(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. April 2020 (16.04.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/074675 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60K 6/365 (2007.10) *B60K 6/547* (2007.10)
B60K 6/445 (2007.10) *F16H 3/72* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/077544

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Oktober 2019 (10.10.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 125 082.7
10. Oktober 2018 (10.10.2018) DE

(71) Anmelder: **HOFER POWERTRAIN INNOVATION GMBH** [DE/DE]; Zeppelinstr. 18, 85748 Garching bei München (DE).

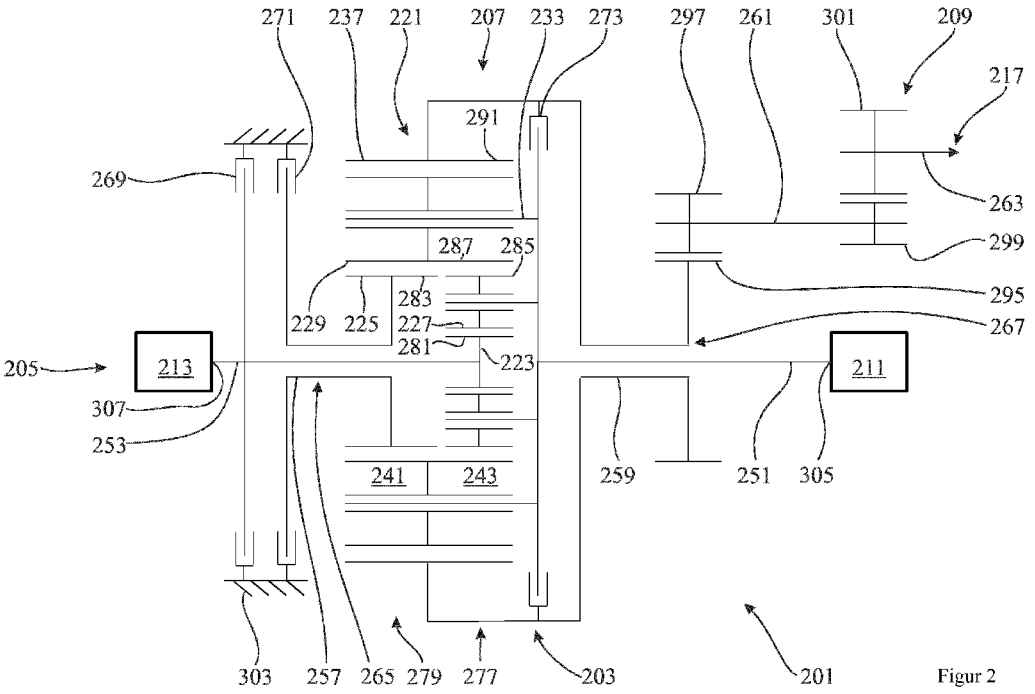
(72) Erfinder: **HOLLDORF, Fabian**; Böcklerstr. 18, 38102 Braunschweig (DE). **LOOCK, Karsten**; Weddeler Straße 9, 38104 Braunschweig (DE). **KOCH, Alexander**; Neuer Kamp 6, 38165 Essenrode (DE).

(74) Anwalt: **CREMER & CREMER PATENTANWÄLTE**; St.-Barbara-Str. 16, 89077 Ulm (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,

(54) **Title:** DEDICATED HYBRID TRANSMISSION, PARTICULARLY AS PART OF A DRIVE TRAIN, AND OPERATING METHOD OF SUCH A DRIVE TRAIN

(54) **Bezeichnung:** DEDIZIERTES HYBRIDGETRIEBE, INSBESONDERE ALS TEIL EINES ANTRIEBSSTRANGS UND BETRIEBSWEISE EINES SOLCHEN ANTRIEBSSTRANGS



Figur 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a drive unit (201) having a dedicated hybrid transmission (203), comprising an internal combustion engine (211) and at least one electric machine (213), which are connected to a common output shaft (263) by means of a planetary gear (241), (243). According to the invention, the planetary gear is a (reduced) linkage (221^{I}), which is designed particularly based on a planetary carrier (233) for at least one planetary gear wheel (227), (229), for transmitting two torques (217) which flow over at least the one planetary

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2020/074675 A1

ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

gear wheel (227), (229). A dedicated hybrid transmission (203) can be equipped as a combined summation and differential gear, particularly having a Ravigneaux planetary gear set (221), having at least three shifting elements (269), (271), (273). According to the invention, connecting an internal combustion engine (211) to a ring gear (237) of the planetary gear (241), (243), preferably via a coupling shifting element (273), provides advantageous shifting state possibilities. The electric machine (213) can be fixed to a housing (303) via a brake (269). A method for shifting according to the invention operates with a maximum of two inserted shifting elements (269), (271), (273) per operating state, particularly for a hybrid operating state. By shifting an additional coupling between the ring gear (237) and an output gear (295), a hybrid operating state or, particularly, an eCVT state can be engaged. A purely electrical drive can be undertaken by opening all shifting elements (269), (271), (273).

(57) Zusammenfassung: Eine Antriebseinheit (201) mit einem dedizierten Hybridgetriebe (203) umfasst eine Verbrennungskraftmaschine (211) und wenigstens eine Elektromaschine (213), die mittels einem Planetengetriebe (241), (243) an einer gemeinsamen Abtriebswelle (263) angeschlossen sind. Das Planetengetriebe ist ein (reduziertes) Koppelgetriebe (221^{I}), das insbesondere aufgrund eines Planetenträgers (233) für wenigstens ein Planetenzahnrad (227), (229), zur Übertragung von zwei über wenigstens das eine Planetenzahnrad (227), (229) fließenden Momentenflüssen (217) ausgebildet ist. Ein dediziertes Hybridgetriebe (203) kann als kombinierte Summier- und Differenziergetriebestufe, insbesondere mit einem Ravigneaux-Planetenradsatz (221), mit wenigstens drei Schaltelementen (269), (271), (273) ausgestattet sein. Eine Anbindung einer Verbrennungskraftmaschine (211), vorzugsweise über ein kuppelndes Schaltelement (273), an ein Hohlrad (237) des Planetengetriebes (241), (243) bietet vorteilhafte Schaltzustandsmöglichkeiten. Die Elektromaschine (213) ist über eine Bremse (269) an einem Gehäuse (303) festsetzbar. In einem Verfahren zum Schalten wird mit jeweils maximal zwei eingelegten Schaltelementen (269), (271), (273) pro Betriebszustand, insbesondere für einen Hybridbetriebszustand, gearbeitet. Durch Schalten einer weiteren Kupplung zwischen dem Hohlrad (237) und einem Abtriebszahnrad (295) ist ein Hybridbetriebszustand oder insbesondere ein eCVT-Zustand einstellbar. Ein rein elektrischer Antrieb ist durch Öffnen aller Schaltelemente (269), (271), (273) einnehmbar.

Dediziertes Hybridgetriebe, insbesondere als Teil eines Antriebsstrangs und Betriebsweise eines solchen Antriebsstrangs

Die vorliegende Erfindung behandelt eine Antriebseinheit mit einem dedizierten Hybridgetriebe, bei der ein Antriebsdrehmoment wahlweise sowohl aus einer Verbrennungskraftmaschine als auch aus wenigstens einer Elektromaschine in eine Antriebswelle weitergeleitet werden kann.

Des Weiteren behandelt die vorliegende Erfindung ein dediziertes Hybridgetriebe, das insbesondere in einer Antriebseinheit mit zwei oder mehr Antriebsquellen eingebaut werden kann.

Außerdem behandelt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Schalten eines dedizierten Hybridgetriebes zwischen verschiedenen Betriebszuständen.

Mit anderen Worten, die vorliegende Erfindung behandelt eine Antriebseinheit nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Die vorliegende Erfindung behandelt ein dediziertes Hybridgetriebe nach dem Oberbegriff von Anspruch 13.

Darüber hinaus behandelt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Schalten nach dem Oberbegriff von Anspruch 15.

Technisches Gebiet

Nach einer im Automobilbau vertretenen Auffassung zeichnet sich ein(e) „dedicated hybrid transmission“, häufig durch die Erstbuchstaben jedes Wortes des Begriffs als „DHT“ abgekürzt, dadurch aus, dass die zumindest eine vorhandene E-Maschine des Antriebsstrangs auch funktionale Aufgaben übernimmt, wodurch das DHT nur in der Kombination mit dieser im Antriebsstrang vorhandenen E-Maschine (vollumfassend) funktionstüchtig ist. Lediglich ein Anfahrelement durch eine E-Maschine zu ersetzen, ergibt aber noch kein DHT. Die E-Maschine übernimmt also eine Funktion jenseits ihrer ebenfalls vorgesehenen Nutzung als reines Anfahrelement.

Obwohl in Fachkreisen, selbst auf Fachtagungen in Deutsch, häufig nur mit dem englischen Ausdruck „dedicated hybrid transmission“ operiert wird, verbreitet sich innerhalb von manchen Entwicklergruppen nach und nach der Begriff „dediziertes Hybridgetriebe“ als „eingedeutschte Variante“ für den Begriff „DHT“ bzw. für den Begriff „dedicated hybrid transmission“.

Häufig wird der Begriff „DHT“ wiederum als Oberbegriff für Powersplit-DHTs und für Multi-Mode-DHTs verwendet. Beide DHT-Typen sind inzwischen durch einzelne Serienkraftfahrzeuge realisiert worden.

