengetriebebesatz und einem vorgeschalteten, weiteren Planetengetriebebesatz werden auch als sogenannte Lepelletier-Getriebe bezeichnet und sind grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt.

Mithilfe von Schaltelementen in Form von Trennkupplungen und/oder Bremseinrichtungen lassen sich jeweils verschiedene Gangstufen schalten. Weist die Drehmomentübertragungsvorrichtung zusätzlich zu einer ersten, mit einem Primärantrieb drehverbindbaren Eingangswelle eine zweite, mit einem Sekundärtrieb drehverbindbare Eingangswelle auf, kann, insbesondere zusätzlich zum Primärtrieb, jeweils noch ein Sekundärtrieb mit der Drehmomentübertragungsvorrichtung gekoppelt werden. Dadurch können, insbesondere neben reinen, über den Primärtrieb antreibbaren Gangstufen, weitere, zusätzliche Gangstufen realisiert werden, in denen, je nach Ausgestaltung der Drehmomentübertragungsvorrichtung, beispielsweise ein reiner Antrieb mittels des Sekundärtriebs möglich ist und/oder ein mittels des Sekundärtriebs überlagerter Antrieb, d.h. ein sog. „Boost“-Betrieb, und/oder ein sog. E-CVT-Betrieb (Electric-Continuously Variable Transmission), in welchem Drehmoment und Drehzahl stufenlos variabel eingestellt werden können.

Je nach Anordnung und Wirkverbindung der einzelnen Schaltelemente zueinander sowie je nach Wirkverbindung mit den einzelnen Getriebeelementen ergeben sich unterschiedliche Eigenschaften der Drehmomentübertragungsvorrichtung.

Neben einer unterschiedlichen Anzahl an zur Verfügung stehenden Gangstufen und möglichen Übersetzungen ergeben sich ferner je nach Anordnung und Wirkverbindung der einzelnen Schaltelemente Ausgestaltungen mit unterschiedlichem Bauraumbedarf sowie für unterschiedliche Einbaulagen.

Hinsichtlich der Einbaulage wird grundsätzlich zwischen einer Queranordnung und einer Längsanordnung unterschieden, wobei bei einer Queranordnung die Abtriebswelle eines Antriebsmotors, beispielsweise einer Verbrennungskraftmaschine, quer zu einer Fahrtrichtung und/oder einer Längsachse des Kraftfahrzeugs verläuft, während sich bei einer Längsanordnung die Abtriebswelle des Antriebsmotors in Fahrtrichtung und/oder entlang der Längsachse des Kraftfahrzeugs erstreckt. Das heißt, eine für eine Queranordnung ausgebildete Drehmomentübertragungsvorrichtung ist dazu ausgebildet, mit einer sich quer zur Fahrtrichtung und/oder quer zur Längsachse des Kraftfahrzeugs erstreckenden Abtriebswelle eines Antriebsmotors verbunden zu werden, während eine für eine Längsanordnung ausgebildete Drehmomentübertragungsvorrichtung dazu ausgebildet ist, mit einer sich in Fahrtrichtung und/oder entlang der Längsachse des Kraftfahrzeugs erstreckenden Abtriebswelle eines Antriebsmotors verbunden zu werden.

Ist die Einbaulage für eine Drehmomentübertragungsvorrichtung vorgegeben, ergeben sich daraus sowie aus dem jeweils zur Verfügung stehenden Bauraum Einschränkungen hinsichtlich der möglichen räumlichen Ausgestaltung der Drehmomentübertragungsvorrichtung, welche mit den übrigen Anforderungen, wie beispielsweise Anzahl und Übersetzung der einzelnen Gangstufen, in Einklang gebracht werden müssen.

Vor diesem Hintergrund ist es daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine alternative, insbesondere eine verbesserte Drehmomentübertragungsvorrichtung bereitzustellen, vorzugsweise eine Drehmomentübertragungsvorrichtung mit einer für eine Längsanordnung und/oder für eine Queranordnung in einem Kraftfahrzeug vorteilhaften Grundstruktur, insbesondere eine sowohl für eine Längsanordnung als auch für eine Queranordnung in einem Kraftfahrzeug vorteilhafte Drehmomentübertragungsvorrichtung. Des Weiteren ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein entsprechendes Antriebssystem und ein entsprechendes Kraftfahrzeug bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Lehre der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche und werden im Folgenden näher erläutert. Dabei wird der Wortlaut der Ansprüche durch ausdrückliche Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

5 Eine erfindungsgemäße Drehmomentübertragungsvorrichtung weist eine erste Eingangswelle, eine zweite Eingangswelle, einen ersten Planetengetriebebesatz, einen zweiten Planetengetriebebesatz, einen weiteren Getriebebesatz, eine erste Trennkupplung, eine zweite Trennkupplung, eine dritte Trennkupplung, eine erste Bremseinrichtung und eine Abtriebswelle auf.

Der erste Planetengetriebebesatz einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung weist dabei als erste Getriebeelemente ein erstes Sonnenrad, ein erstes Hohlrad, wenigstens ein erstes Planetenrad, das mit dem ersten Sonnenrad und dem ersten Hohlrad kämmt, und einen Planetenträger zum drehbeweglichen Abstützen des wenigstens einen, ersten Planetenrades auf, wobei das erste Hohlrad des ersten Planetengetriebebesatzes mit der zweiten Eingangswelle drehverbunden oder drehverbindbar ist, insbesondere mit einer definierten Übersetzungsstufe dazwischen.

10 Der zweite Planetengetriebebesatz einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung weist als zweite Getriebeelemente wenigstens ein zweites Sonnenrad, wenigstens ein zweites Planetenrad und ein zweites Hohlrad auf, wobei das wenigstens eine, zweite Planetenrad mit dem zweiten Sonnenrad, mit dem zweiten Hohlrad und mit einem der ersten Planetenräder kämmt und drehbeweglich am Planetenträger abgestützt ist.

15 Der erste Planetengetriebebesatz und der zweite Planetengetriebebesatz bilden dabei einen Ravigneaux-Planetengetriebebesatz, wobei das wenigstens eine, zweite Planetenrad des zweiten Planetengetriebebesatzes dabei vorzugsweise das in axialer Richtung längere Planetenrad ist gegenüber dem wenigstens einen, ersten Planetenrad des ersten Planetengetriebebesatzes.

20 Der weitere Getriebebesatz einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung weist ein erstes Getriebeelement und wenigstens ein zweites Getriebeelement auf, wobei das erste Getriebeelement des weiteren Getriebebesatzes mit der ersten Eingangswelle drehverbunden oder drehverbindbar ist.

25 Die erste Trennkupplung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung ist zur Drehverbindung der ersten Eingangswelle mit dem Planetenträger ausgestaltet.

Die zweite Trennkupplung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung ist zur Drehverbindung des zweiten Getriebeelementes des weiteren Getriebebesatzes mit dem ersten Sonnenrad des ersten Planetengetriebebesatzes ausgestaltet.

- 5 Die erste Bremseinrichtung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung ist zum lösbaren Festlegen des zweiten Sonnenrades des zweiten Planetengetriebebesatzes ausgestaltet.

- 10 Die erste Eingangswelle einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung ist vorzugsweise mit einem ersten Antriebsmotor drehverbindbar, insbesondere mit einer Verbrennungskraftmaschine.

- 15 Die zweite Eingangswelle einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung ist vorzugsweise mit einem zweiten Antriebsmotor drehverbindbar, insbesondere mit einer wenigstens als Motor betreibbaren elektrischen Maschine, insbesondere mit einer elektrischen Maschine, welche vorzugsweise zusätzlich auch als Generator betreibbar ist. Dadurch kann der Einsatzbereich einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung nennenswert vergrößert werden.

- 20 Insbesondere wird auf diese Art und Weise ein Betrieb einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung bzw. eines Antriebssystems mit einem ersten Antriebsmotor und einem zweiten Antriebsmotor möglich, in welchem sowohl ein reiner Antrieb mittels des ersten Antriebsmotors und/oder ein reiner Antrieb mittels des zweiten Antriebsmotors als auch ein vom zweiten Antriebsmotor überlagerte Antrieb des ersten Antriebsmotors möglich ist.

- 30 Insbesondere ist mit einer vorbeschriebenen, erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung, insbesondere, wenn der erste Antriebsmotor eine Verbrennungskraftmaschine ist und der zweite Antriebsmotor eine wenigstens als Motor betreibbare, elektrische Maschine, ein sogenannter Boost-Betrieb möglich, in welchem mithilfe des zweiten Antriebsmotors der vom ersten Antriebsmotor erzeugten Antriebsleistung bei entsprechender Drehzahlsynchronität ein zusätzliches Drehmoment überlagert werden kann.

Ferner ist in wenigstens einer Gangstufe in diesem Fall ein sogenannter E-CVT-Betrieb möglich (Electric-Continuously Variable Transmission-Betrieb), in welchem Drehmoment und Drehzahl in einem definierten Betriebsbereich stufenlos einstellbar sind.

5

Ist der zweite Antriebsmotor auch als Generator betreibbar, insbesondere eine als Motor und als Generator betreibbare elektrische Maschine, kann der zweite Antriebsmotor in bestimmten Situationen auch zur Rekuperation genutzt werden zur Erzeugung elektrischer Energie, welche vorzugsweise in einem elektrischen Energiespeicher, insbesondere einer Batterie oder dergleichen, zwischengespeichert werden kann und/oder zur Versorgung eines elektrischen Verbrauchers direkt an diesen übertragen werden kann.

10

Ist die zweite Eingangswelle dabei mit einer definierten Übersetzungsstufe mit dem ersten Hohlrad verbunden, kann in einigen Fällen ein besonders effizienter Betrieb eines Antriebssystems mit einer als Motor betreibbaren elektrischen Maschine als zweitem Antriebsmotor erreicht werden, denn mithilfe der Übersetzungsstufe kann bei entsprechend geeigneter gewählter Übersetzung ein Betrieb des zweiten Antriebsmotors in seinem optimalen Betriebsbereich, insbesondere im Bereich seines bestmöglichen Wirkungsgrades, ermöglicht werden.

15
20

In einer Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung kann die Übersetzungsstufe wenigstens eine Stirnradstufe aufweisen oder als Stirnradstufe ausgebildet sein und insbesondere durch wenigstens ein drehfest mit dem ersten Hohlrad verbundenes Zahnrad gebildet sein, insbesondere durch ein Stirnrad.

25

In diesem Fall ist bevorzugt wenigstens ein Stirnrad wenigstens einer Stirnradstufe einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung und/oder eines erfindungsgemäßen Antriebssystems als geradverzahntes Stirnrad ausgebildet. In einigen Fällen kann es allerdings vorteilhafter sein, wenn wenigstens ein Stirnrad als schrägverzahntes Stirnrad ausgebildet ist.

30

In einer anderen, alternativen Ausgestaltung kann die Übersetzungsstufe wenigstens einen Planetengetriebebesatz aufweisen oder als Planetengetriebebesatz ausgebildet sein, wobei insbesondere ein Hohlrad dieses Planetengetriebebesatzes drehfest mit dem ersten Hohlrad verbunden ist und die zweite Eingangswelle mit einem Sonnenrad dieses Planetengetriebebesatzes.

Des Weiteren ist in wenigstens einer Gangstufe in diesem Fall ein sog. Lade-Betrieb möglich, bei welchem im Stillstand des Fahrzeugs elektrische Energie erzeugt werden kann. Hierfür kann es notwendig sein, dass als weiteres Schaltelement eine Sperreinrichtung, insbesondere eine Parksperre oder dergleichen, der antreibbaren Achse vorgesehen ist, um eine Übertragung eines Drehmoments auf die Räder zu verhindern.

Die Abtriebswelle einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung ist mit dem zweiten Hohlrad des zweiten Planetengetriebebesatzes drehverbunden oder drehverbindbar. Die Abtriebswelle einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung ist darüber hinaus insbesondere mit einer antreibbaren Achse eines Fahrzeugs drehverbindbar oder drehverbunden.

Eine gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildete Drehmomentübertragungsvorrichtung weist außerdem eine dritte Trennkupplung auf, die zur Drehverbindung des zweiten Getriebeelements des weiteren Getriebebesatzes mit dem zweiten Sonnenrad des zweiten Planetengetriebebesatzes ausgestaltet ist.

Somit kann bei einer Drehmomentübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung das zweite Getriebeelement des weiteren Getriebebesatzes über die zweite Trennkupplung mit dem ersten Sonnenrad des ersten Planetengetriebebesatzes drehverbunden werden oder von diesem getrennt werden und/oder über die dritte Trennkupplung mit dem dritten Sonnenrad des zweiten Planetengetriebebesatzes.

Die zusätzliche dritte Trennkupplung ermöglicht mit nur einem zusätzlichen Schaltelement eine deutliche Erhöhung der verfügbaren Gangstufen. Durch die erfindungsgemäße Integration in die Drehmomentübertragungsvorrichtung und der Ausgestaltung der dritten

Trennkupplung zur Drehverbindung des zweiten Getriebeelements des weiteren Getriebebesatzes mit dem zweiten Sonnenrad des zweiten Planetengetriebebesatzes lassen sich besonders vorteilhafte, zusätzliche Gangstufen erzielen, insbesondere für ein Hybrid-Antriebssystem mit einer Verbrennungskraftmaschine als erstem Antriebsmotor und einer wenigstens als Motor betreibbaren elektrischen Maschine als zweitem Antriebsmotor, insbesondere, wenn der erste Antriebsmotor mittels einer schaltbaren Trennkupplung bei Bedarf von der ersten Eingangswelle trennbar ist.

Insbesondere können durch die erfindungsgemäße Integration einer dritten Trennkupplung insgesamt bis zu fünf zusätzliche Gangstufen bereitgestellt werden – gilt für ein Hybrid-Antriebssystem mit einer Verbrennungskraftmaschine als erstem Antriebsmotor und einer wenigstens als Motor betreibbaren elektrischen Maschine als zweitem Antriebsmotor, wenn der erste Antriebsmotor mittels einer schaltbaren Trennkupplung bei Bedarf von der ersten Eingangswelle trennbar ist – gegenüber einer vergleichbaren Drehmomentübertragungsvorrichtung ohne dritte Trennkupplung: zwei zusätzliche rein mechanische Gangstufen (Gang 2 und 5 von dann insgesamt fünf mechanischen Gangstufen), zwei rein elektrische Gangstufen sowie eine R-E-CVT-Gangstufe, d.h. eine Gangstufe, in welcher das Rückwärtsfahren im E-CVT-Modus möglich ist.

Mit der zusätzlichen, erfindungsgemäßen dritten Trennkupplung kann somit zum einen eine Spreizung der mechanischen Gangstufen vergrößert werden (von 1->4 auf 1->5). Ferner kann eine feinere Abstufung zwischen den einzelnen Gängen erreicht werden (durch den zusätzlichen Gang 2).

Des Weiteren können zwei zusätzliche Gangstufen für einen rein elektrischen Antrieb bereitgestellt werden – sofern eine Verbrennungskraftmaschine als erster Antriebsmotor von der ersten Eingangswelle entkoppelbar ist und der zweite Antriebsmotor eine wenigstens als Motor betreibbare elektrische Maschine ist. Hierdurch kann ein Antriebsmotor in Form einer elektrischen Maschine häufiger näher an seinem optimalen Betriebspunkt betrieben werden, insbesondere häufiger mit einem besseren Wirkungsgrad, da nun insgesamt drei Gangstufen für das rein elektrische Fahren zur Auswahl stehen.

Außerdem ermöglicht der sich durch die dritte Trennkupplung nun vorhandene R-E-CVT-Gang die stufenlose variable Einstellung von Drehmoment und Drehzahl beim Rückwärtsfahren.

5 Über die mit dem ersten Hohlrad des ersten Planetengetriebesatzes wenigstens drehverbindbare, insbesondere mit dem ersten Hohlrad drehverbundene, zweite Eingangswelle kann eine Antriebsleistung eines zweiten Antriebsmotors über das erste Hohlrad in Bezug auf die erste Eingangswelle in radialer Richtung von weit außen, beispielsweise im Vergleich zur Einleitung einer Antriebsleistung von einer zweiten Antriebsmaschine über eines
10 der Sonnenräder des ersten Planetengetriebesatzes oder des zweiten Planetengetriebesatzes, in die Drehmomentübertragungsvorrichtung, insbesondere in den Ravigneaux-Getriebesatz, eingeleitet werden. Hierdurch müssen keine eine Antriebsleistung des zweiten Antriebsmotors übertragende, weit bis ins Innere der Drehmomentübertragungsvorrichtung reichende Bauteile eingeführt werden, wodurch die Drehmomentübertragungsvorrichtung im Inneren, und damit insgesamt, kompakter ausgestaltet werden kann. Dies wiederum ermöglicht eine vorteilhaftere Ausgestaltung der Drehmomentübertragungsvorrichtung, insbesondere eine vorteilhaftere Anordnung der einzelnen Getriebeelemente der Drehmomentübertragungsvorrichtung zueinander, insbesondere für einen Quereinbau bzw. eine Queranordnung. Mittels einer zusätzlichen, insbesondere optionalen, Übersetzungsstufe zwischen der zweiten Eingangswelle und dem ersten Hohlrad kann eine einfache Anpassung an einen mit der zweiten Eingangswelle gekoppelten Antriebsmotor realisiert werden, beispielsweise an eine Elektromaschine, wodurch diese insbesondere näher an ihrem wirkungsgradoptimalen Betriebspunkt oder sogar in ihrem wirkungsgradoptimalen Betriebspunkt betrieben werden kann, zumindest zeitweise.

25

Darüber hinaus hat eine erfindungsgemäße Drehmomentübertragungsvorrichtung, welche die Einleitung einer Antriebsleistung eines zweiten Antriebsmotors über das erste Hohlrad des ersten Planetengetriebesatzes ermöglicht, den Vorteil, dass sich mit wenig Aufwand, insbesondere nur mit kleinen Anpassungen gegenüber einer Ausgestaltung für
30 eine Queranordnung, insbesondere mit gleicher Kinematik, d.h. gleicher Auslegung der einzelnen Gangstufen und deren Übersetzungen, eine vorteilhafte Ausgestaltung für eine Längsanordnung, d.h. einen Längseinbau, realisieren lässt. Insbesondere lässt sich auf

diese Art und Weise mit nur kleinen Anpassungen eine in vielen Fällen besonders vorteilhafte Anordnung des zweiten Antriebsmotors koaxial zur ersten Eingangswelle und/oder zur Abtriebswelle realisieren.