Mit dem Begriff „DHT“ wird hinlänglich gerne ein Getriebe bezeichnet, das neben der Verbrennungskraftmaschine (VKM) nur in Verbindung mit einer oder mehreren E-Maschinen bzw. Elektromaschinen funktioniert.

Bei den sogenannten „Add-on-Konzepten“ für Hybridantriebe wird üblicherweise ein bisher bekanntes Getriebekonzept mit einer E-Maschine erweitert, um irgendwelche Hybridfunktionen zu ermöglichen. Damit sind Hybridantriebsstränge in P0-, in P1-, in P2-, in P3- und/oder in P4-Konfigurationen möglich. Diese sind bezüglich ihrer elektrischen Leistung skalierbar. Häufig werden sie mit einem 48-V- oder sogar mit einem Hochvoltbordnetz kombiniert. Dadurch kann dann so ein Hybrid in unterschiedlichen Fahrzeugsegmenten eingesetzt und als Fahrzeug mit einem unterschiedlichen Hybridisierungsgrad umgesetzt werden. Zu P2-Hybriden gilt, dass diese nur mit einem vergleichsweise schlechten mechanischen Wirkungsgrad aufgrund der hohen Anzahl an Zahnrädern und Schaltelementen sowie der Aktuatorik verwirklicht werden können. Darüber hinaus erlaubt das Konzept als Parallelhybrid nur die Variation des VKM-Drehmoments durch die E-Maschine. Die Drehzahl ist durch die Gangübersetzung des Getriebes in jeder Fahrsituation fest vorgegeben.

In Powersplit-DHTs und in Multi-Mode-DHTs kann neben dem VKM-Drehmoment („Verbrennungskraftmaschinen-Drehmoment“) auch die VKM-Drehzahl variiert werden, was zu einer Betriebspunktoptimierung der VKM und somit einer höheren Antriebseffizienz führt. Dabei ist der mechanische Wirkungsgrad der Multi-Mode-DHTs aufgrund der höheren Anzahl der reibungsbehafteten Bauteile etwas niedriger als bei den PowerSplit-DHTs. Bei Verwendung einer VKM mit identischer Leistung und gleichen Fahrleistungsanforderungen werden bei dem Powersplit-DHT allerdings höhere E-Maschinen-Leistungen als beim Multi-Mode-DHT und beim P2-Hybrid benötigt. Multi-Mode-DHTs bieten jedoch mehrere Betriebsmodi. Dadurch ist es möglich — neben Hybridmodi — im rein elektrischen oder VKM-Betrieb mit mehreren Übersetzungen zu fahren, wodurch Fahrleistungs- und Effizienzvorteile gegenüber PowerSplit-

DHTs realisiert werden können.

Mit anderen Worten, bei Antriebssträngen mit einem DHT ist die E-Maschine geometrisch und funktionell stärker in das Getriebe integriert als z. B. bei den weithin verbreiteten P2-Hybriden. Eine solche Integration der E-Maschine als Teil des Getriebes ermöglicht folglich bemerkenswerte Synergieeffekte:

Z. B. kann die E-Maschine neue oder neuartige Getriebefunktionen übernehmen und dadurch beispielsweise den klassischen, mechanisch durch Drehrichtungsumkehr über Zahnräder einer (Zusatz-)Welle realisierten Rückwärtsgang überflüssig machen. Ebenfalls entfallen kann eine häufig eingesetzte Trennkupplung zwischen E-Maschine und Verbrennungsmotor, wobei letztere Maschine auch als Verbrennungskraftmaschine üblicherweise bezeichnet wird. Und schließlich lassen sich – wie eingangs schon angedeutet - dank des E-Motors auch Anfahrelemente im Getriebe einsparen.

Bei einem bestimmten Typ DHT ist also eine Drehzahlsteuerung über zumindest einen (der) E-Motor(en) möglich. In einer weiteren Ausführungsform lassen sich Synchronisierungen durch den oder die E-Motoren realisieren.

Kurzum, der oder die E-Motoren erlauben erweiterte Funktionen des Antriebsstrangs. Je nach Gestaltung geht ein DHT über die üblichen P0- bis P4-Hybride hinaus.

Die ersten Serien von DHT-Fahrzeugen gehen auf Entwicklungen zurück, die vor mehreren Jahrzehnten durchgeführt worden sind. Trotzdem ist, wie weiter oben festgehalten, die Begriffswelt bezüglich DHT noch relativ neu und nicht wirklich etabliert.

Als eine Quelle für die Begriffe und die Begriffswelt zu DHTs können ältere Schutzrechtsanmeldungen genutzt werden, worauf sich dieser Beschreibungstext ebenfalls stützt und worauf er aufbaut.

Für die eigentliche Getriebe-Baugruppe des DHTs kommen verschiedene Getriebetypen infrage (Vorgelegegetriebe, Doppelkupplungsgetriebe, Stirnradgetriebe, Planetengetriebe usw.).

Ein räumlich besonders kompakter Getriebetyp ist das Planetengetriebe, zu dem die Bauteile wenigstens eine Sonne, wenigstens ein oder mehrere Planetenzahnräder eines ersten Typs, wenigstens ein Hohlrad, wenigstens ein Steg und wenigstens der Anzahl der

Planetenzahnräder entsprechende Planetenträger gehören, wobei auch mehrere Planetenzahnräder auf einem Planetenträger angeordnet sein können. Außerdem gehören Wellen zu so einem Getriebe, damit Dreh- und/oder Antriebsmomente ein- und/oder ausgeleitet werden können. Verschiedene Schaltzustände lassen sich über Schaltelemente einstellen. Die Schaltelemente beeinflussen in Abhängigkeit ihrer Schaltstellung den Schaltzustand des Getriebes.

Stand der Technik

Die US 2015/292 600 A1 (Veröffentlichungstag: 15.10.2015; Erfinder: Xiaolin AI, Rui XUE, Zhonghe XUE, Xiaozhi AI) zeigt mehrere Hebelmodelle, von denen dann eine Variante eines entsprechenden Planetengetriebes, das in verschiedenen Schaltstellungen gezeigt wird, abgeleitet wird. Das Getriebe wird als Mehr-Moden-elektro-mechanisches-Mehrganggetriebe mit einem Anschluss für einen Verbrennungsmotor und mit zwei elektrischen Maschinen (Elektromaschinen) vorgestellt. Eingangsseitig des Getriebes, dort, wo der Verbrennungsmotor angeschlossen werden kann, ist eine koaxiale Zentralwelle vorzusehen, an deren innerer Welle ein Steg eines zweistufigen Planetengetriebes anzuschließen ist. Die zweite Elektromaschine ist aufkuppelbar an der Zentralwelle angeschlossen. Zwischen dem zweistufigen Planetengetriebe und einem nachfolgenden, einstufigen Planetengetriebe ist eine einzige Antriebsverbindung von einem Hohlrad des zweistufigen Planetengetriebes auf einen Steg des nachfolgenden, einstufigen Planetengetriebes hergestellt. Mit einer solchen Antriebskonfiguration soll es laut der Beschreibung der US 2015/292 600 A1 möglich sein, einen niedrigen Gangübersetzungsbereich, einen hohen Gangübersetzungsbereich, eine Rückwärtsfahrt, eine reine elektrische Fahrweise, eine Leerlaufbetriebsweise, eine Parksperre und ein erhöhtes Anzugsdrehmoment zum Start des Verbrennungsmotors durch Schalten von Schaltelementen und unterschiedliche Betriebsweisen der Elektromaschinen und des Verbrennungsmotors zu realisieren.

Die DE 10 2016 204 727 A1 (Anmeldetag: 22.03.2016; Anmelderin: ZF Friedrichshafen AG) zeigt vier verschiedene Ausführungsvarianten eines elektrischen Variators mit Planetengetriebe, parallel angeordnet zu einer Welle, die aus einer Brennkraftmaschine angetrieben werden soll. Der elektrische Variator wird als dediziertes Hybridgetriebe mit Koppelgetriebe bezeichnet, wobei sich die Frage aufdrängt, ob die gewählten Bezeichnungen „dediziertes Hybridgetriebe“ und „Koppelgetriebe“ der üblichen Kraftfahrzeugnomenklatur überhaupt entsprechen. Eigentlich handelt es sich bei der DE 10 2016 204 727 A1 um die

Beschreibung eines Split-Getriebes für eine landwirtschaftliche Arbeitsmaschine, die an einer Nebenabtriebswelle ein Teil des Antriebsmoments zur Verfügung stellen können soll.

Die WO 2016/075 336 A1 (Veröffentlichungstag: 19.05.2016; Anmelderin: AVL List GmbH) erläutert, dass ein Antriebsstrang mit einem einzigen Verbrennungsmotor, mit einem einzigen Elektromotor, mit zwei Bremsen und mit zwei Kupplungen zwischen acht Betriebsarten umgeschaltet werden kann. Als Betriebsarten listet die WO 2016/075 336 A1 einen Parallelhybrid-Betrieb, eine Boost-Funktion, einen Rekuperationsbetrieb und einen elektronisch gesteuerten CVT-Betrieb auf, auch als eCVT-Betrieb bezeichnet. Alle sechs in der WO 2016/075 336 A1 gezeigten Ausführungsvarianten bauen auf zwei parallelen Eingangskupplungen in der Eingangswelle auf, an der der Verbrennungsmotor sitzt. Der Eingangswelle ist also der Verbrennungsmotor vorzuschalten. Der Verbrennungsmotor kann nur mittelbar über die Eingangswelle, weil über eine von zwei Kupplungen das Drehmoment zu führen ist, auf das Getriebe einwirken. Die beiden Kupplungen sind nebeneinander anzuordnen, was einen erheblichen Bauraum erfordert, denn das gesamte mögliche Antriebsdrehmoment des Verbrennungsmotors, sozusagen das maximale Antriebsdrehmoment, ist über jede der beiden Kupplungen je nach Betriebsart zu leiten.

Die US 7 335 123 B2 (Erteilungstag: 26.02.2008; Patentinhaberin: Eaton Corporation) stellt einen Antriebsstrang in verschiedenen Schaltzuständen vor, der mit zwei ersten Antriebsmaschinen, einem Generator und einem Drehmomentwandler durch ein Planentengetriebe und ein weiteres Getriebe ausgestattet ist. Im Endeffekt setzt sich das Getriebe aus zwei Teilgetrieben zusammen, dem Drehmomentwandler und dem nachgeschalteten Getriebe, was sicherlich nicht zu einer Vereinfachung der Schaltvorgänge und der Betriebsweisen führen dürfte.

Die US 8 444 516 B2 (Erteilungstag: 21.05.2013; Patentinhaberin: Chrysler Group LLC) stellt mehrere Beispiele vor, bei denen einem Verbrennungsmotor ein Doppelkupplungsgetriebe nachgeschaltet wird, an dem eine koaxiale Welle angeschlossen ist. Zwei Elektromotoren können über ein Planetengetriebe dem Antriebsdrehmoment aufgeschaltet werden. Auf diese Weise soll ein eCVT realisiert sein, obwohl mit zwei Elektromaschinen und einem Verbrennungsmotor doch eigentlich mehr Schaltzustände und Betriebsweisen laut den weiter oben genannten Druckschriften realisierbar sein sollen.

Die DE 11 2008 001 322 T5 (Veröffentlichungstag: 16.04.2009; Anmelderinnen: Aisin AW Co., Ltd., Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha) zeigt in einer der vorgestellten Ausführungsbeispiele

eine Hybridantriebsvorrichtung mit einem Ravigneaux-Planetenradsatz als zentrales Getriebe. Vor allem werden einfache Koppelgetriebe vorgestellt, um die herum zwei sogenannte Motor-Generatoren und eine Verbrennungskraftmaschine angeordnet werden. Laut erstem Ausführungsbeispiel ist der zweite Motor-Generator über eine Stirnradstufe an der Ausgangswelle angeschlossen. In der zweiten und fünften Ausführungsvariante wird durch zwei Bremsen eine Schaltgetriebestufe hinter dem Motor-Generator geboten. In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird abgangsseitig zusätzlich ein Differential gezeigt. Sowohl die Koppelgetriebe der verschiedenen Ausführungsvarianten eins bis vier als auch die Planetengetriebevariante mit dem Ravigneaux-Planetenradsatz operieren mit drei Schaltelementen, zwei Kupplungen und einer Bremse. Soll der zweite Motor-Generator schaltbar die Ausgangswelle antreiben, so seien jeweils wenigstens zwei weitere Bremsen hierfür vorzusehen.

Die KR 10 2011 0 049 401 A (Veröffentlichungstag: 12.05.2011; Anmelderin: HYUNDAI MOTOR COMPANY) stellt durch ein einziges Ausführungsbeispiel in acht Schaubildern einen einzigen Antriebsstrang für ein Hybridfahrzeug mit einem zentral angeordneten Planetengetriebe vor. Das Planetengetriebe basiert auf einem Ravigneaux-Planetenradsatz. In den Prinzipdarstellungen des Antriebsstranges sind immer drei Antriebsmaschinen angegeben. Das durch die KR 10 2011 0 049 401 A behandelte Beispiel eines Antriebstranges operiert in Summe mit vier Kupplungen und zwei Bremsen, d. h., es werden wenigstens sechs Schaltelemente zur Schaltung sämtlicher Zustände des Getriebes benötigt. Die dargestellten Schaltzustände des Hybridantriebsstranges beinhalten jeweils wenigstens eine geschlossene Kupplung oder wenigstens eine geschlossene Bremse. Mit einem solchen Getriebe sei es möglich, bis zu sechs Schaltzustände zu realisieren (elektrischer Betrieb, Leistungsverzweigungsbetrieb, Hybridmodus, ein Underdrive-Schaltzustand, ein Direktgang mit Übersetzung 1:1 und ein Overdrive-Schaltzustand).

Die zuvor genannten Druckschriften gelten mit ihrer Benennung als vollumfänglich in vorliegende Erfindungsbeschreibung inkorporiert. Hierdurch soll vermieden werden, nicht mehr erneut und wiederholt allgemein bekannte Zusammenhänge zwischen verschiedenen, gängigen Betriebsweisen und Konfigurationen von Antriebssträngen, wie einem eCVT, einem parallelen Hybridbetriebszustand, einem seriellen Hybridbetriebszustand usw., vollumfänglich erörtern zu müssen, sondern durch Verweis auf die Druckschriften als ebenfalls definiert für vorliegende Erfindung ansehen zu dürfen.

Aus Fachdiskussionen der letzten Jahre sind immer wieder zahlreiche Wünsche und

Forderungen an sowie denkbare Einsatzmöglichkeiten von Hybridantriebssträngen zu entnehmen. Generell gelten nämlich hybridisierte Antriebsstränge in einem Kraftfahrzeug als vorteilhafte Antriebstränge, deren (theoretisch laut Fachdiskussionen erzielbares) Potential von den bisher bekannten Antriebssträngen aber noch nicht in Gänze ausgeschöpft wird.

Aufgabenstellung

Um möglichst viele verschiedene Betriebsmoden und Betriebsweisen durch einen Hybridantriebsstrang zu realisieren, werden häufig äußerst komplexe Steuerungen für die Komponenten des Antriebstrangs, insbesondere für seine Schaltelemente, entworfen, was durch eine entsprechend umfangreiche, zeitintensiv durchzuführende und fehleranfällige Kraftfahrzeugsteuergeräte-Software-Entwicklung abzufangen ist. Es stellt sich also die Frage, wie ein Hybridantriebsstrang realisiert werden könnte, der zumindest einen parallelen Hybridmodus mit idealerweise mehreren Gängen, einen eCVT-Betriebsmodus und eine reine elektrische Betriebsweise anbieten sollte, wobei ein Wechsel zwischen den Schaltzuständen möglichst einfach und damit zuverlässig realisierbar sein sollte.

Mit anderen Worten, es wäre wünschenswert, mit möglichst wenigen Schaltelementen durch eine möglichst einfache, nicht komplexe Steuerung einen Hybridantriebsstrang zu betreiben, der sicher zumindest die drei verschiedenen Betriebsmodi „paralleler Hybrid, eCVT und (reiner) Elektroantrieb“ anbietet. Stünde darüber hinaus eine Getriebebauform zur Verfügung, die vergleichsweise kompakt ausgeführt werden kann, so wäre eine für einen Einbau in einem Kraftfahrzeug interessante Lösung gefunden worden.

Erfindungsbeschreibung

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch eine Antriebseinheit nach Anspruch 1 gelöst.

Dafür wird ein geeignetes dediziertes Hybridgetriebe in Anspruch 13 beschrieben.

Ein geeignetes Betriebsverfahren lässt sich Anspruch 15 entnehmen.

Vorteilhafte Weiterbildungen lassen sich den abhängigen Ansprüchen entnehmen.

Nachfolgend wird immer wieder von einem Koppelgetriebe bzw. von einem Umlaufräderkoppelgetriebe gesprochen. Hierdurch sollen insbesondere reduzierte Umlaufräderkoppelgetriebe adressiert sein. Werden mehrere einzelne Umlaufgetriebe zum Aufbau eines zusammengesetzten Umlaufgetriebes miteinander verbunden, so besteht für jede einzelne Welle dieser Teilgetriebe zunächst einmal die (theoretische) Möglichkeit, sie als An- oder Abtriebswelle anzuschließen, sie durch Befestigung am Gehäuse des Getriebes stillzusetzen oder sie mit einer beliebigen Welle eines anderen Teilgetriebes zu koppeln. Werden bei einem wenigstens drei Wellen umfassenden Umlaufgetriebe jeweils mindestens zwei Wellen derart miteinander gekoppelt, dass diese zwei Wellen miteinander fest verbunden sind, so kann ein solches Getriebe als Koppelgetriebe, präziser als Umlauf-Koppelgetriebe (bzw. Planeten-Koppel-Getriebe), bezeichnet werden. Zwischen den gekoppelten Wellen des (eigentlich) aus mehreren Teilgetrieben bestehenden Umlauf-Koppelgetriebes ist eine nicht schaltbare Verbindung gegeben, d. h., die Verbindung zwischen den gekoppelten Wellen ist permanent in dem Umlauf-Koppelgetriebe vorhanden. In diesem Zusammenhang versteht ein Fachmann, dass zu einer solchen Beschreibung auch Ausgestaltungen von verschachtelten Getrieben und von reduzierten (Koppel-)Getrieben, wie z. B. von Planetengetrieben mit einem Ravigneaux-Radsatz und/oder einem Lepelletier-Radsatz, gehören, die mit mehrfach genutzten Rädern bzw. Wellen operieren. Eine Koppelung ist also auch über eine Mehrfachnutzung einer Welle (d. h. nicht nur durch eine mechanische Anbindung, sondern auch durch eine Verwendung einer Welle in mehreren Teilgetrieben) herstellbar.