5 Unter einer Eingangswelle ist im Sinne der Erfindung eine drehbeweglich gelagerte Komponente zu verstehen, welche zur Aufnahme eines Drehmoments von einem Antriebsmotor und zur Übertragung des Drehmoments an eine weitere Komponente der Drehmomentübertragungsvorrichtung geeignet ist. Insbesondere handelt es sich bei einer erfindungsgemäßen Eingangswelle um die Eingangswelle eines Getriebes. Vorzugsweise ist die Eingangswelle durch ein Getriebegehäuse der Drehmomentübertragungsvorrichtung drehbar
10 abgestützt bzw. im Getriebegehäuse gelagert und insbesondere zur Drehverbindung mit einem Antriebsmotor ausgebildet.

Bevorzugt ist bei einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung wenigstens eine Eingangswelle als Welle ausgebildet und in einem, die Drehmomentübertragungsvorrichtung zumindest teilweise umgebenden Getriebegehäuse zumindest teilweise
15 abgestützt und/oder im Getriebegehäuse gelagert und/oder insbesondere aus dem Getriebegehäuse zumindest teilweise herausgeführt.

20 Eine Abtriebswelle im Sinne der Erfindung ist eine Welle oder ein Getriebeelement, über welches eine mechanische Leistung, insbesondere eine Abtriebsleistung abgeführt werden kann.

Vorzugsweise ist bei einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung die Abtriebswelle als Welle ausgebildet und durch das Getriebegehäuse zumindest teilweise
25 abgestützt und/oder im Getriebegehäuse gelagert und/oder insbesondere zumindest teilweise aus dem Getriebegehäuse herausgeführt und insbesondere zur Drehverbindung mit einer antreibbaren Achse oder dergleichen ausgebildet.

30 Unter einem Planetengetriebe im Sinne der Erfindung ist ein Getriebe zu verstehen, welches der Wandlung eines Eingangs Drehmoments in ein Ausgangsdrehmoment dient und dazu ein oder mehrere Getriebeelemente aufweist, wobei ein Planetengetriebe im

Sinne der Erfindung vorzugsweise wenigstens zwei Getriebeelemente aufweist, insbesondere wenigstens ein an einem Planetenträger drehbeweglich abgestütztes Planetenrad sowie ein Sonnenrad und/oder ein Hohlrad, wobei das wenigstens eine Planetenrad jeweils mit dem Sonnenrad und/oder dem Hohlrad kämmt. Grundsätzlich kann jeweils jedes
5 Getriebeelement mit dem Eingangsdrehmoment beaufschlagt werden und das Ausgangsdrehmoment kann an jedem der weiteren Getriebeelemente abgegriffen werden, welches nicht mit dem Eingangsdrehmoment beaufschlagt ist.

Eine Trennkupplung im Sinne der Erfindung ist eine Drehmomentübertragungsvorrichtung, welche in mindestens zwei Schaltzuständen betrieben werden kann, vorzugsweise
10 in einem geschlossenen Schaltzustand, in welchem ein Drehmoment über die Trennkupplung übertragen werden kann, und in einem geöffneten Zustand, in welchem ein Leistungsfluss zwischen zwei jeweils mit der Trennkupplung, insbesondere mechanisch verbundenen Komponenten getrennt ist und somit kein Drehmoment über die Trennkupplung übertragen werden kann. Dazu weist eine Trennkupplung vorzugsweise wenigstens zwei
15 Kupplungsteile auf, wobei die beiden Kupplungsteile in einem Schließzustand der Trennkupplung miteinander drehverbunden sind, vorzugsweise mechanisch, insbesondere reibschlüssig oder formschlüssig, und in einem geöffneten Zustand unabhängig voneinander, insbesondere drehbeweglich gegeneinander sind.

20 Wenigstens eine Trennkupplung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung ist vorzugsweise als Reibkupplung ausgebildet, insbesondere als Lamellenkupplung, insbesondere sämtliche Trennkupplungen.

25 Eine Bremseinrichtung im Sinne der Erfindung dient zum lösbaren Festlegen wenigstens einer mit der Bremseinrichtung drehfest verbundenen Komponente, insbesondere zum lösbaren Festlegen wenigstens eines Getriebeelements, insbesondere zum lösbaren Festlegen des jeweils zugehörigen Getriebeelementes an einem die Drehmomentübertragungsvorrichtung umgebenden Getriebegehäuse. Bei aktivierter Bremseinrichtung, d.h.
30 bei geschlossener Bremseinrichtung, ist das festgelegte Getriebeelement nicht bewegbar, kann somit vorzugsweise nicht rotieren, und ist somit insbesondere in seiner Drehbewegung blockiert. Bei geöffneter Bremseinrichtung hingegen ist das Getriebeelement vorzugsweise in wenigstens einem seiner vorgesehenen Freiheitsgrade bewegbar.

Wenigstens eine Bremseinrichtung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungs-
vorrichtung ist vorzugsweise als Reibbremse ausgebildet, insbesondere als Lamellen-
bremse. Wenigstens eine Bremseinrichtung kann auch als Klauenkupplung oder schalt-
5 barer Freilauf ausgebildet sein.

Im Sinne der Erfindung wird unter drehverbunden bzw. drehfest verbunden eine drehfeste
Verbindung zweier Elemente bzw. Komponenten verstanden, d.h. eine Verbindung, über
die ein Drehmoment übertragen werden kann.

10

Unter einer drehverbindbaren Verbindung wird im Sinne der Erfindung hingegen eine Ver-
bindung zweier Komponenten verstanden, die sowohl drehfest sein kann als auch lösbar,
beispielsweise eine Verbindung mittels einer Trennkupplung, wobei bei geschlossener
Trennkupplung eine drehfeste Verbindung vorliegt und bei geöffneter Trennkupplung eine
15 gelöste Drehverbindung. Das heißt bei geöffneter Trennkupplung sind die mittels der
Trennkupplung verbundenen Komponenten drehbeweglich gegeneinander, können je-
doch durch Schließen der Trennkupplung miteinander drehverbunden werden und sind
daher miteinander drehverbindbar.

In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist die Drehmomentübertragungsvor-
richtung ein weiteres Schaltelement auf, insbesondere eine weitere Kupplungseinrichtung,
insbesondere eine weitere Trennkupplung, wobei das weitere Schaltelement ausgestaltet
ist zum Herstellen und Lösen einer Drehverbindung in einer ersten Leistungsübertra-
gungsrichtung entlang der ersten Eingangswelle.

Dabei ist das weitere Schaltelement insbesondere zum Herstellen und Lösen einer Dreh-
verbindung wenigstens in einer ersten Leistungsübertragungsrichtung ausgestaltet, insbe-
sondere zum Herstellen und Lösen einer Drehverbindung wenigstens in einer ersten Lei-
stungsübertragungsrichtung und in einer zweiten, der ersten Übertragungsrichtung entge-
gegengesetzten Leistungsübertragungsrichtung entlang der ersten Eingangswelle.

Dies ermöglicht das Herstellen oder Lösen einer Drehverbindung entlang der ersten Eingangswelle, um eine Drehmomentübertragung entlang der ersten Eingangswelle zu unterbrechen oder zu ermöglichen. Auf diese Art und Weise kann insbesondere eine Drehmomentübertragung von oder zu einem mit der ersten Eingangswelle drehverbundenen Antriebsmotor gezielt hergestellt, in wenigstens eine Richtung unterbrochen oder vollständig, d.h. in zwei Richtungen, unterbrochen werden. D.h. der erste Antriebsmotor kann entkoppelt werden. Hierdurch kann beispielsweise eine Drehmomentübertragung von einem als Verbrennungskraftmaschine ausgebildeten ersten Antriebsmotor entlang der ersten Eingangswelle unterbrochen und ein rein elektrisches Fahren ermöglicht werden, wenn der zweite Antriebsmotor eine wenigstens als Motor betreibbare elektrische Maschine ist.

Das weitere Schaltelement kann auch nur zum Herstellen und Lösen einer Drehverbindung in einer ersten Leistungsübertragungsrichtung entlang der ersten Eingangswelle ausgestaltet sein, während in einer zweiten Leistungsübertragungsrichtung eine Drehverbindung dauerhaft entlang der ersten Eingangswelle – insbesondere dauerhaft zumindest in Bezug auf das weitere Schaltelement bzw. dauerhaft durch das weitere Schaltelement – hergestellt ist.

Dabei ist das weitere Schaltelement besonders bevorzugt eine Trennkupplung, eine Anfahrkupplung oder ein Freilauf (Öffnet nur in eine Richtung), insbesondere ein schaltbarer Freilauf (öffnet wahlweise in die eine oder andere Richtung und ermöglicht insbesondere eine Neutralstellung), wobei das Schaltelement insbesondere dazu ausgestaltet ist, in einem ersten Zustand eine Drehmomentübertragung wenigstens in eine Leistungsübertragungsrichtung zu unterbrechen und in einem zweiten Zustand eine Drehmomentübertragung in dieser ersten Leistungsübertragungsrichtung zu ermöglichen entlang der ersten Eingangswelle, insbesondere zwischen einem ersten Eingangswellenteil und einem zweiten Eingangswellenteil.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung weist der weitere Getriebesatz einen Planetengetriebesatz auf oder ist ein Planetengetriebesatz, vorzugsweise mit einem weiteren Sonnenrad, wenigstens einem weiteren Planetenrad, das drehbeweglich an einem weiteren Planetenträger abgestützt ist, und insbesondere einem weiteren Hohlrad, wobei das wenigstens eine, weitere

Planetenrad des Planetengetriebesatzes des weiteren Getriebesatzes vorzugsweise mit dem weiteren Sonnenrad und/oder dem weiteren Hohlrad des Planetengetriebesatzes des weiteren Getriebesatzes kämmt.

5 Vorzugsweise ist bei einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung, insbesondere wenn der weitere Getriebesatz ein Planetengetriebesatz ist oder aufweist, der weitere Getriebesatz dem Ravigneaux-Planetengetriebesatz in Leistungsflussrichtung, ausgehend von der ersten Eingangswelle, vorgeschaltet und bildet mit dem Ravigneaux-Planetengetriebesatz zusammen insbesondere ein spezielles Lepelletier-Getriebe.

10 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung bildet das weitere Hohlrad des Planetengetriebesatzes des weiteren Getriebesatzes das erste Getriebeelement des weiteren Getriebesatzes und der weitere Planetenträger des Planetengetriebesatzes des weiteren Getriebesatzes vorzugsweise
15 das zweite Getriebeelement des weiteren Getriebesatzes, wobei insbesondere das weitere Sonnenrad des Planetengetriebesatzes des weiteren Getriebesatzes festgelegt ist.

Insbesondere ist das weitere Sonnenrad des Planetengetriebesatzes des weiteren Getriebesatzes an einem die Drehmomentübertragungsvorrichtung zumindest teilweise umgebenden Getriebegehäuse festgelegt, d.h. nicht drehbar gelagert. Vorzugsweise ist das
20 weitere Sonnenrad des Planetengetriebesatzes des weiteren Getriebesatzes über eine weitere Welle, insbesondere mit dem weiteren Sonnenrad drehverbundene Welle, am Getriebegehäuse festgelegt, wobei die weitere Welle eine als Vollwelle ausgebildete Sonnenwelle oder eine weitere Hohlwelle sein kann, je nach Anwendungsfall.

25 Unter einer Sonnenwelle wird im Sinne der Erfindung eine mit einem Sonnenrad eines Planetengetriebesatzes, insbesondere massiv ausgebildete, drehverbundene Welle verstanden.

30 D.h. in einigen Anwendungsfällen ist es vorteilhafter, wenn das weitere Sonnenrad des weiteren Getriebesatzes insbesondere über eine Hohlwelle festgelegt ist und in anderen, wenn es insbesondere über eine als Sonnenwelle bezeichnete Vollwelle, d.h. eine massive Welle, festgelegt ist.

Ist das zweite Getriebeelement des weiteren Getriebesatzes, insbesondere das weitere Sonnenrad, über eine weitere Welle am Getriebegehäuse festgelegt, ist die weitere Welle insbesondere eine Hohlwelle. Bevorzugt ist insbesondere die erste Eingangswelle zumindest teilweise innerhalb der weiteren Welle geführt.

In einer alternativen Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung weist der weitere Getriebesatz wenigstens eine Stirnradstufe auf oder ist durch eine Stirnradstufe gebildet.

Eine Stirnradstufe hat den Vorteil, dass sie vom Aufbau und ihrer Kinematik her grundsätzlich einfacher ist. Ein Planetengetriebesatz ist jedoch baulich kompakter und daher in den meisten Anwendungsfällen bevorzugt.

In einer weiteren Ausgestaltung einer Drehmomentübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist der zweite Planetengetriebesatz ein in einen ersten Sonnenradteil und einen zweiten Sonnenradteil geteiltes zweites Sonnenrad auf, wobei das wenigstens eine, zweite Planetenrad des zweiten Planetengetriebesatzes insbesondere mit dem ersten Sonnenradteil und dem zweiten Sonnenradteil des zweiten Planetengetriebesatzes kämmt.

Dadurch, dass der zweite Planetengetriebesatz ein geteiltes zweites Sonnenrad aufweist, und somit zwei Sonnenräder, können die einzelnen Elemente der Drehmomentübertragungsvorrichtung auf einfache Art und Weise derart angeordnet werden, dass sich eine für eine Längsanordnung der Drehmomentübertragungsvorrichtung besonders vorteilhafte Ausgestaltung realisieren lässt.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung ergibt sich dabei, wenn der erste Sonnenradteil des zweiten Planetengetriebesatzes mittels der ersten Bremseinrichtung lösbar festgelegt werden kann und der zweite Sonnenradteil des zweiten Planetengetriebesatzes mittels der dritten Trennkupplung mit dem zweiten Getriebeelement des weiteren Getriebesatzes drehverbunden werden kann. Insbesondere kann dadurch die erste Bremseinrichtung

räumlich entfernt und/oder losgelöst von der zweiten und/oder dritten Trennkupplung angeordnet werden und somit eine für eine Längsanordnung besonders vorteilhafte Drehmomentübertragungsvorrichtung bereitgestellt werden.

5 Insbesondere kann eine für eine Längsanordnung vorteilhafte Drehmomentübertragungsvorrichtung bereitgestellt werden, welche mit verhältnismäßig wenigen Komponenten, insbesondere mit wenigen Schaltelementen, die Einstellung verhältnismäßig vieler Übersetzungen ermöglicht, insbesondere mit einem relativ geringen Überschneidungsbereich der einzelnen Übersetzungen und/oder mit besonders vorteilhaften Abstufungen.

10 In einer vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung ist das erste Sonnenrad des ersten Planetengetriebesatzes zwischen dem ersten Sonnenradteil und dem zweiten Sonnenradteil des zweiten Planetengetriebesatzes angeordnet, bezogen auf eine Drehachse wenigstens eines der zweiten Planetenräder in axialer Richtung, d.h. in Längsrichtung der Drehachse eines der zweiten Planetenräder.

15

Vorzugsweise weist das erste Sonnenrad des ersten Planetengetriebesatzes einen kleineren Teilkreisdurchmesser auf als der erste Sonnenradteil des zweiten Planetengetriebesatzes und/oder als der zweite Sonnenradteil des zweiten Planetengetriebesatzes, wobei vorzugsweise das wenigstens eine, erste Planetenrad einen größeren Teilkreisdurch-

20 messer aufweist als das wenigstens eine, zweite Planetenrad.

Vorzugsweise weisen der erste Sonnenradteil und der zweite Sonnenradteil des zweiten Planetengetriebesatzes den gleichen Teilkreisdurchmesser auf, insbesondere die gleiche Verzahnungsgeometrie und/oder das wenigstens eine, zweite Planetenrad eine, sich ins-

25 besondere über seine gesamte Länge erstreckende konstante Verzahnungsgeometrie. Hierdurch lässt sich eine im Verhältnis besonders einfache Ausgestaltung erreichen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung ist der zweite Sonnenradteil des zweiten Planetengetriebesatzes mit

30 einer Hohlwelle drehverbunden, wobei vorzugsweise die erste Eingangswelle zumindest teilweise innerhalb dieser Hohlwelle geführt ist, und wobei insbesondere zum Herstellen

der Drehverbindung zwischen dem zweiten Sonnenradteil des zweiten Planetengetriebesatzes und dem zweiten Getriebeelement des weiteren Getriebesatzes die dritte Trennkupplung mit dieser Hohlwelle drehverbindbar ist.

- 5 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung ist das erste Sonnenrad des ersten Planetengetriebesatzes mit einer Hohlwelle drehverbunden, insbesondere mit einer weiteren Hohlwelle, wobei insbesondere zum Herstellen der Drehverbindung zwischen dem ersten Sonnenrad des ersten Planetengetriebesatzes und dem zweiten Getriebeelement des weiteren Getriebesatzes die
10 zweite Trennkupplung mit dieser, insbesondere weiteren Hohlwelle drehverbindbar ist.

- In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung ist der erste Sonnenradteil des zweiten Planetengetriebesatzes mit einer, insbesondere weiteren, Hohlwelle drehverbunden, wobei insbesondere zum Festlegen des ersten Sonnenradteils mittels der ersten Bremseinrichtung diese, insbesondere
15 weitere, Hohlwelle mittels der ersten Bremseinrichtung festlegbar ist.

- Weist die Drehmomentübertragungsvorrichtung mehrere Hohlwellen auf, sind diese zumindest einige von ihnen, koaxial zueinander angeordnet und insbesondere koaxial zur
20 ersten Eingangswelle, wobei die erste Eingangswelle insbesondere zumindest teilweise innerhalb der innersten dieser Hohlwellen geführt ist.

In einer weiteren Ausgestaltung einer Drehmomentübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist die Drehmomentübertragungsvorrichtung eine zweite Bremseinrichtung auf, die zum lösbaren Festlegen des Planetenträgers ausgestaltet, wobei die zweite Bremseinrichtung eine Lamellenbremse, eine Klauenkupplung oder einen schaltbaren Freilauf umfassen kann oder sein kann.

- 25 Mit einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung lassen sich insbesondere mit nur fünf Schaltelementen, insbesondere mit drei Trennkupplungen und zwei Bremseinrichtungen, auf eine für eine Längsanordnung besonders vorteilhafte Art und

Weise wenigstens sieben mittels eines ersten Antriebsmotors antreibbare Gangstufen realisieren, insbesondere wenigstens sechs Gangstufen für eine Vorwärtsfahrt und wenigstens eine Gangstufe für eine Rückwärtsfahrt.