Zur Bildung eines gekoppelten Planetengetriebes kommen zumindest zwei Planetenteilgetriebe, ggf. auch mehr als zwei Planetenteilgetriebe, in Betracht, bei denen je eine Welle pro Planetenteilgetriebe im Sinne eines Stegwellenäquivalents zu der anderen Welle des anderen Planetenteilgetriebes gekoppelt ist. Je eine Welle pro Planetenteilgetriebe entspricht als Teilwelle einer Standgetriebewelle. Wird ein gemeinsamer Steg in einem solchen Koppelgetriebe ausgebildet, so kann von einem Einsteg-Koppelgetriebe, von einem Einsteg-Planetengetriebe bzw. von einem Einsteg-Umlauf-Koppelgetriebe gesprochen werden. Wird in einem Einsteg-Planetengetriebe durch Vereinigung von je zwei gleichen Zentral- und Planetenrädern der bauliche Umfang reduziert, so kann dieses Planetengetriebe als reduziertes Koppelgetriebe bezeichnet werden.

In die Kategorie der reduzierten Planeten-Koppel-Getriebe gehören solche Planetengetriebe wie ein Koppelgetriebe nach Wolfrom oder auch ein Ravigneaux-Planetengetriebe (also mit einem Ravigneaux-Planetenradsatz). Eventuell kann auch ein Lepelletier-Planetengetriebe (also mit einem Ravigneaux-Planetenradsatz und einem, insbesondere vorgeschalteten,

weiteren Planetengetriebe) in diese Kategorie einsortiert werden. Ein weiterer Typ eines reduzierten Planeten-Koppel-Getriebes ist ein Getriebe des Typs „minuteman cover drive“. In die Kategorie der Planeten-Koppel-Getriebe fällt auch das Getriebe mit einem Simpson-Planetenradsatz.

Wie eingangs der Beschreibung schon angedeutet, ist ein elektrisch leistungsverzweigtes Getriebe (eCVT) z. B. durch eine Kopplung von Getriebeelementen mit einem elektrischen Variator zu bilden. Teil des Variators können mindestens zwei elektrische Maschinen sein, wobei in der Betriebsweise eCVT eine Elektromaschine motorisch und eine Elektromaschine generatorisch arbeitet. Zur Steuerung der Maschinen und der Vorrichtung kann noch eine Platine mit Leistungselektronik vorgesehen sein. Durch die Wandlung von mechanischer in elektrische Energie ergibt sich die Möglichkeit, eine Einstellung unterschiedlicher Drehzahlen und Drehmomente der Wellen des Variators vorzunehmen. Bei einem solchen Prinzip lässt sich die durch eine Verbrennungskraftmaschine erzeugte Leistung auf einen mechanischen und auf einen elektrischen Zweig aufteilen. Analog zur Abkürzung CVT (engl.: „continuously variable transmission”) wird diese Antriebsart auch als EVT (engl.: „electric variable transmission“) oder eCVT bezeichnet. Durch einen Schaltzustand befindet sich das Getriebe in einem eCVT-Betriebszustand.

Stellt ein Antriebsstrang eine Möglichkeit zu einem parallelen Hybrid zur Verfügung, so ist ein direkter, mechanischer Durchtrieb von einer Verbrennungskraftmaschine bis zum Rad möglich. Ein des Weiteren im Antriebsstrang vorhandener elektrischer Zweig wird sozusagen parallel geschaltet. Der elektrische Zweig kann nach Belieben zu- oder abgeschaltet werden.

Vorteilhaft ist es außerdem, wenn die Verbrennungskraftmaschine und die Elektromaschine abkuppelbar sind – das Fahrzeug kann in verschiedenen Betriebszuständen bzw. Schaltzuständen dann rein elektrisch, konventionell, d. h. verbrennungsmotorisch und auch gemischt betrieben werden.

Beim parallelen Hybrid ist ein Addieren der abgegebenen Leistung möglich. Solche Konzepte beinhalten neben den beiden Antriebsmotoren und dem einen oder den mehreren Energiespeichern ein oder mehrere Getriebe, Kupplungen oder Freiläufe. Die abgegebenen Leistungen von Elektro- und Verbrennungsmotor können mechanisch mittels Momentenaddition (z. B. durch ein Stirnradgetriebe, durch eine direkte Kopplung oder auch durch eine Kette) überlagert werden.

Vorteilhaft aus einem Leistungsblickwinkel und aus Effizienzgründen können einzelne Gänge im Schaltzustand „paralleler Hybrid“ ausgewählt werden. Der parallele Hybrid unterteilt sich dann in mehrere Gänge im Schaltzustand „paralleler Hybrid“. Somit gibt es einen ersten Gang im Schaltzustand „paralleler Hybrid“, ein zweiter Gang im Schaltzustand „paralleler Hybrid“ und eventuell weitere Gänge, wie ein dritter und gegebenenfalls ein vierter Gang des Schaltzustands „paralleler Hybrid“.

Durch einen weiteren Schaltzustand, der in einer frei wählbaren Weise durch einen Antriebsstrang einschaltbar sein sollte, ist eine serielle Hybridbetriebsweise einstellbar, die darauf fußt, dass die Verbrennungskraftmaschine mit einem Generator gekoppelt ist. Darüber hinaus umfasst der Antriebsstrang eine Elektromaschine zum Antrieb von Rädern eines Kraftfahrzeugs mit einem entsprechenden Antriebsstrang. In einem Betriebszustand „serieller Hybrid“ besteht keine mechanische Verbindung zwischen Verbrennungskraftmaschine und einer Antriebswelle. Eine Verbindung erfolgt nur elektrisch, genauer über zwei Umrichter (oder einen Gleichrichter und einen Umrichter) und ggf. einen sogenannten elektrischen Zwischenkreis. Die für den Antrieb eines Kraftfahrzeugs benötigte Energie wird von einer Ladegruppe, gebildet aus Verbrennungskraftmaschine und Generator, erzeugt. Diese elektrische Energie steht zur Verfügung, um direkt durch eine zweite Elektromaschine, die als Elektrofahrmotor genutzt wird, in Antriebsleistung transferiert zu werden als auch zum Nachladen eines elektrochemischen Speichers (Batterie(n) bzw. Akkumulator(en)) verwendet zu werden.

Günstig ist es, wenn eine Antriebseinheit in der Lage ist, verschiedene Schaltzustände einzunehmen, wodurch unterschiedliche Hybridbetriebsweisen realisiert werden können.

Generell lässt sich sagen, eine Antriebseinheit des Kraftfahrzeugs dient zu dessen Antrieb, also seiner Fortbewegung oder zumindest zur Fortbewegung eines Teils des Kraftfahrzeugs, wie z. B. von einem Ausleger, von einem Arm oder von einem Kran.

Vorteilhafterweise umfasst die Antriebseinheit ein dediziertes Hybridgetriebe, d. h., neben eigentlichen Getriebekomponenten sind Teil der Antriebseinheit zum einen eine Verbrennungskraftmaschine und zum anderen wenigstens eine Elektromaschine, vorzugsweise gehören zu der Antriebseinheit zwei Elektromaschinen. Diese Motoren sind auf das Getriebe draufgeschaltet bzw. sind draufschaltbar (es kann auch gesagt werden aufschaltbar), um aus dem Getriebe ein Hybridgetriebe zu machen. Das Getriebe ist für eine Drehmomentein- und -ausleitung von verschiedenen Motoren, d. h. für Motoren unterschiedlichen Typs

ausgelegt. Die Antriebseinheit ist Teil eines Antriebsstrangs, der ein Drehmoment aus entweder der Verbrennungskraftmaschine und/oder aus wenigstens einer Elektromaschine bis zum Antrieb von beweglichen Komponenten, wie z. B. von wenigstens zwei Straßenrädern, des Kraftfahrzeugs weiterleiten kann. Das Hybridgetriebe ist ein dediziertes Hybridgetriebe. Es kann mehrere Schaltzustände durch Schalten von Schaltelementen einnehmen. Hierbei werden die vorhandenen Elektromaschinen funktionell genutzt, zum Beispiel zur Lieferung eines weiteren Drehmoments im Antriebsstrang.

Die Verbrennungskraftmaschine leitet ihre Antriebsleistung und damit ihr Antriebsdrehmoment über eine Welle unmittelbar in das dedizierte Hybridgetriebe ein. Die Verbrennungskraftmaschine ist – in einer Ausgestaltung - wellenangebunden an weitere Komponenten des dedizierten Hybridgetriebes. Es kann aber auch günstig sein, die Verbrennungskraftmaschine wellenanbindbar zu gestalten, z. B. mithilfe oder über eine Kupplung. Die Welle, über die Drehmoment aus der Verbrennungskraftmaschine an Getriebeteile des dedizierten Hybridgetriebes weitergeleitet wird, kann an einer drehenden Komponente der Verbrennungskraftmaschine, wie zum Beispiel an einer Schwungmasse oder an einer Kurbelwelle oder an einem Schwingungsdämpfer, befestigt, zum Beispiel angeflanscht, sein. Ist die Verbrennungskraftmaschine fix angebunden an eine Welle, also wellenangebunden, so ist eine Trennung zwischen Verbrennungskraftmaschine und Hybridgetriebe nicht möglich. Die Verbrennungskraftmaschine ist fest bzw. untrennbar über ihre Eingangswelle mit dem Hybridgetriebe verbunden.

Über eine weitere Welle des dedizierten Hybridgetriebes ist wenigstens eine Elektromaschine wirkverbunden mit dem Getriebe zu einer Antriebseinheit zusammengeschlossen. Die Elektromaschine kann so an dem Hybridgetriebe angebracht sein, dass die Welle der Elektromaschine über eine Kupplung mittelbar an den Planetenradsatz des Getriebes ankuppelbar ist. Im Endeffekt kann Antriebsleistung der Elektromaschine in das Getriebe eingeleitet werden, womöglich nur in den Fällen, in denen eine Kupplung zwischen Elektromaschine und der entsprechenden Welle des dedizierten Hybridgetriebes geschlossen ist. Um diesen Sachverhalt präzise auszudrücken, kann auch von einer wirkverbindbaren Elektromaschine gesprochen werden.

Ein, insbesondere mehrstufiges, Planetengetriebe ist so Teil des dedizierten Hybridgetriebes, wodurch aus dem Planetengetriebe eine gemeinsame Abtriebswelle herausgeführt ist. Das Planetengetriebe ist an dieser gemeinsamen Abtriebswelle angeschlossen. Die Abtriebswelle kann z. B. eine Welle eines Differentials sein.

Zur Ausbildung des Antriebsstrangs schließen sich womöglich hinter dem Differential in Richtung auf die Straßenräder noch Gelenkwellen an.

Vorteilhafterweise ist das Planetengetriebe als Koppelgetriebe, insbesondere als reduziertes Koppelgetriebe, ausgestaltet. Dadurch ist die Möglichkeit geschaffen, mit wenigen Schaltelementen verschiedene Eingriffe in den Betriebsmodus des Planetengetriebes und damit in dem dedizierten Hybridgetriebe vorzunehmen.

Das Planetengetriebe, das als Koppelgetriebe, insbesondere als reduziertes Koppelgetriebe, ausgestaltet ist, kann den Namen Koppelgetriebe in einer Ausgestaltung der Erfindung dadurch besetzen, dass ein Planetenträger des Planetengetriebes der einzige, insbesondere zahnradvereinigende Planetenträger ist.

Ein solcher Planetenträger sollte zugleich ein Rotationszentrum für wenigstens ein Planetenzahnrad darstellen.

Über ein so gestaltetes Planetenzahnrad ist es möglich, zwei voneinander unabhängige Momentenflüsse über das Planetenzahnrad zu führen.

Durch den Rückgriff auf die Ausgestaltung des Planetengetriebes als Koppelgetriebe (z. B. als reduziertes Koppelgetriebe) ist ein weiterer Integrationsgrad erzielbar.

Teil der Antriebseinheit ist das dedizierte Hybridgetriebe. Das dedizierte Hybridgetriebe, das eine eigenständige, zudem selbständig schon eine abgeschlossene, jedoch durch Wellen außerhalb anschließbare Komponente ist, soll in Bezug auf erläuterungswürdige Einzelheiten nachfolgend vorgestellt werden.

In den nächsten Absätzen findet nun eine Konzentration auf das dedizierte Hybridgetriebe statt, das zwischen einer Anzahl von Antriebsmotoren als mechanisch verbindendes Glied eingebaut werden kann.

Das Hybridgetriebe ist vorteilhafterweise als kombinierte Summier- und Differenziergetriebestufe ausgestaltet.

Eine Summiergetriebestufe zeichnet sich – in einer Betrachtungsweise – durch die Addition von

Drehmomenten aus, die auf eine Ausgangswelle (sozusagen „summiert“) geleitet werden. Eine Summiergetriebestufe zeichnet sich – in einer anderen Betrachtungsweise – durch die Addition von Drehzahlen aus (sozusagen durch eine „Drehzahladdition“). Je nach Ausgestaltung der Summiergetriebestufe kann eine der beiden Arten für die Addition realisiert sein, insbesondere beide Additionen.

Eine Differenziergetriebestufe gibt über eine abtreibende Welle die Differenz zweier Wellen weiter, sei es in Bezug auf ein Drehmoment oder sei es in Bezug auf eine Drehzahl.

Zu dem Hybridgetriebe gehört vorteilhafterweise, wie oben bereits angedeutet, eine Kombination, die als Ravigneaux-Planetenradsatz arbeiten kann, z. B. indem tatsächlich ein Ravigneaux-Planetenradsatz eine der zentralen Komponente bzw. Baugruppe des dedizierten Hybridgetriebes ist. Zentral um ein Planetengetriebe mit einem besonders vorteilhaft zu verwendenden Ravigneaux-Radsatz bzw. Ravigneaux-Planetenradsatz sind die Antriebseinheiten des Antriebsstrangs angeordnet.

Zum Schalten der verschiedenen Betriebszustände hat das Hybridgetriebe wenigstens drei Schaltelemente. Als Schaltelemente kommen vorzugsweise solche Schaltelemente wie Bremse und/oder Kupplung infrage. In einer besonders günstigen Ausgestaltung mit zwei Elektromaschinen und einer Verbrennungskraftmaschine ist es möglich, an dem (reduzierten) Planeten-Koppelgetriebe, wie z. B. an dem Ravigneaux-Planetenradsatz bzw. an dem Planetengetriebe mit einem Ravigneaux-Planetenradsatz, genau vier Schaltelemente zu platzieren. Zwei der Schaltelemente sind vorzugsweise Bremsen. Zwei der vier Schaltelemente sind vorzugsweise Kupplungen. Die Schaltelemente können als hydraulisch zu betätigende Schaltelemente ausgeführt sein. Hierdurch kann das dedizierte Hybridgetriebe mit äußerst kurzen Schaltzeiten operieren. Der Druck der Hydraulikflüssigkeit der hydraulisch zu betätigenden Schaltelemente kann auf einem solchen Druckniveau gewählt werden, dass Schaltzeiten im Millisekunden-Bereich durchführbar sind. Ein Schaltelement, das dem eigentlichen Hybridgetriebe zugeordnet wird, ist ein Schaltelement, das eine Kraftein- oder Kraftausleitung bzw. eine Drehmomentein- oder Drehmomentausleitung in eine für eine Drehung vorgesehene Komponente beeinflussen kann, wie z. B. unterbinden oder herstellen kann.

Die Verbrennungskraftmaschine hat vorteilhafterweise eine solche Position in dem gesamten Antriebsstrang mit einem entsprechenden dedizierten Hybridgetriebe, dass die Verbrennungskraftmaschine auf ein Hohlrad des Planetengetriebes einwirkt – sei es direkt oder

indirekt.

Eine Anbindung der Verbrennungskraftmaschine an das zumindest eine Hohlrad des Planetengetriebes ist vorzugsweise nicht unmittelbar gegeben, sondern die Verbindung zwischen Verbrennungskraftmaschine und Hohlrad ist – in einer vorteilhaften Ausführungsform - über ein kuppelndes Schaltelement herstellbar. Ist das kuppelnde Schaltelement in einem eingelegten Zustand, d. h., verbindet das Schaltelement kraftflussmäßig zwei Komponenten des Getriebes, so kann ein Drehmoment des Planetengetriebes über das Hohlrad weitergeleitet werden. Es kann also auch gesagt werden, die Verbindung zwischen Verbrennungskraftmaschine und Hohlrad ist in einer vorteilhaften Ausgestaltung nur indirekt gegeben. Zwischen beiden Komponenten des Antriebsstrangs bzw. der Antriebseinheit gibt es, z. B. den Planetenträger, alternativ wenigstens eine Strecke der vorhandenen Planetenstrecken. Das Schaltelement ist z. B. zwischen Planetenträger und Hohlrad angeordnet. In einer alternativen Ausgestaltung kann die von der ersten Antriebseinheit (z. B. „VKM“) angetriebene eine Sonne (der insbesondere mehreren Sonnen) mit auf einem Steg angeordneten Planeten kämmen, wobei der Steg von einem äußeren Hohlrad des Planetengetriebes durch das Schaltelement abkuppelbar oder festsetzbar ist. Zutreffender wird in dem Fall von einer „indirekten“ Anbindung geredet.

Eine der Elektromaschinen der zuvor besprochenen Antriebseinheit kann über ein hydraulisches Betätigungselement wie eine Kupplung oder Bremse Teil der Antriebseinheit sein. Die Elektromaschine, vorzugsweise die erste von mehreren Elektromaschinen ist so gestaltet, dass eine hydraulisch betätigbare Bremse die Elektromaschine stillsetzen kann. Vorteilhaft ist es, wenn die Bremse eine Koppelung gegenüber dem Gehäuse des Hybridgetriebes herstellt. Zudem sind Schaltelemente energetisch vorteilhaft, die hydraulisch geschaltet werden können.