5 In einer weiteren Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung weist die Drehmomentübertragungsvorrichtung eine vierte Trennkupplung auf, welche vorzugsweise zum Drehverbinden der ersten Eingangswelle mit dem zweiten Sonnenradteil des zweiten Planetengetriebebesatzes ausgestaltet ist, wobei die erste Eingangswelle mittels der vierten Trennkupplung insbesondere über eine Hohlwelle mit dem zweiten
10 Sonnenradteil des zweiten Planetengetriebebesatzes drehverbindbar ist. Durch die zusätzliche, vierte Trennkupplung können auf einfache Art und Weise weitere Gangstufen realisiert werden. Erfolgt die Kopplung der ersten Eingangswelle dabei über eine Hohlwelle mit dem ersten Sonnenrad des ersten Planetengetriebebesatzes, können die zusätzlichen Gangstufen besonders bauraumsparend realisiert werden.

15 Es ist allerdings anzumerken, dass durch die vierte Trennkupplung bei wenigstens einer möglichen Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung wenigstens eine Gangstufe nutzlos werden kann infolge einer entstehenden Drehrichtungsumkehr des zweiten Antriebsmotors, beispielsweise bei einer Ausgestaltung einer
20 erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung mit einem weiteren Schaltelement, vier Trennkupplungen und zwei Bremseinrichtungen die Gangstufe, die sich einstellt, wenn das weitere Schaltelement, die zweite Trennkupplung und die zweite Bremsenrichtung geschlossen werden, während die übrigen Schaltelemente geöffnet sind (vgl. Gangstufe „1A“ aus Fig. 8).

25 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung bildet die erste Eingangswelle eine Eingangsseite der Drehmomentübertragungsvorrichtung und die Abtriebswelle ist coaxial zur ersten Eingangswelle angeordnet, wobei die Abtriebswelle vorzugsweise eine Ausgangsseite der Drehmomentübertragungsvorrichtung bildet. Diese Ausgestaltung ist insbesondere für eine Längsanordnung vorteilhaft.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung ist die Abtriebswelle dabei als Vollwelle ausgebildet.

Unter einer Eingangsseite eines Getriebes, insbesondere unter der Eingangsseite der Drehmomentübertragungsvorrichtung, wird im Sinne der Erfindung ein Bereich und/oder
5 wenigstens eine Komponente des zugehörigen Getriebes und/oder der zugehörigen Drehmomentübertragungsvorrichtung verstanden, über welchen eine Leistung, insbesondere eine Antriebsleistung auf das jeweils zugehörige Getriebe und/oder die Drehmomentübertragungsvorrichtung aufgebracht und/oder in diese eingebracht werden kann.

10 Unter einer Ausgangsseite eines Getriebes und/oder einer Drehmomentübertragungsvorrichtung, insbesondere unter der Ausgangsseite der Drehmomentübertragungsvorrichtung, wird im Sinne der Erfindung jeweils ein Bereich und/oder wenigstens eine Komponente verstanden, über welche eine auf das jeweils zugehörige Getriebe und/oder die Drehmomentübertragungsvorrichtung aufgebrachte Leistung abgeführt werden kann.

15

In einer weiteren Ausgestaltung einer Drehmomentübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist die Drehmomentübertragungsvorrichtung einen ersten Übersetzungsgetriebesatz auf und die zweite Eingangswelle ist über diesen ersten Übersetzungsgetriebesatz mit dem ersten Hohlrad des ersten Planetengetriebesatzes drehverbunden oder drehverbindbar. Dies ermöglicht die Verwendung eines schnell drehenden, leichten und kompakten Elektromotors als zweiten Antriebsmotor.

Ferner ermöglicht dies die Anordnung des zweiten Antriebsmotors auf der Ausgangsseite, wobei außerdem eine einfache Anpassbarkeit der Elektromotor-Leistungs- und Übertragungsmodularität erreicht werden kann.

In einer weiteren Ausgestaltung einer Drehmomentübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist die Drehmomentübertragungsvorrichtung einen zweiten Übersetzungsgetriebesatz auf und die Abtriebswelle ist insbesondere über diesen zweiten Übersetzungsgetriebesatz mit dem zweiten Hohlrad des zweiten Planetengetriebesatzes drehverbunden oder drehverbindbar.

Hierdurch kann ein erforderliches Achsantriebsverhältnis reduziert werden. Ferner ermöglicht dies außerdem die Positionierung des zweiten Antriebsmotors in Form eines Elektromotors in der zuvor erwähnten Weise, d.h. auf der Ausgangsseite.

In einer weiteren Ausgestaltung einer Drehmomentübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist wenigstens ein Übersetzungsgetriebebesatz als Planetengetriebebesatz ausgebildet, insbesondere der erste Übersetzungsgetriebebesatz und der zweite Übersetzungsgetriebebesatz. Hierdurch kann ein kompakter Übersetzungsgetriebebesatz realisiert werden.

5

In einer weiteren Ausgestaltung einer Drehmomentübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung sind beide Übersetzungsgetriebebesätze jeweils als Planetengetriebebesätze ausgebildet und der erste Übersetzungsgetriebebesatz und der zweite Übersetzungsgetriebebesatz bilden insbesondere einen Doppelplanetengetriebebesatz mit einem gemeinsamen Übersetzungs-Planetenträger. Hierdurch kann ein besonders kompakter Übersetzungsgetriebebesatz realisiert werden.

In einer weiteren Ausgestaltung einer Drehmomentübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist der erste Übersetzungsgetriebebesatz als erste Übersetzungs-Getriebeelemente ein erstes Übersetzungs-Sonnenrad, ein erstes Übersetzungs-Hohlrad und wenigstens ein erstes Übersetzungs-Planetenrad auf, wobei das wenigstens eine erste Übersetzungs-Planetenrad mit dem ersten Übersetzungs-Sonnenrad und dem ersten Übersetzungs-Hohlrad kämmt und drehbeweglich am gemeinsamen Übersetzungs-Planetenträger abgestützt ist, und wobei insbesondere der zweite Übersetzungsgetriebebesatz als zweite Übersetzungs-Getriebeelemente ein zweites Übersetzungs-Sonnenrad, ein zweites Übersetzungs-Hohlrad und wenigstens ein zweite Übersetzungs-Planetenrad aufweist, das mit dem zweiten Übersetzungs-Sonnenrad und dem zweiten Übersetzungs-Hohlrad kämmt und drehbeweglich am gemeinsamen Übersetzungs-Planetenträger abgestützt ist, wobei das wenigstens eine zweite Übersetzungs-Planetenrad drehbeweglich gegenüber dem wenigstens einen ersten Übersetzungs-Planetenrad am gemeinsamen Übersetzungs-Planetenträger abgestützt ist, insbesondere unabhängig von dem wenigstens einen ersten Übersetzungs-Planetenrad. Hierdurch kann eine besonders kompakte Übersetzungsstufe mit wenigen Bauteilen realisiert werden.

In einer weiteren Ausgestaltung einer Drehmomentübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist wenigstens einer der Übersetzungsgetriebebesätze, insbesondere der zweite Übersetzungsgetriebebesatz, jeweils in einen ersten Planetenradteil und einen zweiten Planetenradteil geteilte Übersetzungs-Planetenräder auf, wobei der erste Planetenradteil mit dem Übersetzungs-Sonnenrad des zugehörigen Übersetzungsgetriebebesatzes kämmt und der zweite Planetenradteil mit dem Übersetzungs-Hohlrad des zugehörigen Übersetzungsgetriebebesatzes. Dies ermöglicht eine besonders bauraumvorteilhafte Ausgestaltung des Doppelplanetengetriebebesatzes.

In einer weiteren Ausgestaltung einer Drehmomentübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung sind der erste Planetenradteil und der zweite Planetenradteil mittels einer, insbesondere weiteren, Hohlwelle miteinander verbunden, insbesondere drehfest, wobei diese Hohlwelle insbesondere separat von anderen Hohlwellen ausgebildet ist und auch nicht coaxial zu den anderen Hohlwellen angeordnet ist. Dies ermöglicht eine besonders einfache Ausgestaltung des als Doppelplanetengetriebebesatz ausgebildeten Übersetzungsgetriebebesatzes.

In einer weiteren Ausgestaltung einer Drehmomentübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Hohlwelle des als Doppelplanetengetriebebesatz ausgebildeten Übersetzungsgetriebebesatzes, mittels der der erste Planetenradteil und der zweite Planetenradteil miteinander verbunden sind, drehbeweglich um den gemeinsamen Übersetzungs-Planetenträger gelagert, wobei der gemeinsame Übersetzungs-Planetenträger insbesondere eine feststehende Achse ist, insbesondere eine an einem Gehäuse befestigte Achse. Dies ermöglicht eine besonders einfache und bauraumsparende Lagerung der beiden Planetenteile.

In einer weiteren Ausgestaltung einer Drehmomentübertragungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist das wenigstens eine erste Übersetzungs-Planetenrad des ersten Übersetzungsgetriebebesatzes drehbeweglich gegenüber der Hohlwelle des Doppelplanetengetriebebesatzes gelagert, insbesondere außen um die Hohlwelle herum.

Vorzugsweise weist das erste Übersetzungs-Planetenrad des ersten Übersetzungsgetriebe-
besatzes den gleichen Teilkreisdurchmesser auf wie das zweite Übersetzungs-Planeten-
rad des zweiten ersten Übersetzungsgetriebebesatzes, insbesondere die gleiche Verzäh-
nungsgeometrie. Hierdurch lässt sich eine im Verhältnis besonders einfache Ausgestal-
5 tung erreichen.

Alternativ weisen das erste Übersetzungs-Planetenrad und das zweite Übersetzungs-Pla-
netenrad unterschiedliche Teilkreisdurchmesser auf und/oder eine unterschiedliche Ver-
zahnungsgeometrie.

Ein erfindungsgemäße Antriebssystem weist einen ersten Antriebsmotor, insbesondere
eine Verbrennungskraftmaschine, und wenigstens einen zweiten Antriebsmotor, insbe-
sondere eine wenigstens als Motor betreibbare elektrische Maschine, und eine Drehmo-
mentübertragungsvorrichtung mit einer ersten Eingangswelle und einer zweiten Eingangs-
welle auf, wobei der erste Antriebsmotor mit der ersten Eingangswelle drehverbunden o-
der drehverbindbar ist und der zweite Antriebsmotor mit der zweiten Eingangswelle dreh-
verbunden oder drehverbindbar ist.

10 Ein erfindungsgemäßes Antriebssystem ist dadurch gekennzeichnet, dass es eine erfin-
dungsgemäße Drehmomentübertragungsvorrichtung aufweist.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Antriebssystems weist der
zweite Antriebsmotor eine Rotationsachse auf und die Rotationsachse des zweiten An-
triebsmotors ist coaxial zur ersten Eingangswelle und/oder zur Abtriebswelle angeordnet.

15

Die Anordnung der Rotationsachse des zweiten Antriebsmotors coaxial zur ersten Ein-
gangswelle ist dabei in der Regel insbesondere für eine Längsanordnung vorteilhaft, wäh-
rend die Anordnung der Rotationsachse des zweiten Antriebsmotors parallel zur ersten
Eingangswelle oder radial zu dieser insbesondere für eine Queranordnung vorteilhaft sein
20 kann.

In einer Ausführung eines Antriebssystems gemäß der vorliegenden Erfindung kann der
zweite Antriebsmotor insbesondere im Bereich eines von der Eingangsseite abgewandten

Endes der Drehmomentübertragungsvorrichtung angeordnet sein, insbesondere nach o-
der hinter den Getriebesätzen der Drehmomentübertragungsvorrichtung, d.h. nach dem
weiteren Getriebesatz, dem ersten Planetengetriebesatz und nach dem zweiten Planeten-
getriebesatz, wobei die hier vorgenommene Aufzählung der Getriebesätze die Reihen-
5 folge der Anordnung der Getriebesätze nicht einschränken soll. Der zweite Antriebsmotor
ist dabei insbesondere mit seiner Rotationsachse coaxial zur ersten Eingangswelle und/o-
der zur Abtriebswelle und/oder zur weiteren Welle angeordnet, wobei vorzugsweise die
Abtriebswelle und/oder die weitere Welle zumindest teilweise innerhalb des zweiten An-
triebsmotors angeordnet und/oder geführt sind.

10 Eine für eine Längsanordnung besonders vorteilhafte Ausgestaltung ergibt sich dabei,
wenn der zweite Antriebsmotor dabei außerdem coaxial zu Abtriebswelle angeordnet ist,
insbesondere um diese außen herum, insbesondere auf der von der Eingangsseite abge-
wandten Seite der Drehmomentübertragungsvorrichtung.

15 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Antriebssystems,
insbesondere in einer für eine Queranordnung vorteilhaften Ausgestaltung, ist der zweite
Antriebsmotor derart angeordnet, dass er wenigstens eine Radialebene des ersten Hohl-
rads des ersten Planetengetriebesatzes schneidet, d.h. eine senkrecht auf der Rotations-
achse des ersten Hohlrads stehende Ebene im Bereich der axialen Ausdehnung des ers-
ten Hohlrads, wobei der zweite Antriebsmotor dazu insbesondere radial außerhalb von
dem ersten Planetengetriebesatz angeordnet ist, bezogen auf eine Drehachse des ers-
ten Hohlrades des ersten Planetengetriebesatzes, insbesondere mit seiner Rotations-
achse achsparallel zur ersten Eingangswelle.

Denkbar ist auch, den zweiten Antriebsmotor mit auf Höhe des ersten Planetengetriebes-
atzes, insbesondere im Bereich des ersten Hohlrades mit seiner Rotationsachse coaxial
zur ersten Eingangswelle anzuordnen, d.h. außen um das erste Hohlrad herum. Dies er-
scheint aus Platzgründen jedoch weniger vorteilhaft als eine achsparallele Anordnung im
Bereich des ersten Hohlrades.

In einer alternativen Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Antriebssystems ist der zweite Antriebsmotor seitlich, insbesondere radial außerhalb von dem weiteren Getriebe-
satz angeordnet, insbesondere derart, dass er wenigstens eine Radialebene eines Getrie-
beelements des weiteren Getriebesatzes schneidet.

5 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Antriebssystems
weist ein erfindungsgemäßes Antriebssystem zusätzlich eine Schwingungsdämpfungsein-
richtung auf, insbesondere eine zur Reduzierung von Drehschwingungen ausgebildete
Schwingungsdämpfungseinrichtung, vorzugsweise ein Zweimassenschwungrad, wobei
die Schwingungsdämpfungseinrichtung insbesondere zwischen dem ersten Antriebsmo-
10 tor und einer Eingangsseite der Drehmomentübertragungsvorrichtung angeordnet ist, be-
zogen auf eine Leistungsflussrichtung vom ersten Antriebsmotor zur Drehmomentübertra-
gungsvorrichtung.

Ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug ist dadurch gekennzeichnet, dass es eine erfin-
15 dungsgemäße Drehmomentübertragungsvorrichtung aufweist, insbesondere ein erfin-
dungsgemäßes Antriebssystem.

Vorzugsweise ist bei einem erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug die Abtriebswelle der Dreh-
momentübertragungsvorrichtung mit wenigstens einer antreibbaren Achse des Fahrzeugs
20 drehverbunden oder drehverbindbar.

Diese und weitere Merkmale und Vorteile gehen außer aus den Ansprüchen und aus der
Beschreibung auch aus den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils
für sich allein oder zu mehreren, in Form von Unterkombinationen bei einer oder mehreren
25 weiteren Ausgestaltungen der Erfindung verwirklicht sein können und jeweils eine vorteil-
hafte Ausführung darstellen können, sofern diese technisch ausführbar ist.

Manche der genannten Merkmale bzw. Eigenschaften betreffen sowohl eine erfindungs-
gemäße Drehmomentübertragungsvorrichtung als auch ein erfindungsgemäßes Antriebs-
30 system sowie ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug. Einige dieser Merkmale und Eigen-
schaften werden nur einmal beschrieben, gelten jedoch unabhängig voneinander im Rah-

men technisch möglicher Ausgestaltungen sowohl für eine erfindungsgemäße Drehmomentübertragungsvorrichtung, als auch für ein erfindungsgemäßes Antriebssystem sowie für ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug.

- 5 Im Folgenden wird die Erfindung anhand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen, die in den Figuren wenigstens teilweise schematisch dargestellt sind, näher erläutert. Dabei sind Bauteile mit gleicher Funktion mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Es zeigen:

10

Fig. 1 einen Getriebeplan eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Antriebssystems mit einem ersten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung,

15

Fig. 2 einen Getriebeplan eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Antriebssystems mit einem zweiten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung,

20

Fig. 3 einen Getriebeplan eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Antriebssystems mit einem dritten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung,

25

Fig. 4 eine zu den erfindungsgemäßen Antriebssystemen aus den Fig. 1 bis 3 zugehörige Schalttafel mit den möglichen, schaltbaren Gangstufen der Antriebssysteme aus den Fig. 1 bis 3,

30

Fig. 5 einen Getriebeplan eines vierten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Antriebssystems mit einem vierten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung,

30

Fig. 6 einen Getriebeplan eines fünften Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Antriebssystems mit einem fünften Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung,

Fig. 7 einen Getriebeplan eines sechsten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Antriebssystems mit einem sechsten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung, und

5

Fig. 8 eine zu den erfindungsgemäßen Antriebssystemen aus den Fig. 5 bis 7 zugehörige Schalttafel mit den möglichen, schaltbaren Gangstufen der Antriebssysteme aus den Fig. 5 bis 7.

10 **Fig. 1** zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Antriebssystems 100, welches insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug im Quereinbau ausgebildet ist und das einen ersten Antriebsmotor ICE in Form einer Verbrennungskraftmaschine aufweist und einen zweiten Antriebsmotor EM, der als sowohl als Motor als auch als Generator betreibbare elektrische Maschine ausgebildet ist, sowie ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung 10 mit einer ersten Eingangswelle EW1, welche mit dem ersten Antriebsmotor ICE drehverbunden ist, und einer zweiten Eingangswelle EW2, welche mit dem zweiten Antriebsmotor EM verbunden ist.

20 Die erfindungsgemäße Drehmomentübertragungsvorrichtung 10 weist einen ersten Planetengetriebeatz PGS1, einen zweiten Planetengetriebeatz PGS2, einen weiteren Getriebeatz WG, eine erste Trennkupplung C1, eine zweite Trennkupplung C2, eine dritte Trennkupplung C3, ein weiteres Schaltelement C0, das ebenfalls als Trennkupplung C0 ausgebildet ist, eine erste Bremseinrichtung B1 sowie eine Abtriebswelle AW auf, wobei
25 die Abtriebswelle mit einer antreibbaren Achse FD eines Fahrzeugs drehverbunden ist.

Über das ebenfalls als Trennkupplung ausgebildete weitere Schaltelement C0 kann der erste Antriebsmotor ICE vollständig entkoppelt werden. Insbesondere kann eine Drehmomentübertragung vom ersten Antriebsmotor ICE bzw. zum ersten Antriebsmotor ICE entlang der ersten Eingangswelle EW1 mittels dieses weiteren Schaltelements C0 hergestellt
30 oder vollständig unterbrochen werden.

Statt einer Trennkupplung in Form einer Lamellenkupplung C0 könnte das weitere Schaltelement C0 alternativ eine Anfahrkupplung oder ein schaltbarer Freilauf sein.

5 Der erste Planetengetriebebesatz PGS1 weist als erste Getriebeelemente ein erstes Sonnenrad S1, ein erstes Hohlrad H1, mehrere erste Planetenräder P1, welche mit dem ersten Sonnenrad S1 und dem ersten Hohlrad H1 kämmen, und einen Planetenträger PT zum drehbeweglichen Abstützen der ersten Planetenräder P1 auf.

10 Der zweite Planetengetriebebesatz PGS2 weist als zweite Getriebeelemente ein zweites Sonnenrad S2, ein zweites Hohlrad H2 und mehrere Planetenräder P2 auf, welche jeweils mit dem zweiten Sonnenrad S2 und dem zweiten Hohlrad H2 und jeweils mit einem der ersten Planetenräder P1 des ersten Planetengetriebebesatzes PGS1 kämmen, wobei die zweiten Planetenräder P2 ebenfalls drehbeweglich am Planetenträger PT abgestützt sind. D.h., die zweiten Planetenräder P2 des zweiten Planetengetriebebesatzes PGS2 sind somit
15 am selben Planetenträger PT abgestützt wie die ersten Planetenräder P1 des ersten Planetengetriebebesatzes PGS1, so dass der erste Planetengetriebebesatz PGS1 und der zweite Planetengetriebebesatz PGS2 einen hier nicht näher bezeichneten Ravigneaux-Planetengetriebebesatz bilden.

20 Bei diesem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Antriebssystems 100 bzw. einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung 10 ist der weitere Getriebebesatz WG als Planetengetriebebesatz ausgebildet und weist ein weiteres Sonnenrad WS, einen weiteren Planetenträger WPT, ein weiteres Hohlrad WH und weitere Planetenräder WP auf, wobei das weitere Sonnenrad WS an einem die Drehmomentübertragungsvorrichtung 10 zumindest teilweise umgebenden Getriebegehäuse G festgelegt ist und das
25 weitere Hohlrad WH drehfest mit der Eingangswelle EW1 der Drehmomentübertragungsvorrichtung 10 verbunden ist.

Mittels der zweiten Trennkupplung C2 kann der weitere Planetenträger WPT des weiteren
30 Getriebebesatzes WG mit dem ersten Sonnenrad S1 des ersten Planetengetriebebesatzes PGS1 drehverbunden werden und/oder mittels der dritten Trennkupplung C3 mit dem zweiten Sonnenrad S2 des zweiten Planetengetriebebesatzes PGS2.

Die erste Eingangswelle EW1 der Drehmomentübertragungsvorrichtung 10 kann ferner mittels der ersten Trennkupplung C1 mit dem Planetenträger PT des Ravigneaux-Planetengetriebesatzes drehverbunden werden.

- 5 Mittels der vorhandenen ersten Bremseinrichtung B1 kann das zweite Sonnenrad S2 des zweiten Planetengetriebesatzes PGS2 lösbar festgelegt werden, d.h. bei Bedarf in seiner Drehbewegung blockiert werden.

- 10 Über das zweite Hohlrad H2 des zweiten Planetengetriebesatzes PGS2, welches drehfest mit der Abtriebswelle AW verbunden ist, kann eine Antriebsleistung abgeführt werden, insbesondere an eine mit der Abtriebswelle AW drehfest verbundene antreibbare Achse FD.

- 15 Das in Fig. 1 dargestellte erste Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung 10 eignet sich besonders gut für einen Quereinbau in einem Kraftfahrzeug, d.h. für eine Queranordnung, insbesondere durch seine kompakte Bauweise in Richtung der ersten Eingangswelle EW1.

- 20 Um eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Antriebssystems 100 bzw. der erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung 10 für einen Quereinbau zu erreichen, ist das erste Sonnenrad S1 des ersten Planetengetriebesatzes PGS2 mit einer ersten Hohlwelle HW1 drehverbunden, innerhalb derer die erste Eingangswelle EW1 zumindest teilweise angeordnet und geführt ist.

- 25 Über diese erste Hohlwelle HW1 kann das erste Sonnenrad S1 des zweiten Planetengetriebesatzes PGS2 auch mithilfe der zweiten Trennkupplung C2 mit dem weiteren Getriebesatz WG drehverbunden werden, insbesondere mit dem weiteren Planetenträger WPT.

- 30 Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Antriebssystems 100 bzw. der erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung 10 basiert ferner darauf, dass das zweite Sonnenrad S2 des zweiten Planetengetriebesatzes PGS2 mit einer zweiten Hohlwelle HW2 drehverbunden ist, über welche es mittels der zweiten Trennkupplung C2 mit dem weiteren Getriebesatz WG, insbesondere dem weiteren Planetenträger WPT des weiteren

Getriebebesatzes WG, drehverbunden werden kann und über welche es mittels der ersten Bremseinrichtung B1 lösbar am Getriebegehäuse G festgelegt werden kann.

Für eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Antriebssystems 100 bzw. der erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung 10 im Hinblick auf einen Quereinbau ist dabei die erste Hohlwelle HW1 zumindest teilweise innerhalb der zweiten Hohlwelle HW2 angeordnet und geführt und die erste Eingangswelle EW1 zumindest teilweise innerhalb der ersten Hohlwelle HW1.

Bei der in Fig. 1 dargestellten, erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung 10 kann eine mithilfe des ersten Antriebsmotors ICE erzeugte Antriebsleistung über die erste Eingangswelle EW1 und das weitere Schaltelement C0 sowie entweder über die erste Trennkupplung C1 direkt, d.h. ohne eine Übersetzung dazwischen, auf den Planetenträger PT des Ravigneaux-Planetengetriebebesatzes übertragen werden oder indirekt, d.h. mit einer Übersetzung dazwischen, über den weiteren Getriebebesatz WG und über das erste Sonnenrad S1 und/oder das zweite Sonnenrad S2 in den Ravigneaux-Planetengetriebebesatz eingebracht werden. D.h. mit anderen Worten, dass eine von einem ersten Antriebsmotor ICE erzeugte Antriebsleistung entweder direkt, nämlich über die erste Eingangswelle EW1 und die erste Trennkupplung C1, an den Ravigneaux-Planetengetriebebesatz übertragen werden kann oder über den vorgeschalteten, weiteren Getriebebesatz WG, insbesondere über das weitere Hohlrad WH und den weiteren Planetenträger WPT.

Eine mithilfe des zweiten Antriebsmotors EM erzeugte Antriebsleistung kann über die zweite Eingangswelle EW2 und eine Übersetzungsstufe ÜS und das erste Hohlrad H1 des ersten Planetengetriebebesatzes PGS1 in den Ravigneaux-Planetengetriebebesatz eingebracht werden.

Bei diesem Antriebssystem 100 ist der zweite Antriebsmotor EM dabei radial außerhalb vom ersten Planetengetriebebesatz PGS1 angeordnet, insbesondere im Bereich bzw. auf axialer Höhe des ersten Hohlrades, insbesondere derart, dass er wenigstens eine Radialebene des ersten Hohlrades H1 des ersten Planetengetriebebesatzes PGS1 schneidet.

Ein in den Ravigneaux-Planetengetriebebesatz eingebrachte Antriebsleistung kann über das zweite Hohlrad H2 des zweiten Planetengetriebebesatzes PGS2, welches drehfest mit der Abtriebswelle AW verbunden ist, an eine antreibbare Achse FD eines Fahrzeugs abgeführt werden.

5

Fig. 2 zeigt einen Getriebeplan eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Antriebssystems 200 mit einem zweiten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung 20, wobei dieses Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Antriebssystems 200 sich insbesondere in der Drehmomentübertragungsvorrichtung 20 von dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel unterscheidet.

10

Zum einen befindet sich der weitere Getriebebesatz WG bezogen auf die Darstellung und in Leistungsflussrichtung entlang der ersten Eingangswelle EW1 vor dem Ravigneaux-Planetengtriebebesatz im Bereich der Eingangsseite E. Zum anderen weist der zweite Planetengtriebebesatz PGS2 des Ravigneaux-Planetengtriebebesatzes ein in einen ersten Sonnenradteil S2-1 und einen zweiten Sonnenradteil S2-2 geteiltes zweites Sonnenrad (vgl. S2 in Fig. 1) auf, welche jeweils mit verlängerten zweiten Planetenrädern P2 kämmen, wobei das erste Sonnenrad S1 des ersten Planetengtriebebesatzes PGS1 zwischen den beiden Sonnenradteilen S2-1 und S2-2 des zweiten Planetengtriebebesatzes PGS2 angeordnet ist.

15

20

Für eine besonders kompakte Anordnung sind die zweite Trennkupplung C2 und die dritte Trennkupplung C3 in einer gemeinsamen, hier nicht näher bezeichneten Kupplungs-Radialebene angeordnet, welche sich senkrecht zur ersten Eingangswelle EW1 erstreckt. Die erste Trennkupplung C1 ist zwischen dem zweiten Planetengtriebebesatz PGS2 und der Abtriebswelle AW angeordnet.

25

Die erste Bremseinrichtung B1 ist im Unterschied zudem Ausführungsbeispiel aus Fig. 1 in diesem Fall losgelöst und damit unabhängig sowie räumlich etwas entfernt von der zweiten Trennkupplung C2 und der dritten Trennkupplung C3 angeordnet.

30

Die einzelnen Sonnenräder bzw. -teile S1, S2-1 und S2-2 sind dabei ebenfalls jeweils drehfest mit einer Hohlwelle verbunden, wobei in diesem Fall der zweite Sonnenradteil S2-

2 des zweiten Planetengetriebebesatzes PGS2 mit einer ersten Hohlwelle HW1 verbunden ist, das erste Sonnenrad S1 mit einer zweiten Hohlwelle HW2 und der erste Sonnenradteil S2-1 des zweiten Planetengetriebebesatzes PGS2 mit einer dritten Hohlwelle HW3. Diese Hohlwellen HW1, HW2 und HW3 sind ebenfalls coaxial zueinander angeordnet und zu-
5 mindest teilweise ineinander geführt, insbesondere wie in Fig. 2 dargestellt mit der ersten Eingangswelle EW1 im Inneren.

Hierdurch kann eine insbesondere für eine Längsanordnung in einem Kraftfahrzeug vorteilhafte Ausgestaltung erreicht werden.

10 In ebenfalls vorteilhafterweise ist bei dem in Fig. 2 gezeigten Antriebssystem 200 der zweite Antriebsmotor auf der Ausgangsseite, insbesondere an einem von der Eingangsseite abgewandten Ende der Drehmomentübertragungsvorrichtung 20, angeordnet. Hierdurch lässt sich eine in radialer Richtung, bezogen auf die erste Eingangswelle EW1, be-
15 sonders kompakte Ausgestaltung erreichen.

Fig. 3 zeigt einen Getriebeplan eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Antriebssystems 300 mit einem dritten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung 30, wobei diese Anordnung einer gespiegelten An-
20 ordnung des weiteren Getriebebesatzes WG und des Ravigneaux-Getriebebesatzes der Drehmomentübertragungsvorrichtung 10 aus Fig. 1 entspricht mit einem zusätzlichen Doppelplanetengetriebebesatz D-PGS als Übersetzungsstufe (vgl. ÜS in Fig. 1 und 2) zwischen dem zweiten Antriebsmotor EM bzw. der zweiten Eingangswelle EW2 und dem Ravigneaux-Planetengetriebebesatz sowie als Übersetzungsstufe zwischen dem zweiten Hohlrad
25 H2 des zweiten Planetengetriebebesatzes PGS2, welches den Ausgang des Ravigneaux-Planetengetriebebesatzes bildet, und der Abtriebswelle AW.

Das weitere Getriebe WG und der Ravigneaux-Planetengetriebebesatz sind grundsätzlich wie in Fig. 1 aufgebaut, nur jeweils spiegelverkehrt ausgestaltet und angeordnet, und der
30 weitere Getriebebesatz WG ist im Unterschied zu Fig. 1 im Bereich der Eingangsseite E der Drehmomentübertragungsvorrichtung 30 angeordnet.

Mittels des Doppelplanetengetriebesatzes D-PGS wird, im Unterschied zu den Fig. 1 und 2, eine vom zweiten Hohlrad H2 des zweiten Planetengetriebesatzes des Ravigneaux-Planetengetriebesatzes abgeführte Leistung über eine Übersetzungsstufe an die Abtriebswelle AW abgeführt.

5

Durch die Ausgestaltung als Doppelplanetengetriebesatz D-PGS kann außerdem eine vom zweiten Antriebsmotor EM abgegebene Antriebsleistung mit einer definierten Übersetzung über diesen Getriebesatz in den Ravigneaux-Planetengetriebesatz eingeleitet werden und es ist keine weitere, insbesondere separate, Übersetzungsstufe (vgl. ÜS aus Fig. 1 und 2) zu diesem Zweck mehr erforderlich. Hierdurch lässt sich eine besonders kompakte und bauraumsparende Bauweise einer erfindungsgemäße Drehmomentübertragungsvorrichtung 30 erreichen, welche außerdem hinsichtlich ihrer Übersetzungsverhältnisse besonders vorteilhaft ist.

10

15

Dazu weist der Doppelplanetengetriebesatz D-PGS in diesem Fall einen als Planetengetriebesatz ausgebildeten ersten Übersetzungsgetriebesatz ÜG1 und einen, ebenfalls als Planetengetriebesatz ausgebildeten zweiten Übersetzungsgetriebesatz ÜG2 auf.

Die zweite Eingangswelle EW2 ist über diesen ersten Übersetzungsgetriebesatz ÜG1 mit dem ersten Hohlrad H1 des ersten Planetengetriebesatzes PGS1 drehverbunden. Dies ermöglicht die Verwendung eines schnell drehenden, leichten und kompakten Elektromotors als zweiten Antriebsmotor EM. Ferner ermöglicht dies die Anordnung des zweiten Antriebsmotors EM im Bereich der Ausgangsseite A, wobei außerdem eine einfache Anpassbarkeit der Elektromotor-Leistungs- und Übertragungsmodularität erreicht werden kann.

20

Der erste Übersetzungsgetriebesatz ÜG1 weist dabei als erste Übersetzungs-Getriebelemente ein erstes Übersetzungs-Sonnenrad ÜS1, ein erstes Übersetzungs-Hohlrad ÜH1 und wenigstens ein erstes Übersetzungs-Planetenrad ÜP1 auf, wobei das wenigstens eine erste Übersetzungs-Planetenrad ÜP1 mit dem ersten Übersetzungs-Sonnenrad ÜS1 und dem ersten Übersetzungs-Hohlrad ÜH1 kämmt und drehbeweglich an einem mit dem zweiten Übersetzungs-Planetengetriebesatz ÜG2 gemeinsamen Übersetzungs-Planetenträger ÜPT abgestützt ist.

25

Der zweite Übersetzungsgetriebebesatz ÜG2 weist als zweite Übersetzungs-Getriebeelemente ein zweites Übersetzungs-Sonnenrad ÜS2, ein zweites Übersetzungs-Hohlrad ÜH2 sowie in einen ersten Planetenradteil ÜP2-1 und einen zweiten Planetenradteil ÜP2-2 geteilte zweite Planetenräder ÜP2-1 und ÜP2-2.

5

Der erste Planetenradteil ÜP2-1 und der zweite Planetenradteil ÜP2-2 sind dabei mittels einer gemeinsamen, separat zu den übrigen Hohlwellen HW1 und HW2 ausgebildeten Hohlwelle ÜHW drehfest miteinander verbunden und drehbeweglich um den durch eine feststehend an einem Getriebegehäuse G gelagerte Achse gebildeten, gemeinsamen Übersetzungs-Planetenträger ÜPT abgestützt, wobei die ersten Übersetzungs-Planetenräder ÜP1 des ersten Übersetzungsgetriebebesatzes ÜG1 drehbeweglich gegenüber der Hohlwelle ÜHW des Doppelplanetengetriebebesatzes D-PGS gelagert sind, insbesondere außen um die Hohlwelle ÜHW herum. Die ersten Übersetzungs-Planetenräder ÜP1 käm-

10 men dabei nicht mit den ersten und zweiten Planetenräderteilen ÜP2-1 und ÜP2-2 des zweiten Übersetzungsgetriebebesatzes ÜG2.

15

Für eine zum Längseinbau besonders vorteilhafte Ausgestaltung ist die Abtriebswelle AW coaxial zur ersten Eingangswelle EW1 angeordnet und die zweite Eingangswelle EW2 zumindest teilweise als Hohlwelle ausgebildet, wobei die Abtriebswelle AW zumindest teilweise innerhalb von der zweiten Eingangswelle EW2 verläuft. Besonders bevorzugt ist ferner der zweite Antriebsmotor EM, insbesondere ein Rotor von diesem, wenn der zweite Antriebsmotor EM als elektrische Maschine ausgebildet ist, coaxial zur Abtriebswelle AW und konzentrisch zu einer Rotationsachse der zweiten Eingangswelle EW2 angeordnet, insbesondere zumindest teilweise außen um diese zwei Wellen AW und EW2 herum.

20

25

Mit den in den Fig. 1 bis 3 dargestellten, erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtungen 10, 20 und 30 bzw. den in Fig. 1 bis 3 dargestellten, erfindungsgemäßen Antriebssystemen 100, 200 und 300 lassen sich mit den vorhandenen fünf Schaltelementen in Form der drei Trennkupplungen C1, C2 und C3, dem weiteren Schaltelement C0 sowie der ersten Bremseinrichtung B1 insgesamt 16 verschiedene Gangstufen realisieren: jeweils fünf mechanische für Vorwärtsfahrt (Gangstufen 1 bis 5), fünf rein elektrische bzw. rein generatorische Gangstufen (EM1 bis EM4-B bzw. G1 bis G4-B), drei Gangstufen zum

30

„Laden im Stillstand“ (L1 (P) bis (L3 (P)) sowie drei E-CVT-Gangstufen, wobei in einer davon (R-E-CVT) ein Rückwärtsfahrbetrieb möglich ist, wie anhand einer zugehörigen, in Fig. 4 abgebildeten Schalttable erkennbar ist.