Zahlreiche Versuche, an welchen Stellen einzugreifen ist, um zu vorteilhaften Veränderungen der Schaltzustände in dem dedizierten Hybridgetriebe zu gelangen, führten zu der Erkenntnis, dass es vorteilhaft sein kann, wenn in einem Schaltzustand mittels einer Bremse die Elektromaschine an einem der Gehäuse des Hybridgetriebes festsetzbar ist.

Vorteilhafterweise ist das dedizierte Hybridgetriebe so ausgelegt, dass eine Bremse eine der Sonnen, insbesondere des Ravigneaux-Planetenradsatzes, festlegen kann. Die Bremse wirkt im eingeschalteten Zustand auf eine der Sonnen des Planetenradsatzes, insbesondere des Ravigneaux-Planetenradsatzes. Hierbei kann eine weitere Bremse dazu dienen, wahlweise

eine zweite Sonne des Planentenradsatzes festzusetzen.

Wie sich aus der Auflistung der wenigen Schaltelemente ergibt, zeigt die vorliegende Erfindung auf, wie mit einem günstigen Planetenradsatzgetriebe und mit maximal vier Schaltelementen (wenn die unmittelbar am Hybridgetriebe angebundenen Schaltelemente gezählt werden) eine kompakte, einfache, möglichst zuverlässige Drehmomentenwandlerbox entworfen worden ist. Mit anderen Worten, die Angabe „maximal vier Schaltelemente“ bezieht sich auf die Drehmomentenwandlerbox bzw. das eigentliche Hybridgetriebe.

Entfernt von dem eigentlichen Hybridgetriebe kann in der Antriebseinheit wenigstens ein weiteres Schaltelement vorhanden sein.

In der Antriebseinheit kann neben den maximal vier Schaltelementen, ggf. auch nur den drei vorhandenen Schaltelementen, noch ein weiteres Schaltelement vorhanden sein. Das sozusagen fünfte Schaltelement kann Teil der von einem Antriebsaggregat stammenden Welle sein. Das fünfte Schaltelement kann als Antriebsaggregat-Schaltelement bezeichnet werden. Das Antriebsaggregat-Schaltelement ist dafür da, ein Antriebsaggregat, wie die Verbrennungskraftmaschine („VKM“), also das erste Antriebsaggregat, von der übrigen Antriebseinheit abzukoppeln. Hierdurch erspart sich die Antriebseinheit das Mitschleppen von unnötigen, insbesondere sich bewegenden Massen, wie z. B. von Hubkolben oder wie z. B. von Kurbelwellen. Das Antriebsaggregat-Schaltelement kann als Trennelement zum Abkuppeln bzw. Trennen eines Antriebsaggregats von einer in das Hybridgetriebe führenden Welle dienen.

In einer besonders günstigen Ausgestaltung können vier Schaltelemente Teil des Planetengetriebes und der in das Planentengetriebe hinführenden Wellen sein. Ein fünftes Schaltelement, das auch als C_0-Kupplung oder K_0-Kupplung bezeichnet werden kann, ist für das wahlweise Abtrennen eines Antriebsaggregats, insbesondere der Verbrennungskraftmaschine, vorgesehen. Ein trennendes Schaltelement kann unmittelbar benachbart zur Schwungmasse, Kurbelwelle, Massenausgleichsrad oder dergleichen abtriebsseitig am Anfang einer in das Planetengetriebe führenden Welle sitzen.

Auf die C_0- bzw. K_0-Kupplung kann in den Fällen verzichtet werden, in denen die träge Masse der Verbrennungskraftmaschine ohne jegliche Kompressionsbildung bewegt werden kann, z. B. einfach mitgeschleppt werden kann („VKM-Schleppbetrieb“).

Die Schaltoptionen bzw. sämtliche Zustände, in die geschaltet werden können, sind in einer

positiv gestalteten Schaltmatrix zusammengestellt, wenn in der Schaltmatrix nur wenige Bremsen, z. B. nur eine oder maximal nur zwei Bremsen aufscheinen, durch die Teile des Getriebes gegenüber dem Gehäuse festgesetzt werden müssen bzw. festgesetzt werden können. Vorteilhafterweise werden somit nur wenige Komponenten, die gegenüber dem Gehäuse des Getriebes fixierbar sind, zu (so genannten) Standkomponenten.

Das dedizierte Hybridgetriebe lässt sich in verschiedene Schaltzustände schalten. Die Zusammenhänge zwischen ein- und ausgelegtem Schaltelement und Betriebszustand der Antriebseinheit lässt sich besonders eingängig anhand einer Schaltmatrix verdeutlichen.

Die Schaltmatrix lässt sich positiv weiterentwickeln, wenn jeder der zur Verfügung stehenden Schaltzustände dadurch einschaltbar bzw. einnehmbar ist, dass nicht mehr als zwei Schaltelemente eingelegt sein müssen. Jeweils zwei Schaltelemente sind maximal in den eingelegten Zustand zu versetzen, um irgendeinen Betriebszustand des Hybridgetriebes einzunehmen.

Die Schaltmatrix spiegelt die Schaltzustände der Schaltelemente wieder. Die Schaltzustände können durch das Ein- und Auslegen zweier Bremsen und aufgrund des Einlegens und Auslegens zweier Kupplungen eingenommen werden. Von diesen insgesamt vier am Getriebe angebrachten Schaltelementen sind dann maximal zwei Schaltelemente einzulegen, um in einen bestimmten Hybridbetriebszustand umzuschalten.

Wie gesagt, das Planetengetriebe umfasst ein Hohlrad. Das Hohlrad kann als äußere Zahnradkomponente eines Planetenradsatzes, wie eines Ravigneaux-Planetenradsatzes, die weiteren Komponenten des Planetengetriebes einschließen bzw. einfassen. Zwischen dem Hohlrad und einem Abtriebszahnrad der Antriebseinheit kann eine Kupplung angeordnet sein. Diese kann eine Verbindung zwischen dem Hohlrad und dem Abstriebszahnrad, ggf. durch eine indirekte bzw. weitere Komponenten umfassende Verbindung, herstellen. Wird diese an dem Hohlrad angeschlossene Kupplung eingeschaltet, so kann das Planetengetriebe bzw. die Antriebseinheit in einen eCVT- oder einen Hybridbetriebszustand, insbesondere einem parallelen Hybridzustand, übergeführt werden.

Diese Schaltbedingungen auf den Betriebszustand „paralleler Hybrid“, insbesondere mit seinen verschiedenen Gängen übertragen, bedeutet es, dass durch ein Einlegen von genau zwei von vier Schaltelementen ein Gang eines „parallelen Hybridbetriebszustands“ eingelegt werden kann. So kann z. B. zwischen drei verschiedenen Gängen hin- und hergeschaltet werden, wenn

jeder der drei Gänge durch das Einlegen von (exakt) zwei Schaltelementen der, insbesondere vier, Schaltelementen eingenommen werden kann. Zwei Schaltelemente sind vorzugsweise in einem geschlossenen Zustand, damit ein Zustand des parallelen Hybridbetriebszustand eingenommen worden ist.

Mit anderen Worten, ein jeder der parallelen Hybridbetriebszustände kann durch Einlegen von zwei Schaltelementen erreicht werden. Jeder der parallelen Hybridbetriebszustände wird durch das Schalten von zwei der Schaltelemente konkretisiert. D. h., jeder parallele Hybridbetriebszustand bildet sich durch eine Kombination aus zwei Schaltelementen aus der Gruppe, die sich aus zwei Bremsen und aus zwei Kupplungen ergeben.

Besonders vorteilhaft ist das Schalten dann gestaltet, wenn durch einen Wechsel eines einzigen Schaltelements der Wechsel in jenen parallelen Hybridbetriebszustand möglich ist, d. h. von einem ersten parallelen Hybridzustand in einen zweiten parallelen Hybridzustand durch ein Umschalten nur eines einzigen Schaltelements herstellbar ist.

Die Antriebseinheit kann auch so geschaltet werden, dass sie sich in einem reinen elektrischen Betrieb befindet. Das ist z. B. dadurch herstellbar, dass alle Schaltelemente geöffnet werden. Der rein elektrische Antrieb eines mit einer entsprechenden Antriebseinheit ausgestatteten Fahrzeugs wird erreicht, indem alle Schaltelemente geöffnet werden bzw. sind.

Erfreulicherweise bietet die vorgestellte Lösung zudem die Möglichkeit des seriellen Hybridzustands, sofern zwei Elektromaschinen mit dem Getriebe verschaltet sind, insbesondere Teil des Getriebes sind. Die Erfindung lehrt einen Antriebsstrang und ein hierin einzubauendes Getriebe, bei dem wahlweise ein serieller Hybridzustand dadurch realisiert werden kann, dass eine weitere, zweite Elektromaschine an oder in dem Getriebe vorgesehen ist.

Während der parallele Hybridbetriebszustand durch zwei Schaltelemente eingelegt wird, wobei eines der Schaltelemente für die Einstellung eines von mehreren Gängen zuständig ist, kann auf der anderen Seite ein eCVT-Schaltzustand und auch ein serieller Hybridbetriebszustand durch ein einziges Schaltelement einschaltbar sein.

Generell kann festgehalten werden, je weniger Schaltelemente zu betätigen sind, desto kürzer können die Wechselzeiten von einem Zustand in den nächsten gestaltet werden. Außerdem trägt es zur Vereinfachung des die Schaltvorgänge steuernden Steuergeräts bei, weil nur ein Steuergerät verwendet werden muss, dass entsprechend der Schaltelemente eine gleiche

Anzahl an steuernden Ports aufweisen kann (Portanzahlidentität zur Schaltelementeanzahl).