- 5 Die in **Fig. 4** dargestellte Schalttable zeigt, welche der Schaltelemente C0, C1, C2, C3 und B1 jeweils wie zu betätigen sind um bei den Antriebssystemen 100, 200 und 300 jeweils eine der möglichen Gangstufen zu schalten. Ein „X“ bedeutet dabei, dass das jeweilige Schaltelemente betätigt ist, was im Fall einer Trennkupplung C0, C1, C2, C3 jeweils dem geschlossenen Zustand entspricht und bei einer Bremseinrichtung B1 dem blo-
- 10 ckerten Zustand.

Durch die elektrische Maschine EM als zweiten Antriebsmotor EM kann in den vorgenannten fünf mechanischen Gangstufen für Vorwärtsfahrt (Gangstufen 1 bis 5) jeweils bei einem entsprechenden, jeweils an die Drehzahl des ersten Hohlrades H1 angepassten Be-

15 triebs des zweiten Antriebsmotors EM, ein vom zweiten Antriebsmotor EM erzeugtes Drehmoment überlagert werden, so dass in den Gangstufen 1 bis 5 jeweils ein sogenanntes „Boosten“ mithilfe der elektrischen Maschine EM möglich ist, was jeweils durch den Ausdruck „(+EM)“ in Spalte 1 der Schalttable in Fig. 4 symbolisiert ist.

- 20 In einer ersten Gangstufe 1, welche sich einstellt, wenn das weitere Schaltelement C0 und die zweite Trennkupplung C2 geschlossen ist und die erste Bremseinrichtung B1 betätigt ist, während die erste Trennkupplung C1 und die dritte Trennkupplung C3 geöffnet sind, kann eine vom ersten Antriebsmotor ICE erzeugte Antriebsleistung über die erste Eingangswelle EW1 und den weiteren Getriebeatz WG, insbesondere über das weitere
- 25 Hohlrad WH und den weiteren Planetenträger WPT, und über die zweite Trennkupplung C2 und das erste Sonnenrad S1 in den Ravigneaux-Planetengetriebeatz, welcher aus dem ersten Planetengetriebeatz PGS1 und dem zweiten Planetengetriebeatz PGS2 gebildet ist, eingeleitet werden, wobei aufgrund der betätigten ersten Bremseinrichtung B1 die Antriebsleistung über das durch die erste Bremseinrichtung B1 festgelegte zweite Sonnenrad S2 (bei dem Antriebssystem aus Fig. 1) bzw. über den durch die erste Bremsein-
- 30 richtung B1 festgelegten ersten Sonnenradteil S2-1 (bei dem Antriebssystem aus Fig. 2) des Ravigneaux-Planetengetriebeatzes abgestützt werden kann und somit über das

zweite Hohlrad H2 und über die mit dem zweiten Hohlrad H2 drehverbundene Abtriebswelle AW an die antreibbare Achse FD abgeführt werden kann.

Bei den in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispielen von erfindungsgemäßen Antriebssystemen wird die Leistung dabei jeweils vom zweiten Hohlrad H2 des Ravigneaux-Planetengetriebesatzes direkt an die Abtriebswelle AW abgeführt.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten Antriebssystem 300 wird die Leistung hingegen vom zweiten Hohlrad H2 über das zweite Übersetzungs-Hohlrad ÜH2, den zweiten Planetenräderteil ÜP2-2, die weitere, um den feststehenden Übersetzungs-Planetenträger ÜPT drehende Hohlwelle ÜHW, den ersten Planetenräderteil ÜP2-1 sowie das zweite Übersetzungs-Sonnenrad ÜS2 an die Abtriebswelle AW abgeführt.

Ist hingegen die erste Bremseinrichtung B1 gelöst und die dritte Trennkupplung C3 geschlossen, während das weitere Schaltelement C0 weiterhin geschlossen ist und die erste Trennkupplung C1 weiterhin geöffnet ist, ergibt sich die Gangstufe 2, in welcher eine vom ersten Antriebsmotor ICE erzeugte Antriebsleistung ebenfalls über die erste Eingangswelle EW1 und den weiteren Getriebesatz WG an den Ravigneaux-Planetengetriebesatz eingeleitet werden kann, wobei in diesem Fall die Antriebsleistung ebenfalls über die zweite Trennkupplung C2 und das erste Sonnenrad S1 an den Ravigneaux-Planetengetriebesatz übertragen werden kann. Ebenfalls kann in diesem Fall die Antriebsleistung über das zweite Sonnenrad S2 (bei den Antriebssystemen 100 bzw. 300 aus den Fig. 1 und 3) bzw. über den ersten Sonnenradteil S2-1 (bei dem Antriebssystem 200 aus Fig. 2) des Ravigneaux-Planetengetriebesatzes abgestützt werden und, wie bei der ersten Gangstufe 1, jeweils über das zweite Hohlrad H2 sowie bei dem Antriebssystem 300 aus Fig. 3 außerdem noch über den Doppelplanetengetriebesatz D-PGS und die Abtriebswelle AW an die antreibbare Achse FD abgeführt werden, wobei das zweite Sonnenrad S2 bzw. der erste Sonnenradteil S2-1 in diesem Fall jedoch nicht mittels der ersten Bremseinrichtung B1 festgelegt sind, sondern mit der Drehzahl des weiteren Planetenträgers WPT des weiteren Getriebes drehen.

Sind das weitere Schaltelement C0, die erste Trennkupplung C1 und die zweite Trennkupplung C2 geschlossen, während die dritte Trennkupplung C3 und die erste Bremseinrichtung B1 jeweils geöffnet sind, ergibt sich Gangstufe 3, in welcher eine vom ersten Antriebsmotor ICE erzeugte Antriebsleistung zum einen über die erste Eingangswelle EW1 und die Trennkupplung C1 über den Planetenträger PT in den Ravigneaux-Planetenge-
triebesatz eingeleitet werden kann und zum anderen über die erste Eingangswelle EW1, den weiteren Getriebesatz WG und die zweite Trennkupplung C2 und das erste Sonnenrad S1. In diesem Fall dreht das zweite Sonnenrad S2 (vgl. Fig. 1 und 3) bzw. die beiden ersten und zweiten Sonnenradteile S2-1 und S2-2 (vgl. Fig. 2) jeweils frei mit. Wie bei den
zuvor beschriebenen Gangstufen 1 und 2 kann die Leistung über das zweite Hohlrad H2 sowie bei dem Antriebssystem 300 aus Fig. 3 außerdem noch über den Doppelplanetengetriebesatz D-PGS und die Abtriebswelle AW abgeführt werden.

Gangstufe 4 ergibt sich, wenn das weitere Schaltelement C0, die erste Trennkupplung C1 und die dritte Trennkupplung C3 geschlossen sind und die zweite Trennkupplung C2 und die erste Bremseinrichtung B1 jeweils geöffnet sind. In diesem Fall kann eine vom ersten Antriebsmotor ICE erzeugte Antriebsleistung zum einen über die erste Eingangswelle EW1 und die erste Trennkupplung C1 und den Planetenträger PT in den Ravigneaux-Planetenge-
triebesatz eingeleitet werden und zum anderen über die erste Eingangswelle EW1, den weiteren Getriebesatz WG und die dritte Trennkupplung C3 sowie das zweite Sonnenrad S2 (vgl. Fig. 1 und 3) bzw. den zweiten Sonnenradteil S2-2 (vgl. Fig. 2). Wie bei den zuvor beschriebenen Gangstufen 1 und 2 kann die Antriebsleistung über das zweite Hohlrad H2 sowie bei dem Antriebssystem 300 aus Fig. 3 außerdem noch über den Doppelplanetengetriebesatz D-PGS und die Abtriebswelle AW abgeführt werden.

Sind nur das weitere Schaltelement C0, die erste Trennkupplung C1 und die erste Bremseinrichtung B1 geschlossen bzw. betätigt, während die zweite Trennkupplung C2 und die dritte Trennkupplung C3 geöffnet sind, ergibt sich Gangstufe 5, in welcher eine vom ersten Antriebsmotor ICE erzeugte Antriebsleistung nur über die erste Eingangswelle EW1 und die erste Trennkupplung C1 und den Planetenträger PT in den Ravigneaux-Planetenge-
triebesatz eingeleitet werden kann. Aufgrund der geöffneten Kupplungen C2 und C3 erfolgt in dieser Gangstufe 5 keine Leistungsübertragung vom weiteren Getriebesatz WG in

den Ravigneaux-Planetengetriebesatz. Aufgrund der geschlossenen ersten Bremseinrichtung B1 ist das zweite Sonnenrad S2 (vgl. Fig. 1 und 3) bzw. der erste Sonnenradteil S2-1 (vgl. Fig. 2) in seiner Drehbewegung blockiert, so dass über das zweite Sonnenrad S2 bzw. den ersten Sonnenradteil S2-1 ein Drehmoment abgestützt werden kann und die vom ersten Antriebsmotor erzeugte Antriebsleistung über das zweite Hohlrad H2 sowie bei dem Antriebssystem 300 aus Fig. 3 außerdem noch über den Doppelplanetengetriebesatz D-PGS an die Abtriebswelle AW und von dort weiter zur antreibbaren Achse FD abgeführt werden kann.

Der erste, rein elektrische Gang EM1 bzw. der erste rein generatorische Gang G1 stellt sich ein, wenn das weitere Schaltelement C0 geöffnet ist und die erste Trennkupplung C1 und die zweite Trennkupplung C2 geschlossen sind, während die dritte Trennkupplung C3 geöffnet ist und die erste Bremseinrichtung B1 gelöst ist.

Unter einem „rein elektrischen Gang“ wird vorliegend eine Gangstufe verstanden, in welcher eine über die Abtriebswelle abführbare Antriebsleistung alleine durch den zweiten Antriebsmotor erzeugt werden kann, wobei dieser nicht zwingend ein Elektromotor sein muss, bevorzugt dies jedoch ist.

Unter einem „rein generatorischen Gang“ wird eine Gangstufe verstanden, mittels welcher kinetische Energie des Fahrzeugs mittels des zweiten Antriebsmotors rekuperiert werden kann. Ist der zweite Antriebsmotor eine, insbesondere auch, als Generator betreibbare Maschine, ermöglicht eine rein generatorische Gangstufe, die Umwandlung kinetischer Energie in elektrische Energie.

Der zweite, rein elektrische Gang EM2 bzw. der zweite rein generatorische Gang G2 ergibt sich, wenn das weitere Schaltelement C0 geöffnet ist und die erste Trennkupplung C1 und die erste Bremseinrichtung B1 geöffnet bzw. gelöst sind, während die zweite Trennkupplung C2 und die dritte Trennkupplung C3 geschlossen sind.

Der dritte, rein elektrische Gang EM4 bzw. der dritte in generatorische Gang G3 ergibt sich, wenn das weitere Schaltelement C0 geöffnet ist und die erste Trennkupplung C1 und

die dritte Trennkupplung C3 geschlossen sind, während die zweite Trennkupplung C2 und die erste Bremseinrichtung geöffnet bzw. gelöst sind.

Eine vierte, rein elektrische Übersetzungsstufe EM4-A bzw. eine vierte rein generatorische Übersetzungsstufe G4-A stellt sich ein, wenn das weitere Schaltelement C0 geöffnet ist und die erste Trennkupplung C1 und die dritte Trennkupplung C3 geöffnet sind, während die zweite Trennkupplung C2 und die erste Bremseinrichtung geschlossen bzw. betätigt sind.

Eine fünfte, rein elektrische Übersetzungsstufe EM4-B, welche kinematisch und von ihrer Übersetzung her identisch zur vierten rein elektrischen Übersetzungsstufe EM4-A ist, bzw. eine fünfte rein generatorische Übersetzungsstufe G4-B, stellt sich ein, wenn das weitere Schaltelement C0 geöffnet ist und die erste Trennkupplung C1 und die erste Bremseinrichtung B1 geschlossen bzw. betätigt sind, während die zweite Trennkupplung C2 und die dritte Trennkupplung C3 geöffnet sind.

In allen fünf Fällen EM1 bis EM4-B ist der erste Antriebsmotor ICE aufgrund des geöffneten weiteren Schaltelements C0 vom Planetenträger PT des Ravigneaux-Planetengeriebesatzes entkoppelt sowie vom weiteren Getriebebesatz WG, so dass vom ersten Antriebsmotor ICE keinerlei Antriebsleistung in den Ravigneaux-Planetengeriebesatz eingebracht werden kann.

In sämtlichen fünf der rein elektrischen Gangstufen EM1, EM2, EM3, EM4-A und EM4-B kann eine vom zweiten Antriebsmotor EM erzeugte Antriebsleistung jeweils über die zweite Eingangswelle EW2, die Übersetzungsstufe ÜS (bei den Antriebssystemen 100 und 200 aus den Fig. 1 und 2) bzw. über das erste Übersetzungs-Sonnenrad ÜS1, die ersten Übersetzungs-Planetenträger ÜP1, den feststehenden Übersetzungs-Planetenträger ÜPT und das erste Übersetzungs-Hohlrad ÜH1 des Doppelplanetengeriebesatzes D-PGS (bei dem Antriebssystem 300 aus Fig. 3) sowie das erste Hohlrad H1 in den Ravigneaux-Planetengeriebesatz eingeleitet werden.

In der ersten rein elektrischen Gangstufe EM1 kann die in den Ravigneaux-Planetenge-
triebesatz eingebrachte Antriebsleistung aufgrund der geschlossenen ersten Trennkupp-
lung C1 und der geschlossenen zweiten Trennkupplung C2 am Planetenträger PT sowie
am ersten Sonnenrad S1 abgestützt werden und über das zweite Hohlrad H2 sowie bei
5 dem Antriebssystem 300 aus Fig. 3 außerdem noch über den Doppelplanetengetriebe-
satz D-PGS und die Abtriebswelle AW an die antreibbare Achse FD abgeführt werden.

In der zweiten rein elektrischen Gangstufe EM2 hingegen wird die Antriebsleistung infolge
der geschlossenen zweiten und dritten Trennkupplungen C2 und C3 über das erste Son-
nenrad S1 und das zweite Sonnenrad S2 (vgl. Fig. 1 und 3) bzw. den zweiten Sonnenrad-
10 teil S2-2 (vgl. Fig. 3) abgestützt und kann als Antriebsleistung über das zweite Hohlrad H2
sowie bei dem Antriebssystem 300 aus Fig. 3 außerdem noch über den Doppelplaneten-
getriebe-
satz D-PGS und die Abtriebswelle AW an die antreibbare Achse FD abgeführt
werden.

In der dritten rein elektrischen Gangstufe EM3 hingegen wird die Antriebsleistung infolge
der geschlossenen ersten und dritten Trennkupplungen C1 und C3 über den Planetenträ-
ger PT und das zweite Sonnenrad S2 (vgl. Fig. 1 und 3) bzw. den zweiten Sonnenradteil
S2-2 (vgl. Fig. 3) abgestützt und kann als Antriebsleistung über das zweite Hohlrad H2
20 sowie bei dem Antriebssystem 300 aus Fig. 3 außerdem noch über den Doppelplaneten-
getriebe-
satz D-PGS und die Abtriebswelle AW an die antreibbare Achse FD abgeführt
werden.

In der vierten rein elektrischen Gangstufe EM4-A hingegen wird die Antriebsleistung in-
folge der geschlossenen zweiten Trennkupplung C2 und der betätigten ersten Bremsein-
richtung B1 über das erste Sonnenrad S1 und das zweite Sonnenrad S2 (vgl. Fig. 1 und
3) bzw. den ersten Sonnenradteil S2-1 (vgl. Fig. 3) abgestützt und kann als Antriebslei-
stung über das zweite Hohlrad H2 sowie bei dem Antriebssystem 300 aus Fig. 3 außerdem
noch über den Doppelplanetengetriebe-
satz D-PGS und die Abtriebswelle AW an die an-
30 treibbare Achse FD abgeführt werden.

In der fünften rein elektrischen Gangstufe EM4-B hingegen wird die Antriebsleistung infolge der geschlossenen ersten Trennkupplung C1 und der betätigten ersten Bremseinrichtung B1 über den Planetenträger PT und das zweite Sonnenrad S2 (vgl. Fig. 1 und 3) bzw. den ersten Sonnenradteil S2-1 (vgl. Fig. 3) abgestützt und kann als Antriebsleistung
5 über das zweite Hohlrad H2 sowie bei dem Antriebssystem 300 aus Fig. 3 außerdem noch über den Doppelplanetengetriebesatz D-PGS und die Abtriebswelle AW an die antreibbare Achse FD abgeführt werden.

Im rein generatorischen Betrieb, d.h. beim Rekuperieren in den Gangstufen G1, G2, G3, G4-A und G4-B, erfolgt der Leistungsfluss genau umgekehrt, d.h. eine Antriebsleistung an
10 der Achse FD erzeugte Antriebsleistung, bspw. durch Rollen bergab, kann entlang der vorbeschriebenen, jeweiligen Leistungspfade für die jeweiligen Schaltzustände der Schaltelemente C0, C1, C2, C3 und B1 zur elektrischen Maschine EM geführt werden, welche in diesem Fall als Generator genutzt werden kann, und mittels dieser in elektrische Energie
15 umgewandelt werden.

Zusätzlich zu den beiden vorbeschriebenen, rein elektrischen bzw. rein generatorischen Gängen EM1 bis EM4-B bzw. G1 bis G4-B weisen die in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Antriebssysteme 100, 200 und 300 jeweils drei weitere Gangstufen auf, welche als E-
20 CVT1, E-CVT2 und R-E-CVT bezeichnet sind und in welchen sowohl der erste Antriebsmotor ICE als auch der zweite Antriebsmotor EM jeweils eine Antriebsleistung bereitstellen können, welche zu einer Gesamt-Antriebsleistung überlagert werden können, wobei in diesen Gangstufen jeweils durch Veränderung der Drehzahl und/oder der Drehrichtung des Rotors der Elektromaschine EM das mittels des zweiten Antriebsmotors EM
25 aufgebrachte Drehmoment verändert werden kann, so dass im Ergebnis eine variable, insbesondere stufenlose Übersetzung, eingestellt werden kann, welche auch namensgebend für die Bezeichnung dieser Gangstufen ist, denn CVT bedeutet Continuously Variable Transmission.

30 Diese E-CVT-Gangstufen haben den Vorteil, dass der erste Antriebsmotor, insbesondere, wenn dieser als Verbrennungskraftmaschine ICE ausgebildet ist, wie im vorliegenden Fall, innerhalb eines bevorzugten Drehzahlbereichs betrieben werden kann, insbesondere im

Bereich seines optimalen Wirkungsgrades, so dass ein besonders effizienter Betrieb der Antriebssystem 100, 200 und 300 mit diesen Gangstufen möglich wird.

Die erste Gangstufe mit E-CVT1 mit stufenlos einstellbarer Drehzahl ergibt sich dabei jeweils, wenn das weitere Schaltelement C0 und die zweite Trennkupplung C2 geschlossen sind, während die erste Trennkupplung C1, die dritte Trennkupplung C3 sowie die erste Bremseinrichtung B1 geöffnet bzw. gelöst sind. In diesem Fall kann eine vom ersten Antriebsmotor ICE erzeugte Antriebsleistung über die erste Eingangswelle EW1, den weiteren Getriebesatz WG sowie die zweite Trennkupplung C2 und das erste Sonnenrad S1, insbesondere über die erste Hohlwelle HW1, in den Ravigneaux-Getriebesatz eingeleitet werden und die vom zweiten Antriebsmotor EM erzeugte Antriebsleistung über das erste Hohlrad H1, wobei die Antriebsleistung des zweiten Antriebsmotors EM dabei wie vorstehend für die rein elektrischen Gangstufen vom zweiten Antriebsmotor EM bis zum ersten Hohlrad H1 übertragen werden kann. Im Ravigneaux-Planetengetriebesatz werden die von den beiden Antriebsmotoren ICE und EM erzeugten Antriebsleistungen dann zu einer Gesamt-Antriebsleistung überlagert und können über das zweite Hohlrad H2 sowie bei dem Antriebssystem 300 aus Fig. 3 außerdem noch über den Doppelplanetengetriebesatz D-PGS und die Abtriebswelle AW an die antreibbare Achse FD abgeführt werden.

Die zweite Gangstufe E-CVT2 mit stufenlos einstellbarer Drehzahl ergibt sich, wenn die weitere Schalteinrichtung C0 und die erste Trennkupplung C1 geschlossen sind und die zweite Trennkupplung C2, die dritte Trennkupplung C3 und die erste Bremseinrichtung B1 jeweils geöffnet sind. In diesem Fall kann eine vom ersten Antriebsmotor ICE erzeugte Antriebsleistung über die erste Trennkupplung C1 und den Planetenträger PT in den Ravigneaux-Planetengetriebesatz eingeleitet werden und die vom zweiten Antriebsmotor EM erzeugte Antriebsleistung über die zweite Eingangswelle EW2, die Übersetzungsstufe ÜS (vgl. Fig. 1 und 2) bzw. über den Doppelplanetengetriebesatz D-PGS (vgl. Fig. 3) und das erste Hohlrad H1, wobei die von den beiden Antriebsmotoren ICE und EM erzeugten Leistungsanteile jeweils ebenfalls im Ravigneaux-Planetengetriebesatz zu einer Gesamt-Antriebsleistung überlagert werden und über das zweite Hohlrad H2 sowie bei dem Antriebssystem 300 aus Fig. 3 außerdem noch über den Doppelplanetengetriebesatz D-PGS und die Abtriebswelle AW an die antreibbare Achse FD abgeführt werden können.

Die dritte Gangstufe R-E-CVT, welche das Rückwärtsfahren mit stufenlos einstellbarer Drehzahl ermöglicht, stellt sich ein, wenn das weitere Schaltelement C0 und die dritte Trennkupplung C3 geschlossen sind, während die übrigen Schaltelemente, d.h. die erste Trennkupplung C1, die zweite Trennkupplung C2, die dritte Trennkupplung C3 sowie die erste Bremseinrichtung B1, jeweils geöffnet bzw. gelöst sind. In diesem Fall kann eine vom ersten Antriebsmotor ICE erzeugte Antriebsleistung über den weiteren Getriebesatz WG und die dritte Trennkupplung C3 und das zweite Sonnenrad S2 (vgl. Fig. 1 und 3) bzw. den zweiten Sonnenradteil S2-2 (vgl. Fig. 3) in den Ravigneaux-Planetengetriebesatz eingeleitet werden und die vom zweiten Antriebsmotor EM erzeugte Antriebsleistung über die zweite Eingangswelle EW2, die Übersetzungsstufe ÜS (vgl. Fig. 1 und 2) bzw. über den Doppelplanetengetriebesatz D-PGS (vgl. Fig. 3) und das erste Hohlrad H1, wobei die von den beiden Antriebsmotoren ICE und EM erzeugten Leistungsanteile jeweils ebenfalls im Ravigneaux-Planetengetriebesatz zu einer Gesamt-Antriebsleistung überlagert werden und über das zweite Hohlrad H2 sowie bei dem Antriebssystem 300 aus Fig. 3 außerdem noch über den Doppelplanetengetriebesatz D-PGS und die Abtriebswelle AW mit umgekehrter Drehrichtung (rückwärts) an die antreibbare Achse FD abgeführt werden können.

Des Weiteren ist bei den in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Antriebssystemen 100, 200 und 300 jeweils in wenigstens einer Gangstufe, in diesem Fall in jeweils drei Gangstufen L1(P), L2(P) und L3(P), ein sogenannter Lade-Betrieb „L“ möglich, bei welchem im Stillstand des Fahrzeugs elektrische Energie erzeugt werden kann, auch „Laden im Stand genannt“. Dies kann vorteilhaft sein, um einen Ladungszustand der Batterie erhöhen zu können, auch wenn das Fahrzeug sich nicht im Fahrbetrieb befindet.

Dabei muss die antreibbare Achse und/oder die Abtriebswelle AW jeweils allerdings mittels eines weiteren Schaltelements (P) gesichert sein, insbesondere einer Sperreinrichtung, beispielsweise mittels einer Parkbremse, um eine Übertragung eines Drehmoments auf die Räder zu verhindern. L1(P) entspricht dabei von den Schaltzuständen her grundsätzlich E-CVT1, L2(P) entspricht E-CVT2 und L3(P) entspricht R-E-CVT, wobei jeweils durch die Parkbremse die vom ersten Antriebsmotor ICE erzeugte und in den Ravigneaux-Planetengetriebesatz eingeleitete Antriebsleistung über die gesperrte Achse FD und das zweite Hohlrad H2 abgestützt werden kann, beim Antriebssystem 300 aus Fig. 3 dazwischen außerdem noch über den Doppelplanetengetriebesatz D-PGS, und wobei die in den

Ravigneaux-Planetengetriebesatz eingeleitete, vom ersten Antriebsmotor ICE erzeugte Antriebsleistung über das erste Hohlrad H1, die Übersetzungsstufe ÜS (vgl. Fig. 1 und 2) bzw. den Doppelplanetengetriebesatz D-PGS (vgl. Fig. 3) und die zweite Eingangswelle EW2, welche in diesem Fall als „Abtriebswelle“ dient, an die elektrische Maschine EM abgeführt werden kann, welche in diesem Fall als Generator arbeitet.

Fig. 5 zeigt einen Getriebeplan eines vierten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Antriebssystems 400 mit einem vierten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung 40, wobei dieses Antriebssystem 400 auf dem erfindungsgemäßen Antriebssystem 100 aus Fig. 1 basiert und sich nur darin von diesem unterscheidet, dass dieses Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung 40 gegenüber der Drehmomentübertragungsvorrichtung 10 aus Fig. 1 ein zusätzliches Schaltelement in Form einer zweiten Bremseinrichtung B2 aufweist, mittels welcher der Planetenträger PT des Ravigneaux-Planetengetriebesatzes lösbar festgelegt werden kann.

Fig. 6 zeigt einen Getriebeplan eines fünften Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Antriebssystems 500 mit einem fünften Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung 50, wobei dieses Antriebssystem 500 auf dem erfindungsgemäßen Antriebssystem 200 aus Fig. 2 basiert und sich nur darin von diesem unterscheidet, dass dieses Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung 50 gegenüber der Drehmomentübertragungsvorrichtung 20 aus Fig. 2 ebenfalls ein zusätzliches Schaltelement in Form einer zweiten Bremseinrichtung B2 aufweist, mittels welcher der Planetenträger PT des Ravigneaux-Planetengetriebesatzes lösbar festgelegt werden kann.

Fig. 7 zeigt einen Getriebeplan eines sechsten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Antriebssystems 600 mit einem sechsten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung 600, wobei dieses Antriebssystem 600 auf dem erfindungsgemäßen Antriebssystem 300 aus Fig. 3 basiert und sich nur darin von diesem unterscheidet, dass dieses Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung 60 gegenüber der Drehmomentübertragungsvorrichtung

30 aus Fig. 3 ebenfalls ein zusätzliches Schaltelement in Form einer zweiten Bremseinrichtung B2 aufweist, mittels welcher der Planetenträger PT des Ravigneaux-Planetengeriebessatzes lösbar festgelegt werden kann.

- 5 Die zweite Bremseinrichtung B2 ist in den Fig. 5 bis 7 dabei zwar jeweils als Lamellenbremse dargestellt, in einer alternativen Ausgestaltung kann die zweite Bremseinrichtung B2 jedoch auch eine Klauenkupplung oder ein schaltbarer Freilauf sein.

Der Vorteil einer Lamellenbremse liegt darin, dass sie beim Schließen keine Drehzahlsyn-
10 chronität erfordert, sondern in einem gewissen Bereich einen Drehzahlausgleich ermöglicht. Somit müssen der Planetenträger PT und die erste Eingangswelle EW1 nicht aufeinander synchronisiert werden vor dem Schließen der zweiten Bremseinrichtung B2. Nachteilig an einer Lamellenbremse gegenüber einer Klauenkupplung sowie einem schaltbaren Freilauf ist jedoch ihr im Verhältnis großer Bauraumbedarf.

15 Der Vorteil einer Klauenkupplung liegt ebenfalls in ihrer einfachen Ansteuerung: es sind wie bei der Lamellenbremse grundsätzlich nur ein geöffneter oder ein geschlossener Zustand möglich, wobei die Klauenkupplung im geschlossenen Zustand ebenfalls in beide Richtungen sperrt. Eine Klauenkupplung ermöglicht jedoch keinen Drehzahlausgleich, so
20 dass vor dem Schließen der Klauenkupplung stets eine Drehzahlsynchronisation erforderlich ist.

Der Vorteil eines schaltbaren Freilaufs liegt in seinem deutlich geringeren Bauraumbedarf gegenüber einer Lamellenbremse. Allerdings muss der schaltbare Freilauf jeweils korrekt
25 angesteuert werden, damit er stets in die richtige Richtung sperrt bzw. öffnet, was die Ansteuerung im Vergleich zu einer Lamellenbremse oder einer Klauenkupplung komplizierter macht. Bei den in den Fig. 5 bis 7 dargestellten Drehmomentübertragungsvorrichtungen 40, 50 und 60 muss der Freilauf in den Gangstufen R und 1A, dabei insbesondere so geschaltet sein, dass eine Drehung des Planetenträgers PT, welcher sich in den Gang-
30 stufen R und 1A entgegengesetzt zu ersten Eingangswelle EW1 dreht, blockiert wird, jedoch in den übrigen Gangstufen möglich ist, wobei der Planetenträger bei den in Fig. 5 bis 7 gezeigten Ausgestaltungen 40, 50 und 60 einer erfindungsgemäßen Drehmomentüber-

tragungsvorrichtung in den mechanischen Gangstufen 1 bis 5 mit der gleichen Drehrichtung wie die erste Eingangswelle EW1 dreht und in den E-CVT-Gangstufen entgegengesetzt zur ersten Eingangswelle EW1. Aus diesem Grund muss ein die zweite Bremseinrichtung B2 bildender Freilauf bei einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung schaltbar ausgeführt sein. Wie bei der Klauenkupplung ist vor dem Sperren des Freilaufs jeweils ebenfalls eine Drehzahlsynchronisation erforderlich ist.

Je nach Ausgestaltung der zweiten Bremseinrichtung B2 ergibt sich jeweils wenigstens eine zusätzlich nutzbare, mechanische Gangstufe R und/oder 1A, siehe Fig. 8.

Ist die zweite Bremseinrichtung B2 eine Lamellenbremse ergeben sich die beiden zusätzlich nutzbaren Gangstufen R und 1A.

Durch die bei einer Klauenkupplung und einem schaltbaren Freilauf erforderliche Drehzahlsynchronisation ist die praktische Nutzbarkeit der sich durch die zweite Bremseinrichtung B2 ergebenden (theoretisch) zusätzlichen Gangstufen jedoch eingeschränkt. Ist die zweite Bremseinrichtung B2 eine Klauenkupplung oder ein schaltbarer Freilauf, ist nur die Gangstufe R praktisch von Nutzen. In diesem Fall „entfällt“ jeweils der Gang 1A.

Fig. 8 zeigt eine zu den erfindungsgemäßen Antriebssystemen 400, 500 und 600 aus den Fig. 5 bis 7 zugehörige Schalttabelle mit den möglichen, schaltbaren Gangstufen der Antriebssysteme aus den Fig. 5 bis 7, wobei die Tabelle aus Fig. 8 bis auf die Gangstufen R und 1A identisch zur Tabelle aus Fig. 4 ist.

Wie anhand von Fig. 8 erkennbar ist, stellt sich die Gangstufe R, bei welcher es sich um einen mechanischen Rückwärtsgang handelt, dabei jeweils ein, wenn die weitere Schalteinrichtung C0, die dritte Trennkupplung C3 und die zweite Bremseinrichtung B2 geschlossen bzw. betätigt sind und die übrigen Schaltelemente in Form der ersten Trennkupplung C1, der zweiten Trennkupplung C2 und der ersten Bremseinrichtung B1 geöffnet bzw. gelöst sind. In diesem Fall kann eine vom ersten Antriebsmotor ICE erzeugte Antriebsleistung über die erste Eingangswelle EW1 und den weiteren Getriebeatz WG, insbesondere über das weitere Hohlrad WH und den weiteren Planetenträger WPT, und über die zweite Trennkupplung C2 und das erste Sonnenrad S1 in den Ravigneaux-Planetenge triebeatz,

welcher aus dem ersten Planetengetriebe-
satz PGS1 und dem zweiten Planetengetriebe-
satz PGS2 gebildet ist, eingeleitet werden, wobei aufgrund der betätigten zweiten Brems-
einrichtung B2 die Antriebsleistung über den durch die zweite Bremseinrichtung B2 fest-
gelegten Planetenträger PT des Ravigneaux-Planetengetriebe-
satzes abgestützt werden
5 kann und somit über das zweite Hohlrad H2 sowie bei dem Antriebssystem 300 aus Fig. 7
außerdem noch über den Doppelplanetengetriebe-
satz D-PGS und über die mit dem zwei-
ten Hohlrad H2 drehverbundene Abtriebswelle AW mit umgekehrter Drehrichtung (rück-
wärts) an die antreibbare Achse FD abgeführt werden kann.

10 Die mechanische Gangstufe 1A hingegen stellt sich, sofern die zweite Bremseinrichtung
eine Lamellenbremse ist, jeweils ein, wenn die weitere Schalteinrichtung C0, die zweite
Trennkupplung C2 und die zweite Bremseinrichtung B2 geschlossen bzw. betätigt sind
und die übrigen Schaltelemente in Form der ersten Trennkupplung C1, der dritten Trenn-
kupplung C3 und der ersten Bremseinrichtung B1 geöffnet bzw. gelöst sind. In diesem Fall
15 kann eine vom ersten Antriebsmotor ICE erzeugte Antriebsleistung über die erste Ein-
gangswelle EW1 und den weiteren Getriebe-
satz WG, insbesondere über das weitere
Hohlrad WH und den weiteren Planetenträger WPT, und über die dritte Trennkupplung C3
und das zweite Sonnenrad S2 (vgl. Fig. 5 und 7) bzw. über den zweiten Sonnenradteil S2-
2 (vgl. Fig. 6) in den Ravigneaux-Planetengetriebe-
satz eingeleitet werden, wobei aufgrund
20 der betätigten zweiten Bremseinrichtung B2 die Antriebsleistung über den durch die zweite
Bremseinrichtung B2 festgelegten Planetenträger PT des Ravigneaux-Planetengetriebe-
satzes zumindest teilweise abgestützt werden kann und somit über das zweite Hohlrad H2
sowie bei dem Antriebssystem 300 aus Fig. 7 außerdem noch über den Doppelplaneten-
getriebe-
satz D-PGS und über die mit dem zweiten Hohlrad H2 drehverbundene Ab-
25 triebswelle AW an die antreibbare Achse FD abgeführt werden kann.

Durch die Anbindung des zweiten Antriebsmotors EM am ersten Hohlrad H1 des
Ravigneaux-Planetengetriebe-
satzes kann dieser beim Boosten in den Gangstufen R, 1,
2, 3, 4, 5, sowie in den Gangstufen EM1, EM2, EM3, EM4-A und EM4-B seine Dreh-
30 richtung beibehalten und ein Wechseln der Drehrichtung kann vermieden werden.
Hierdurch lassen sich kurze Schaltzeiten beim Wechsel zwischen diesen Gangstufen
realisieren, da keine Energie aufgewendet werden muss, um die Drehrichtung des

zweiten Antriebsmotors EM zu ändern. Kein anderer Anbindungspunkt innerhalb des Ravigneaux-Planetensatzes bringt in dieser Anordnung diesen Vorteil mit sich.

Die vorgenannten Gangstufen R, 1, 2, 3, 4, 5, sowie die Gangstufen EM1, EM2, EM3, EM4-A und EM4-B sind für den üblichen/überwiegenden Hybridbetrieb gedacht mit einem wenigstens als Elektromotor betreibbaren zweiten Antriebsmotor. Für den Fall, dass in diesem Fall ein Ladezustand einer zugehörigen Hybrid-Batterie zu gering für ein rein elektrisches Anfahren sein sollte, kann im E-CVT-Betrieb in einer der E-CVT-Gangstufen E-CVT-1, E-CVT2 oder R-E-CVT angefahren werden. Auch in diesen Fällen ermöglicht die Anbindung des zweiten Antriebsmotors EM am ersten Hohlrad H1 das Beibehalten der Drehrichtung des zweiten Antriebsmotors EM, so dass dieser weder beim Schalten zwischen den einzelnen E-CVT-Gangstufen noch beim Umschalten vom E-CVT-Modus in eine der vorgenannten Gangstufen seine Drehrichtung ändern muss, womit sich auch in diesen Fällen kurze Schaltzeiten erreichen lassen.

Des Weiteren kann der zweite Antriebsmotor EM durch die Anbindung am ersten Hohlrad H1 des Ravigneaux-Planetengeriebesatzes sowohl vorteilhaft für eine Queranordnung (vgl. Fig. 1 und 5), d.h. für einen vorgesehenen Quereinbau des Antriebssystems, als auch vorteilhaft für eine Längsanordnung (vgl. Fig. 2, 3, 6 und 7), d.h. für einen vorgesehenen Längseinbau des Antriebssystems, innerhalb des Antriebssystems positioniert werden.