Wird ein reduziertes Koppelplanetengetriebe, wie ein Ravigneaux-Planetengetriebe, insbesondere als zentral angeordnetes Getriebe der Antriebseinheit, verwendet, so lassen sich unterschiedliche Schaltzustände durch das Einlegen, das Auslegen, das Blockieren und/oder das Freischalten von wenigstens einer Bremse und/oder von wenigstens einer Kupplung herbeiführen. Vorzugsweise gibt es in der Antriebseinheit im Zusammenhang mit dem Ravigneaux-Planetengetriebe zwei Kupplungen und zwei Bremsen, die auf das Ravigneaux-Planetengetriebe einwirken können und Komponenten des Ravigneaux-Planetengetriebes verbinden, blockieren und/oder freischalten können.

Mit nur einer äußerst geringen Anzahl Schaltelemente kann eine sehr kompakte Anordnung eines Getriebes, das einen Planetenradsatz in der Form eines Koppelgetriebes umfasst, ein-, aus- und umgeschaltet werden. Weil nur wenige Schaltelemente zu bedienen sind, können sehr einfach gestaltete Getriebesteuergeräte die Steuerung der Antriebseinheit in dem Antriebsstrang übernehmen.

Trotz der geringen Anzahl an Schaltelementen zeigt die Erfindung, wie ein Hybridantriebsstrang realisiert werden kann, der ein Fahrzeug in einem parallelen Hybridbetriebszustand, in einem eCVT-Betriebszustand und in einem reinen elektrischen Betriebszustand bewegen kann. Mit nur einem einzigen weiteren Schaltelement ist es dann sogar möglich, auch noch einen seriellen Hybridbetriebszustand (zusätzlich) zur Verfügung zu stellen.

Nachfolgend werden vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen dargelegt, die für sich gesehen, sowohl einzeln als auch in Kombination, ebenfalls erfinderische Aspekte offenbaren können.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist das Planetengetriebe ein reduziertes Koppelgetriebe. Durch die Reduktion einzelner Bauteile des Planetengetriebes lässt sich das Planetengetriebe noch weitergehend volumenmäßig reduzieren. So kann eines der Räder, wobei insgesamt z. B. fünf oder sechs Räder vorhanden sind, noch die Funktion eines weiteren Rades, z. B. durch eine Mehrfachnutzung, übernehmen. Das Planetengetriebe hat in einer Ausgestaltung sechs verschiedene Typen Räder. Mit einem etwas anders gestalteten reduzierten Koppelgetriebe hat das Planetengetriebe fünf Räder.

Das Planetengetriebe wird - nach einem Aspekt - anhand seiner Räder charakterisiert. Wird

allgemein von Rädern bei einem Planetengetriebe gesprochen, so ist die Anzahl unterschiedlicher Zahnräder bzw. die Anzahl der Zahnrädertypen gemeint. Wird z. B. von „sechs Rädern“ gesprochen, meint ein Getriebeentwickler damit häufig sechs unterschiedliche Typen von Rädern, wobei einzelne Räder aber tatsächlich mehrfach auftreten können, z. B. mehrere Planetenzahnräder eines einheitlichen Durchmessers. Das Planetenrad kommt also mehrfach vor, es kann z. B. dreifach, vierfach oder sechsfach vorhanden sein. So sind z. B. sechs Planetenzahnräder als eine Stufe in dem Planetengetriebe angeordnet, d. h., alle gleichartigen Zahnräder bzw. alle Zahnräder, die einem Typ Rad zugeordnet sind, tauchen in Bezug auf eine zentrale Rotationsachse des Getriebes gleich beabstandet zu dieser in dem Getriebe (mehrfach) auf. Auch ist es möglich, ein Rad zu verwenden (ggf. mehrfach in dem Getriebe), das ein Stufenplanet ist.

Wird beispielsweise davon gesprochen, dass das Planetengetriebe fünf oder sechs Räder hat, und wird des Weiteren davon gesprochen, dass das Planetenzahnrad sechs Mal vorkommt, so sind, wenn alle Räder gezählt werden, wenigstens neun Zahnräder bzw. zehn Zahnräder in dem Planetengetriebe zu finden. Hierzu gehören Sonnenräder, Planetenräder und Hohlräder.

Handelt es sich um ein reduziertes Planetengetriebe mit einer Reduktion durch die Planeten, so ist es möglich, die Planeten, die mehrfach vorhanden sind, doppelt zu nutzen, z. B. durch ein Durchleiten zweier, insbesondere verschiedener Momente.

Im Zusammenhang mit dem Zählen der Typen an Rädern des Planetengetriebes wird ggf. in einem reduzierten Getriebe der Typ Planetenzahnrad zweifach gezählt, wenn über diesen zwei unterschiedliche Drehmomente drüber geleitet werden.

Vorteilhafterweise setzt sich das Planetengetriebe aus zumindest zwei Einzelgetrieben zu einem Gesamtplanetengetriebe zusammen. Lässt sich das Planetengetriebe in ein erstes Planetengetriebe und in ein zweites Planetengetriebe (zumindest gedanklich) unterteilen, so können die beiden (Teil-)Planetengetriebe zueinander unterschiedlich ausgestaltet sein. Das eine Planetengetriebe kann als Plusgetriebe realisiert sein. Das andere Planetengetriebe kann als Minusgetriebe realisiert sein. Die Bezeichnung Plusgetriebe ist für solche Planetengetriebe geläufig, die bei einem stillstehenden Steg gleichsinnig drehende Standgetriebewellen haben. Bei einem Minusgetriebe drehen die Standgetriebewellen, sofern der Steg des (Teil-)Planetengetriebes stillstehend ist, in zwei unterschiedliche Drehrichtungen beziehungsweise Drehsinne. Somit bietet das eine (Teil-)Getriebe des Planetengetriebes eine Drehrichtungsumkehr, während das andere (Teil-)Getriebe die Drehrichtung beibehält.

Wie bereits oben angesprochen, kann das Umlaufrädergetriebe, das als Koppelgetriebe realisiert ist, durch ein Planetengetriebe nach Ravigneaux realisiert sein. Das Planetengetriebe weist einen Ravigneaux-Radsatz, insbesondere einen Ravigneaux-Planetensatz, auf. Ähnlich reduzierte Koppelgetriebe können ebenso anstelle eines Ravigenaux-Planetengetriebes verwendet werden (z. B. ein Planetengetriebe das durch ein Koppelgetriebe nach Wolfrom oder nach Simpson realisiert ist).

Durch das Ein- und Ausschalten von Schaltelementen, die an oder in dem Umlaufrädergetriebe vorhanden sind, können Betriebsmodi eingestellt werden. Über wenigstens drei Schaltelemente ist jeweils ein, insbesondere ein einziger, Betriebsmodus des Planetengetriebes veränderbar. D. h., wenigstens ein Betriebsmodus kann ein- oder ausgelegt werden, indem die Schaltelemente ein- oder ausgelegt werden. Der Antriebsstrang hat neben einem ersten Betriebsmodus natürlich noch weitere Betriebsmodi. Klarstellend sei angeführt, dass es nicht nur einen einzigen Betriebsmodus in dem Antriebsstrang gibt, sondern mehrere Betriebsmodi.

Die Antriebseinheit hat ein Planetengetriebe, zu dem verschiedene Bauteile bzw. Baugruppen gehören. Nachfolgend werden Bauteile bzw. Baugruppen erörtert, die in dem, insbesondere mehrere Teilgetriebe umfassenden, (Gesamt-)Planetengetriebe bzw. in den gekoppelten Planetengetrieben vorhanden sein können.

Das Planetengetriebe hat vorzugsweise zwei Sonnen- bzw. Sonnenräder, eine erste Sonne und eine zweite Sonne. Die Sonnen können räumlich parallel zueinander angeordnet sein. Die Tatsache, dass eine Parallelität gegeben ist, kann aufgrund verschiedener Bezüge bzw. Relationen abgeleitet werden (im Einzelnen siehe weiter unten).

Außerdem kann das Planetengetriebe durch seine Planetenstrecke bezeichnet bzw. näher beschrieben werden. Eine der in dem Planetengetriebe vorhandenen Planetenstrecken kann eine zweistufige Planetenstrecke sein. Genauso ist es möglich, dass eine Planetenstrecke eine einstufige Planetenstrecke ist. In Bezug auf den Typ „Planetenstrecke“ gibt es entweder eine einstufige Planetenstrecke oder eine zweistufige bzw. höherstufige Planetenstrecke. Vorzugsweise hat das Planetengetriebe sowohl eine zweistufige Planetenstrecke als auch eine einstufige Planetenstrecke.

Die Planeten sind auf einem Planetenträger zu führen. In einer vorteilhaften Ausgestaltung sind alle Planeten des Planetengetriebes auf dem gleichen Planetenträger befestigt.

Ein Planetengetriebe sollte ein Hohlrad aufweisen. Es kann ein gemeinsames Hohlrad für die (Teil-)Planetengetriebe vorhanden sein. Somit gibt es ein einziges Hohlrad, das für beide (Teil-)Planetengetriebe vorhanden ist. Ein Hohlrad ist Teil des ersten (Teil-)Planetengetriebes und des zweiten (Teil-)Planetengetriebes.