Für eine vorteilhafte Queranordnung (vgl. Fig. 1 und 5) kann der zweite Antriebsmotor EM, wie beispielhaft gezeigt, seitlich angeordnet werden, insbesondere seitlich vom Ravigneaux-Planetengeriebesatz. Für eine vorteilhafte Längsanordnung (vgl. Fig. 2, 3, 6 und 7) kann der zweite Antriebsmotor EM, wie beispielhaft gezeigt, am Getriebeausgang A angeordnet werden.

Dies bringt ferner den Vorteil mit sich, insbesondere neben einer hinsichtlich des Bauraums vorteilhaften Anordnung, dass für beide Anordnungen zweite Antriebsmotoren EM, insbesondere als Elektromotoren ausgebildete zweite Antriebsmotoren

EM, mit ähnlicher Charakteristik verwendet werden können (ähnliche Größe, ähnlicher Drehzahlbereich).

5 Die flexible Positionierung des zweiten Antriebsmotors EM ermöglicht ferner eine angestrebte Modularität einer Drehmomentübertragungsvorrichtung zu erreichen. Insbesondere kann eine modular einsetzbare Drehmomentübertragungsvorrichtung bereitgestellt werden, welche sowohl für eine Verwendung in einem Voll-Hybrid, einem Mild-Hybrid oder als konventionelles Getriebe geeignet ist.

10 Die flexible Positionierung des zweiten Antriebsmotors ermöglicht ferner eine Vereinfachung der Komponentengestaltung aufgrund einer Reduktion der Anzahl der unterschiedlichen Schnittstellen.

15 Mit der Anbindung des zweiten Antriebsmotor EM am ersten Hohlrad H1 des Ravigneaux-Planetengetriebesatzes kann ferner eine sehr hohe Zugkraft im „E-CVT2“-Gang im Bereich der Fahrzeugschlupfgrenze für Vorwärtsfahrt erreicht werden.

20 Mit der Anbindung des zweiten Antriebsmotor EM am ersten Hohlrad H1 des Ravigneaux-Planetengetriebesatzes kann ferner, insbesondere in Verbindung mit der erfindungsgemäß außerdem vorgesehenen und erfindungsgemäß integrierten dritten Trennkupplung C3, zum einen ein E-CVT-Modus bereitgestellt werden, in welchem Rückwärtsfahren möglich ist. Andere Anordnungen ermöglichen keinen E-CVT-Modus zum Rückwärtsfahren. Ein R-ECVT-Modus ist insbesondere beim Rangieren eines Fahrzeugs mit leerer Hybrid-Batterie vorteilhaft, da im E-CVT-Modus angefahren werden kann. Zum anderen lässt sich mit einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung im R-ECVT-Gang eine Zugkraft von etwa der Hälfte der Schlupfgrenze im R-ECVT-Gang erreichen, was einer Steigfähigkeit von mehr als 30% entspricht.

Ferner lässt sich mit einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsvorrichtung, insbesondere durch die Anbindung eines Elektromotors als zweiten Antriebsmotor EM am ersten Hohlrad H1 des Ravigneaux-Planetengetriebesatzes eine sehr hohe Ladeleistung in der Gangstufe L2(P) beim Laden im Stand erreichen.

5

Die Aufteilung des Sonnenrades S2 des zweiten Planetengetriebesatzes PGS2 in einen ersten Sonnenradteil S2-1 und einen zweiten Sonnenradteil S2-2 ist, wie vorstehend erläutert, vorteilhaft für eine Längsanordnung. Insbesondere ermöglicht die Aufteilung des zweiten Sonnenrads S2 im Vergleich zu den in Fig. 3 und 7 dargestellten Ausführungsbeispielen von Antriebssystemen 300 und 600, die ebenfalls vorteilhaft für Längsanordnungen sind, in Summe den Entfall eines Planetengetriebesatzes, denn der Doppelplanetengetriebesatz D-PGS aus den Fig. 3 und 7, welcher eine Alternative zu dem geteilten, zweiten Sonnenrad S2 zur Realisierung einer alternativen, vorteilhaften Längsanordnung ist, erfordert zwei zusätzliche Planetengetriebesätze ÜGS1 und ÜGS2, während ein geteiltes zweites Sonnenrad S2 nur einen zusätzlichen Planetensatz S2-1 bzw. S2-2 erfordert.

10

15

Wenngleich der Doppelplanetengetriebesatz D-PGS einen Planetensatz mehr erfordert als die Ausgestaltung mit einem geteilten zweiten Sonnenrad S2 bzw. S2-1 und S2-2, ermöglicht der Doppelplanetengetriebesatz D-PGS, welcher sowohl als Eingangs-Übersetzungsstufe als auch als Ausgangs-Übersetzungsstufe dient, zum einen die Verwendung eines schnell drehenden, insbesondere mit mehr als 10.000 U/min drehenden, leichten und kompakten Elektromotors als zweiten Antriebsmotor EM, welcher insbesondere koaxial zur Abtriebswelle AW und insbesondere konzentrisch außen um diese herum angeordnet werden kann und welcher insbesondere so gering dimensioniert werden kann, dass dieser in einigen Fällen sogar im Getriebetunnel angeordnet werden kann. Zum anderen kann durch die gleichzeitige Funktion als Ausgangs-Übersetzungsstufe in besonders bauraumsparender und kompakter Art und Weise ein erforderliches Achsantriebsverhältnis reduziert werden. Mit zwei einzelnen Übersetzungsstufen lässt sich diese Funktionalität nicht ohne eine Anpassung der Ausgestaltung der übrigen Komponenten der Drehmomentübertragungsvorrichtung realisieren, insbesondere nicht auf diese kompakte Art und Weise.

Selbstverständlich ist eine Vielzahl von Abwandlungen insbesondere von konstruktiven Abwandlungen möglich ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

Bezugszeichenliste

	10, 20, 30, 40, 50, 60	erfindungsgemäße Drehmomentübertragungsvorrichtung
	100, 200, 300, 400,	erfindungsgemäßes Antriebssystem
5	500, 600	
	A	Ausgangsseite der Drehmomentübertragungsvorrichtung
	AW	Abtriebswelle
	B1	erste Bremseinrichtung
	B2	zweite Bremseinrichtung
10	C0	weiteres Schaltelement
	C1	erste Trennkupplung
	C2	zweite Trennkupplung
	C3	dritte Trennkupplung
	D-PGS	Doppelplanetengetriebebesatz
15	E	Eingangsseite der Drehmomentübertragungsvorrichtung
	EM	zweiter Antriebsmotor, elektrische Maschine
	EW1	erste Eingangswelle
	EW2	zweite Eingangswelle
	FD	antreibbare Achse
20	G	Getriebegehäuse
	H1	erstes Hohlrad
	H2	zweites Hohlrad
	HW1	erste Hohlwelle
	HW2	zweite Hohlwelle
25	ICE	erster Antriebsmotor, Verbrennungskraftmaschine
	P1	erstes Planetenrad
	P2	zweites Planetenrad
	PGS1	erster Planetengetriebebesatz
	PGS2	zweiter Planetengetriebebesatz
30	PT	Planetenträger
	S1	erstes Sonnenrad
	S2	zweites Sonnenrad
	S2-1	erster Sonnenradteil

	S2-2	zweiter Sonnenradteil
	ÜG1	erster Übersetzungsgetriebeatz
	ÜG2	zweiter Übersetzungsgetriebeatz
	ÜH1	erstes Übersetzungs-Hohlrad
5	ÜH2	zweites Übersetzungs-Hohlrad
	ÜHW	Hohlwelle des Doppelplanetengetriebeatzes
	ÜP1	erstes Übersetzungs-Planetenrad
	ÜP2-1	erster Planetenradteil des zweiten Übersetzungs-Planetenrads
10	ÜP2-2	zweiter Planetenradteil des zweiten Übersetzungs-Planetenrads
	ÜPT	Übersetzungs-Planetenträger
	ÜS	Übersetzungsstufe
	ÜS1	erstes Übersetzungs-Sonnenrad
15	ÜS2	zweites Übersetzungs-Sonnenrad
	WG	weiterer Getriebeatz
	WH	erstes Getriebeelement des weiteren Getriebeatzes; weiteres Hohlrad
	WPT	zweites Getriebeelement des weiteren Getriebeatzes; weiterer Planetenträger
20	WS	weiteres Sonnenrad

Patentansprüche

1. Drehmomentübertragungsvorrichtung (10, 20, 30, 40, 50, 60), vorzugsweise für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für ein Hybridfahrzeug, wobei die Drehmomentübertragungsvorrichtung aufweist:

- eine erste Eingangswelle (EW1),
- eine zweite Eingangswelle (EW2),
- einen ersten Planetengetriebebesatz (PGS1),
- einen zweiten Planetengetriebebesatz (PGS2),
- einen weiteren Getriebebesatz (WG),
- eine erste Trennkupplung (C1),
- eine zweite Trennkupplung (C2),
- eine dritte Trennkupplung (C3),
- eine erste Bremseinrichtung (B1),
- und eine Abtriebswelle (AW),

wobei der erste Planetengetriebebesatz (PGS1) als erste Getriebeelemente ein erstes Sonnenrad (S1), ein erstes Hohlrad (H1), wenigstens ein erstes Planetenrad (P1), das mit dem ersten Sonnenrad (S1) und dem ersten Hohlrad (H1) kämmt, und einen Planetenträger (PT) zum drehbeweglichen Abstützen des wenigstens einen, ersten Planetenrades (P1) aufweist,

wobei das erste Hohlrad (H1) des ersten Planetengetriebebesatzes (PGS1) mit der zweiten Eingangswelle (EW2) drehverbunden oder drehverbindbar ist,

wobei der zweite Planetengetriebebesatz (PGS2) als zweite Getriebeelemente wenigstens ein zweites Sonnenrad (S2), wenigstens ein zweites Planetenrad (P2) und ein zweites Hohlrad (H2) aufweist, wobei das wenigstens eine, zweite Planetenrad (P2) mit dem zweiten Sonnenrad (S2), mit dem zweiten Hohlrad (H2) und mit einem der ersten Planetenräder (P1) kämmt und drehbeweglich am Planetenträger (PT) abgestützt ist,

wobei der weitere Getriebesatz (WG) ein erstes Getriebeelement (WH) und wenigstens ein zweites Getriebeelement (WPT) aufweist, wobei das erste Getriebeelement (WH) des weiteren Getriebesatzes (WG) mit der ersten Eingangswelle (EW1) drehverbunden oder drehverbindbar ist,

wobei die erste Trennkupplung (C1) ausgestaltet ist zur Drehverbindung der ersten Eingangswelle (EW1) mit dem Planetenträger (PT),

wobei die zweite Trennkupplung (C2) ausgestaltet ist zur Drehverbindung des zweiten Getriebeelements (WPT) des weiteren Getriebesatzes (WG) mit dem ersten Sonnenrad (S1) des ersten Planetengetriebesatzes (PGS1),

wobei die erste Bremseinrichtung (B1) zum lösbaren Festlegen des zweiten Sonnenrades (S2) des zweiten Planetengetriebesatzes (PGS2) ausgestaltet ist,

und

wobei die Abtriebswelle (AW) mit dem zweiten Hohlrad (H2) des zweiten Planetengetriebesatzes (PGS2) drehverbunden oder drehverbindbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Drehmomentübertragungsvorrichtung eine dritte Trennkupplung (C3) aufweist, wobei die dritte Trennkupplung (C3) ausgestaltet ist zur Drehverbindung des zweiten Getriebeelements (WPT) des weiteren Getriebesatzes (WG) mit dem zweiten Sonnenrad (S2) des zweiten Planetengetriebesatzes (PGS2).

2. Drehmomentübertragungsvorrichtung (10, 20, 30, 40, 50, 60) nach Anspruch 1, wobei die Drehmomentübertragungsvorrichtung ein weiteres Schaltelement (C0) aufweist, insbesondere eine weitere Kupplungseinrichtung (C0), wobei das weitere Schaltelement ausgestaltet ist zum Herstellen und Lösen einer Drehverbindung in einer ersten Leistungsübertragungsrichtung entlang der ersten Eingangswelle (EW1).
3. Drehmomentübertragungsvorrichtung (20, 50) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der zweite Planetengetriebesatz (PGS2) ein in einen ersten Sonnenradteil (S2-1) und einen zweiten Sonnenradteil (S2-2) geteiltes zweites Sonnenrad (S2) aufweist, wobei das wenigstens eine, zweite Planetenrad (P2) des zweiten Planetengetriebesatzes (PGS2) mit dem ersten Sonnenradteil (S2-1) und dem zweiten Sonnenradteil (S2-2) des zweiten Planetengetriebesatzes (PGS2) kämmt.

4. Drehmomentübertragungsvorrichtung (20, 50) nach Anspruch 3, wobei das erste Sonnenrad (S1) des ersten Planetengetriebesatzes (PGS1) zwischen dem ersten Sonnenradteil (S2-1) und dem zweiten Sonnenradteil (S2-2) des zweiten Planetengetriebesatzes (PGS2) angeordnet ist, bezogen auf eine Drehachse eines der zweiten Planetenräder (P2) in axialer Richtung.
5. Drehmomentübertragungsvorrichtung (40, 50, 60) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Drehmomentübertragungsvorrichtung (40, 50, 60) eine zweite Bremseinrichtung (B2) aufweist, die zum lösbaren Festlegen des Planetenträgers (PT) ausgestaltet ist.
6. Drehmomentübertragungsvorrichtung (30, 60) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Drehmomentübertragungsvorrichtung (30, 60) einen ersten Übersetzungsgetriebesatz (ÜG1) aufweist und die zweite Eingangswelle (EW2) über diesen ersten Übersetzungsgetriebesatz (ÜG1) mit dem ersten Hohlrad (H1) des ersten Planetengetriebesatzes (PGS1) drehverbunden oder drehverbindbar ist.
7. Drehmomentübertragungsvorrichtung (30, 60) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Drehmomentübertragungsvorrichtung einen zweiten Übersetzungsgetriebesatz (ÜG2) aufweist und die Abtriebswelle (AW) über diesen zweiten Übersetzungsgetriebesatz (ÜG2) mit dem zweiten Hohlrad (H2) des zweiten Planetengetriebesatzes (PGS2) drehverbunden oder drehverbindbar ist.
8. Drehmomentübertragungsvorrichtung (30, 60) nach Anspruch 6 oder 7, wobei wenigstens ein Übersetzungsgetriebesatz (ÜG1, ÜG2) als Planetengetriebesatz ausgebildet ist, insbesondere der erste Übersetzungsgetriebesatz (ÜG1) und der zweite Übersetzungsgetriebesatz (ÜG2).
9. Drehmomentübertragungsvorrichtung (30, 60) nach Anspruch 8, wobei beide Übersetzungsgetriebesätze (ÜG1, ÜG2) jeweils als Planetengetriebesätze ausge-

bildet sind und der erste Übersetzungsgetriebebesatz (ÜG1) und der zweite Übersetzungsgetriebebesatz (ÜG2) einen Doppelplanetengetriebebesatz (D-PGS) mit einem gemeinsamen Übersetzungs-Planetenträger (ÜPT) bilden.

10. Drehmomentübertragungsvorrichtung (30, 60) nach Anspruch 9, wobei der erste Übersetzungsgetriebebesatz (ÜG1) als erste Übersetzungs-Getriebeelemente ein erstes Übersetzungs-Sonnenrad (ÜS1), ein erstes Übersetzungs-Hohlrad (ÜH1) und wenigstens ein erstes Übersetzungs-Planetenrad (ÜP1) aufweist, wobei das wenigstens eine erste Übersetzungs-Planetenrad (ÜP1) mit dem ersten Übersetzungs-Sonnenrad (ÜS1) und dem ersten Übersetzungs-Hohlrad (ÜH1) kämmt und drehbeweglich am gemeinsamen Übersetzungs-Planetenträger (ÜPT) abgestützt ist, und wobei insbesondere der zweite Übersetzungsgetriebebesatz (ÜG2) als zweite Übersetzungs-Getriebeelemente ein zweites Übersetzungs-Sonnenrad (ÜS2), ein zweites Übersetzungs-Hohlrad (ÜH2) und wenigstens ein zweites Übersetzungs-Planetenrad (ÜP2-1, ÜP2-2) aufweist, das mit dem zweiten Übersetzungs-Sonnenrad (ÜS2) und dem zweiten Übersetzungs-Hohlrad (ÜH2) kämmt und drehbeweglich am gemeinsamen Übersetzungs-Planetenträger (ÜPT) abgestützt ist, wobei das wenigstens eine zweite Übersetzungs-Planetenrad (ÜP2-1, ÜP2-2) drehbeweglich gegenüber dem wenigstens einen ersten Übersetzungs-Planetenrad (ÜP1) am gemeinsamen Übersetzungs-Planetenträger (ÜPT) abgestützt ist, insbesondere unabhängig drehbar von dem wenigstens einen ersten Übersetzungs-Planetenrad (ÜP2).
11. Drehmomentübertragungsvorrichtung (30, 60) nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei wenigstens einer der Übersetzungsgetriebebesätze (ÜG1, ÜG2), insbesondere der zweite Übersetzungsgetriebebesatz (ÜG2), jeweils in einen ersten Planetenradteil (ÜP2-1) und einen zweiten Planetenradteil (ÜP2-2) geteilte Übersetzungs-Planetenräder (ÜP2-1, ÜP2-2) aufweist, wobei der erste Planetenradteil (ÜP2-1) mit dem Übersetzungs-Sonnenrad (ÜS2) des zugehörigen Übersetzungsgetriebebesatzes (ÜG2) kämmt und der zweite Planetenradteil (ÜP2-2) mit dem Übersetzungs-Hohlrad (ÜH2) des zugehörigen Übersetzungsgetriebebesatzes (ÜG2).

12. Drehmomentübertragungsvorrichtung (30, 60) nach Anspruch 11, wobei der erste Planetenradteil (ÜP2-1) und der zweite Planetenradteil (ÜP2-2) mittels einer Hohlwelle (ÜHW) miteinander verbunden sind, insbesondere drehfest.
13. Drehmomentübertragungsvorrichtung (30, 60) nach Anspruch 12, wobei die Hohlwelle (ÜHW) des Doppelplanetengetriebesatzes (D-PGS), mittels der der erste Planetenradteil (ÜP2-1) und der zweite Planetenradteil (ÜP2-2) miteinander verbunden sind, drehbeweglich um den gemeinsamen Übersetzungs-Planetenträger (ÜPT) gelagert ist, wobei der gemeinsame Übersetzungs-Planetenträger (ÜPT) insbesondere eine feststehende Achse ist.
14. Drehmomentübertragungsvorrichtung (30, 60) nach Anspruch 10 und einem der Ansprüche 12 oder 13, wobei das wenigstens eine erste Übersetzungs-Planetenrad (ÜP1) des ersten Übersetzungsgetriebesatzes (ÜG1) drehbeweglich gegenüber der Hohlwelle (ÜHW) des Doppelplanetengetriebesatzes (D-PGS) gelagert ist, insbesondere außen um die Hohlwelle (ÜHW) herum.
15. Antriebssystem (100, 200, 300, 400, 500, 600) mit einem ersten Antriebsmotor (ICE), insbesondere einer Verbrennungskraftmaschine (ICE), und wenigstens einem zweiten Antriebsmotor (EM), insbesondere einer wenigstens als Motor betreibbare elektrischen Maschine (EM), und einer Drehmomentübertragungsvorrichtung (10, 20, 30, 40, 50, 60) mit einer ersten Eingangswelle (EW1) und einer zweiten Eingangswelle (EW2), wobei der erste Antriebsmotor (ICE) mit der ersten Eingangswelle (EW1) drehverbunden oder drehverbindbar ist und der zweite Antriebsmotor (EW2) mit der zweiten Eingangswelle (EW2) drehverbunden oder drehverbindbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehmomentübertragungsvorrichtung (10, 20, 30, 40, 50, 60) nach einem der Ansprüche 1 bis 14 ausgebildet ist.
16. Antriebssystem (300, 600) nach Anspruch 15, wobei der zweite Antriebsmotor (EM) eine Rotationsachse aufweist und die Rotationsachse des zweiten Antriebsmotors (EM) coaxial zur ersten Eingangswelle (EW1) und/oder zur Abtriebswelle (AW) angeordnet ist.

17. Antriebssystem (100, 400) nach Anspruch 15 oder 16, wobei der zweite Antriebsmotor (EM) derart angeordnet ist, dass er wenigstens eine Radialebene des ersten Hohlrads (H1) des ersten Planetengetriebebesatzes (PGS1) schneidet.
18. Kraftfahrzeug, insbesondere Hybridfahrzeug, mit einem Antriebssystem (100, 200, 300, 400, 500, 600) mit einer Drehmomentübertragungsvorrichtung (10, 20, 30, 40, 50, 60), dadurch gekennzeichnet, dass die Drehmomentübertragungsvorrichtung (10, 20, 30, 40, 50, 60) nach einem der Ansprüche 1 bis 14 ausgebildet ist, wobei das Antriebssystem (100, 200, 300, 400, 500, 600) vorzugsweise nach einem der Ansprüche 15 bis 17 ausgebildet ist.

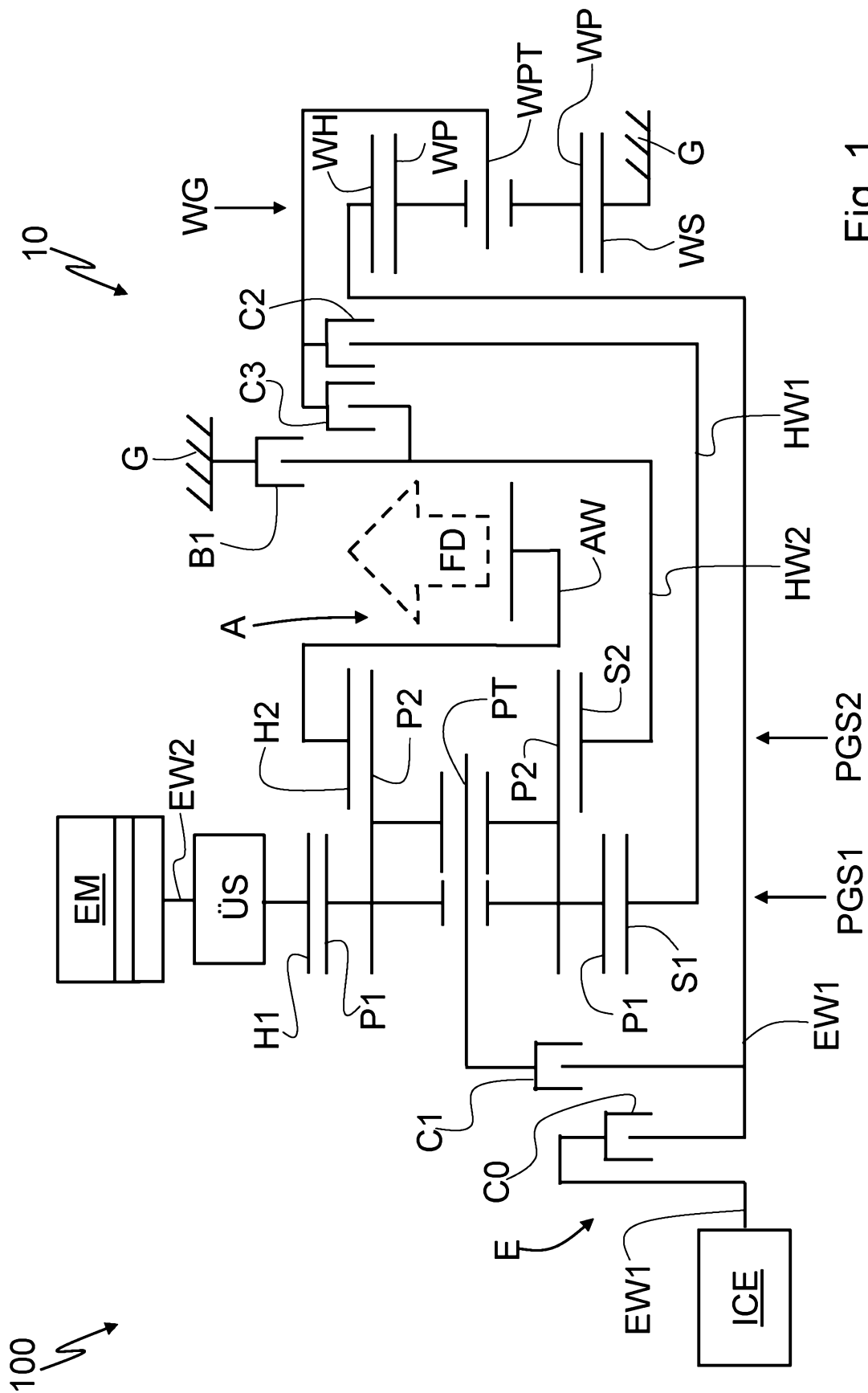
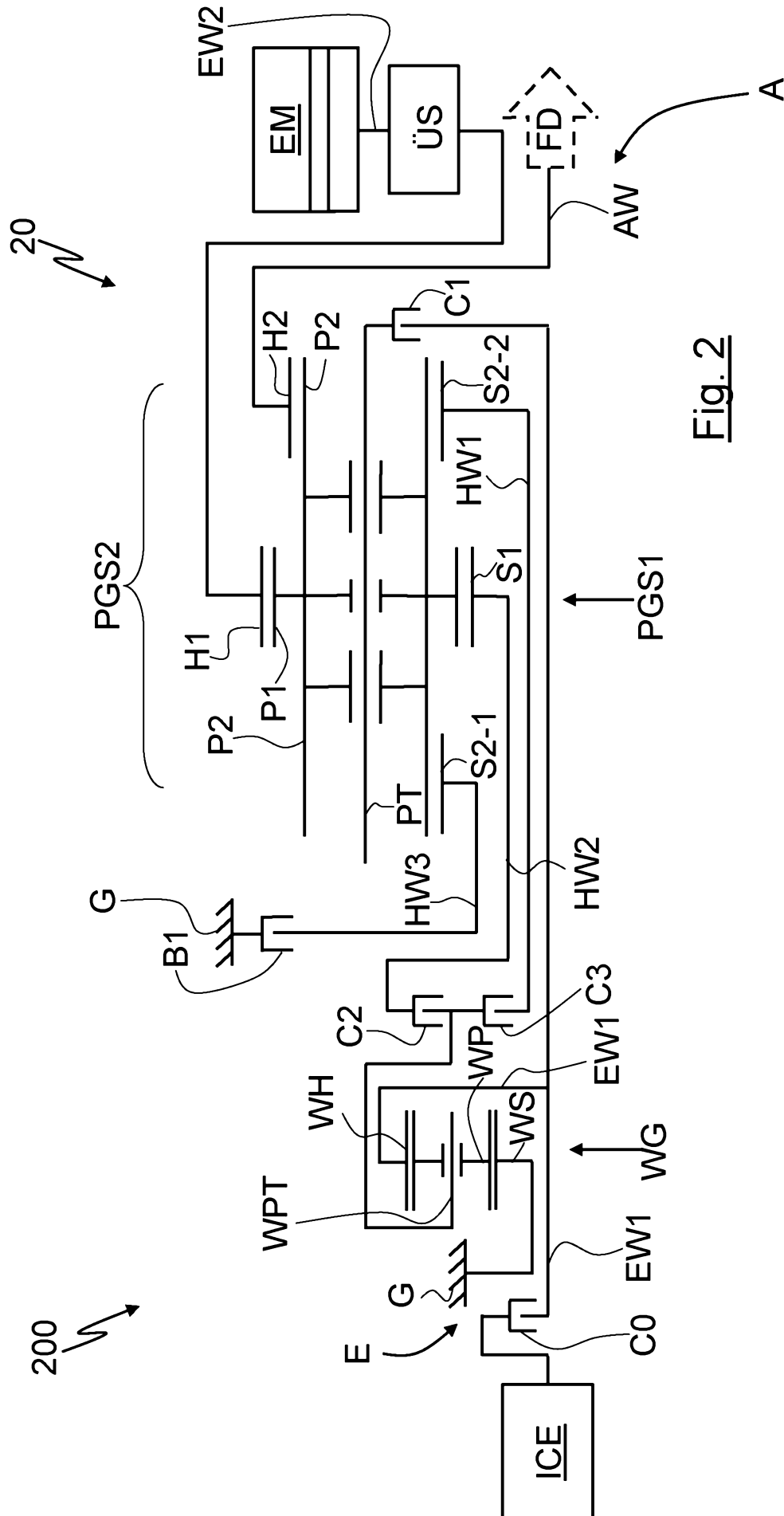


Fig. 1





	C0	C1	C2	C3	B1
1 (+EM)	X		X		X
2 (+EM)	X		X	X	
3 (+EM)	X	X	X		
4 (+EM)	X	X		X	
5 (+EM)	X	X			X
EM1 / G1		X	X		
EM2 / G2			X	X	
EM3 / G3		X		X	
EM4-A/G4-A			X		X
EM4-B/G4-B		X			X
L1(P)	X		X		
L2(P)	X	X			
L3(P)	X			X	
E-CVT1	X		X		
E-CVT2	X	X			
R-E-CVT	X			X	

Fig. 4

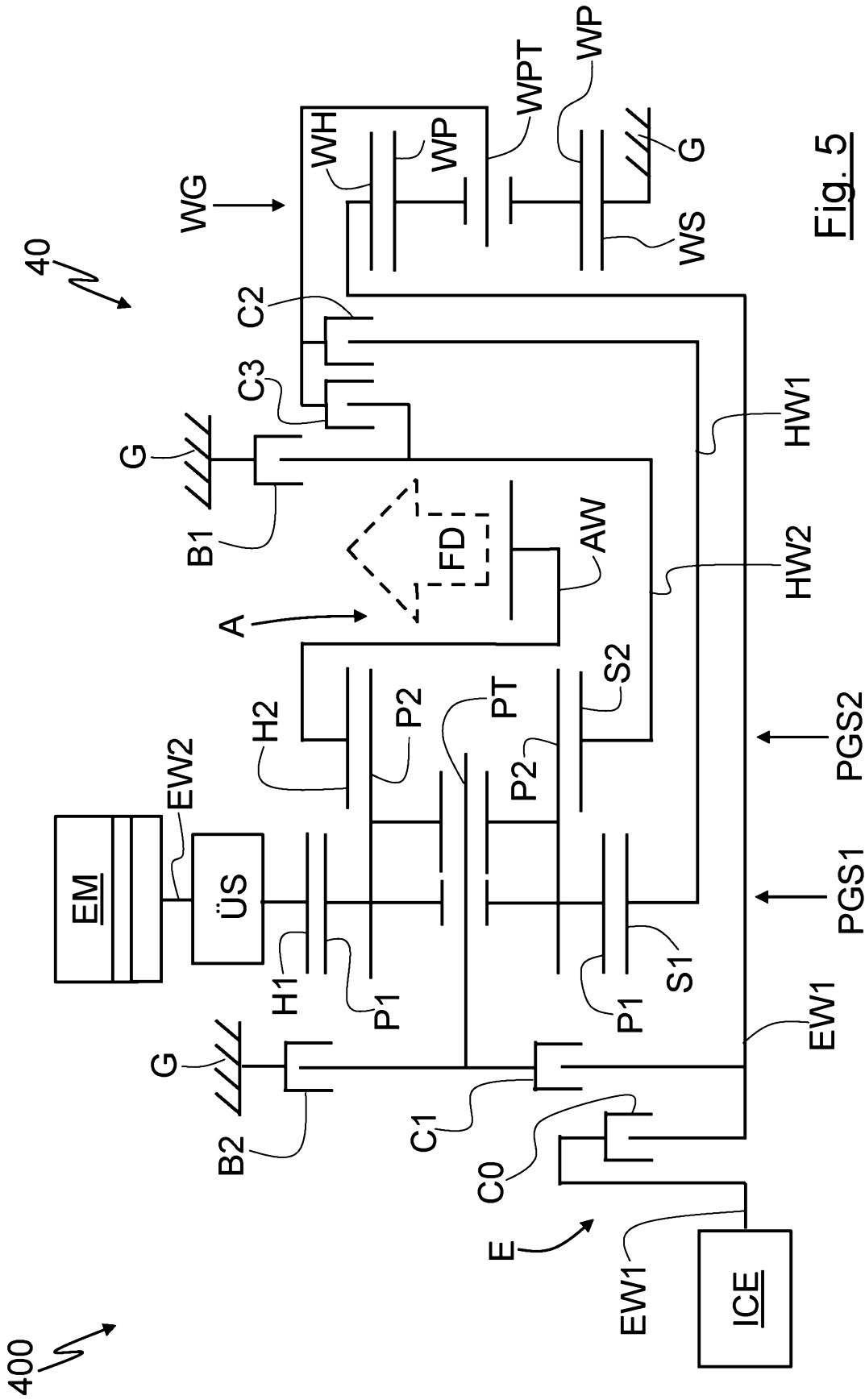


Fig. 5



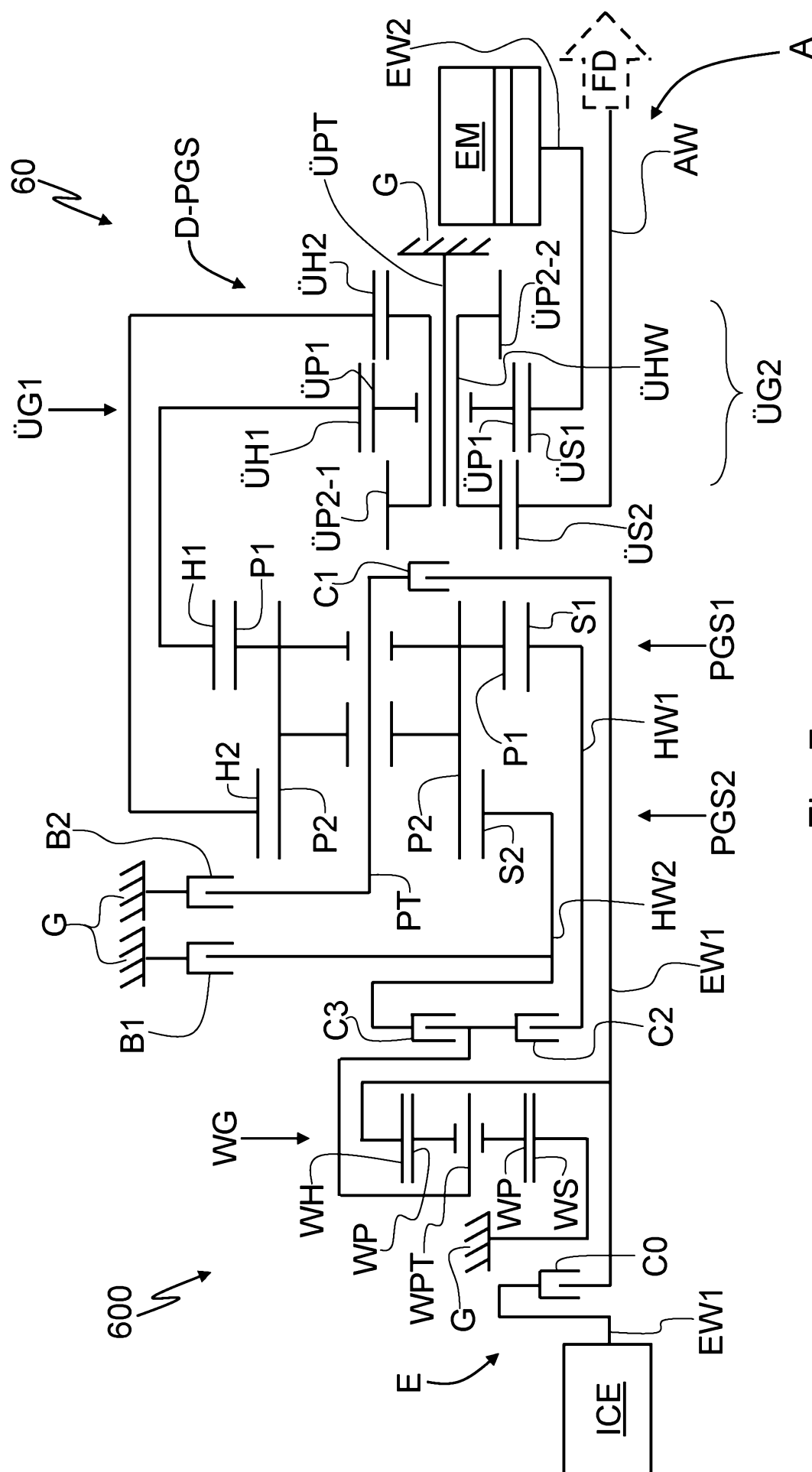


Fig. 7

	C0	C1	C2	C3	B1	B2
R(+EM)	X			X		X
1A(+EM)	X		X			X
1(+EM)	X		X		X	
2(+EM)	X		X	X		
3(+EM)	X	X	X			
4(+EM)	X	X		X		
5(+EM)	X	X			X	
EM1 / G1		X	X			
EM2 / G2			X	X		
EM3 / G3		X		X		
EM4-A/G4-A			X		X	
EM4-B/G4-B		X			X	
L1(P)	X		X			
L2(P)	X	X				
L3(P)	X			X		
E-CVT1	X		X			
E-CVT2	X	X				
R-E-CVT	X			X		

Fig. 8