Einzelne Planentenzahnräder können in ihrer Breite größer sein als andere Planetenzahnräder oder auch im Vergleich zu der Breite einer der Sonnen des Planetengetriebes. Über ein Planetenzahnrad können zwei parallele Leistungsflüsse darüber geführt sein. Die Breite eines solchen Planetenzahnrades kann auf zwei parallel angeordnete Stufen abgestimmt sein, die in dem Planetenzahnrad vereinigt sind.

Die Parallelität der Sonnen in einem zuvor beschriebenen Planetengetriebe ergibt sich z. B. durch einen Bezug auf die Eingangs- und Ausgangswellen des Planetengetriebes. Die Wellen verlaufen achsparallel, vorzugsweise koaxial. Einzelne Wellen aus der Gruppe der Eingangs- und Ausgangswellen führen auf je eine Sonne des (Gesamt-)Planetengetriebes. Folglich sind die Sonnen in dem Fall, dass die Wellen, die auf die Sonnen führen, koaxial sind, ebenfalls koaxial angeordnet. Insbesondere bei einem Getriebe mit einem Radsatz nach Ravigneaux zeichnen sich die Sonnen durch eine koaxiale Anordnung aus. Zumindest eine parallele Anordnung der Sonnen ist in den unterschiedlichen, vorteilhaften Realisierungen des dedizierten Hybridgetriebes vorzufinden. Die Anordnung der Sonnen kann insbesondere achsparallel, ganz vorzugsweise sogar koaxial realisiert sein. Hierbei ist es möglich, die Sonnen bzw. Sonnenzahnräder mit unterschiedlichen Durchmessern vorzusehen, sie jedoch fluchtend zueinander anzuordnen.

In einer günstigen Ausgestaltung ist die Antriebseinheit so gestaltet, dass ein Abtrieb aus dem (zentralen, ggf. aus mehreren Teilplanetengetrieben sich zusammensetzenden) Planetengetriebe über das Hohlrad möglich ist. Die Antriebseinheit ist für einen Abtrieb ausgelegt, der aus dem Planetengetriebe über das Hohlrad erfolgt. Wird das größte Bauteil des Planetengetriebes als Komponente für den Drehmomentenfluss durch das Planetengetriebe vorgesehen, so lassen sich leicht große Drehmomente über das Planetengetriebe führen.

Wie bereits zuvor angesprochen, sind Ausgestaltungen vorstellbar, bei denen nur eine einzige oder maximal zwei Kupplungen im Inneren des Planetengetriebes vorhanden sind. Solche Kupplungen sollten schaltbare Kupplungen sein, sodass die Kupplungen ein- und ausgelegt werden können. Eine solche schaltbare Kupplung kann z. B. zwischen dem bzw. einem der

Planententräger und dem Hohlrad angeordnet sein. In einem Schaltzustand stellt die Kupplung eine Verbindung zwischen einem der bzw. dem Planetenträger und dem Hohlrad her.

Die Antriebseinheit weist mehrere Antriebsmaschinen auf. Eine der Antriebsmaschinen kann als erste Antriebsmaschine bezeichnet werden. Die erste Antriebsmaschine ist für einen unmittelbaren Antrieb des Planetenträgers gestaltet. Als erste Antriebsmaschine bietet sich z. B. eine Verbrennungskraftmaschine an.

Eine weitere Antriebsmaschine kann eine Elektromaschine sein, insbesondere eine erste Elektromaschine, die über eine Welle unmittelbar zum Antrieb einer Sonne des Planetengetriebes an dieser mechanisch fest verbunden gegeben ist. Die erste Elektromaschine kann auf diesem Weg über eine Sonne des Planetengetriebes ein Drehmoment in das Planetengetriebe einleiten.

Außerdem soll die Antriebseinheit eine Bremse haben. Als Bremse eignen sich festsetzende Gegenstände, z. B. Lamellenkupplungen, die gegenüber einem Gehäuse festgestellt werden können. Eine solche Bremse kann hydraulisch betätigbar ausgestaltet werden. Mithilfe einer der Bremsen ist zumindest eine Elektromaschine und/ oder eine Sonne des Planetengetriebes festsetzbar.

Eine zweite Elektromaschine kann neben der ersten Elektromaschine Teil der Antriebseinheit sein. Die zweite Elektromaschine kann vorteilhafterweise ein Moment auf ein Wellenzahnrad aufschalten bzw. in dieses einbringen. Die zweite Elektromaschine kann an dem Wellenzahnrad angebunden sein, das sich im Momentenflusspfad zum Ausgang bzw. zum Abtrieb befindet. Momente, die von dem Hohlrad kommend zum Abtrieb der Antriebseinheit geleitet werden, können durch die zweite Elektromaschine noch verstärkt oder durch diese aufaddiert werden.

Hierbei erweitert eine im Momentenflusspfad zwischen Hohlrad und zweiter Elektromaschine angeordnete Kupplung die Schaltmöglichkeiten der Antriebseinheit. Um eine größere Vielfalt an Schaltungsmöglichkeiten zu erlauben, ist vorzugsweise die zweite Elektromaschine von dem Hohlrad durch eine Kupplung, die z. B. eine hydraulisch betätigbare Kupplung sein kann, trennbar. Diese Kupplung kann dabei so platziert sein, dass sie das Planetengetriebe von der Abtriebswelle abkoppeln kann.

Aus räumlicher und aus einer Perspektive, bei der eine kompakte Anordnung ein wichtiger Aspekt ist, können die beiden Elektromaschinen, die eventuell Teil des dedizierten

Hybridgetriebes sind, sich parallel zueinander in gleiche oder in sich entgegengesetzte Richtungen erstrecken. Wird ein Gehäuse über alle Komponenten inklusive die Elektromaschinen drübergestülpt, so spart das zusätzlich Bauraum, weil nur noch ein einziges Gehäuse benötigt wird. Auch dieser Aspekt trägt dazu bei, dass die Anordnung möglichst kompakt wird.

Wie bereits oben angesprochen, hat die Antriebseinheit mehrere Wellen. An zwei unterschiedliche Wellen kann jeweils einer der Rotoren einer der beiden Elektromaschinen drehbar angeschlossen sein. Die beiden Elektromaschinen sind dafür da, je eine Welle anzutreiben, sofern sich beide Elektromaschinen im motorischen Betrieb befinden.

Außerdem haben verschiedene Anordnungen der Komponenten zu einer optimierten Platzierung der Bauteile und Baugruppen geführt. Eine besonders günstige Anordnung ergibt sich, wenn eine Breite der Antriebseinheit im Wesentlichen durch ihre Statorabmessungen festgelegt wird. Mit anderen Worten, mehr als 80 Prozent der Breite der Antriebseinheit ergibt sich aus der Abmessung des Stators zumindest einer der Antriebseinheiten.

Durch ein Übersetzungsverhältnis in einem Bereich zwischen 2,6 und 5,7, insbesondere in einem Bereich um 3,8 (genauer von ca. 3,1 bis 4,5 oder auch nur von ca. 3,3 bis 4,2) durch eines der Zahnradpaarungen ist eine relativ hohe Geschwindigkeit abtriebsseitig herstellbar. Das Gesamtübersetzungsverhältnis des dedizierten Planetengetriebes lässt sich in Abhängigkeit der Einstellungen der Schaltelemente von 0,5 bis 2,0 einstellen. Hierdurch ergibt sich eine Antriebseinheit, die einen sehr großen Geschwindigkeitsbereich abdecken kann. Ein Fahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Antriebseinheit kann von nahezu Stillstand bis in einen Bereich von mehr als 250 km/h mithilfe von unterschiedlichen Betriebsweisen des dedizierten Antriebsstrangs beschleunigt werden.

Unter einem weiteren Blickwinkel können die einzelnen Schaltelemente auch durchnummeriert bzw. als erstes, zweites, drittes und so weiter Schaltelement durchgezählt werden. So hat das Hybridgetriebe in einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung bis zu vier Schaltelemente, die durch Kupplungen und/oder Bremsen gebildet werden. Ein weiteres Schaltelement, das in dem Fall, dass es vier Schaltelemente des Hybridgetriebes gibt, das fünfte Schaltelement ist, ist ein Schaltelement, durch das die erste Antriebseinheit abkuppelbar ist, d. h. trennbar von dem restlichen Antriebsstrang.

Vorteilhafterweise ist ein erstes Schaltelement als Schaltelement zur Beeinflussung eines

Betriebszustands des Hybridgetriebes eingangsseitig des Hybridgetriebes positioniert. Ein solches, insbesondere erstes Schaltelement, ist vorteilhafterweise eine Bremse, die eine Welle, die auf das Planetengetriebe geführt ist, festsetzen kann. Ist an dieser Welle eine der Elektromaschinen befestigt (mittelbar oder unmittelbar), so kann auf diese Weise auch die Elektromaschine stillgesetzt werden. Über die Welle kann ein z. B. an die Welle angeschlossenes Sonnenrad des Planetengetriebes (ortsfixiert) festgesetzt werden.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist ein zweites Schaltelement als Schaltelement zur Beeinflussung eines Betriebszustands des Hybridgetriebes eingangsseitig des Hybridgetriebes positioniert. Als mögliche Stellen für die Anordnung des zweiten Schaltelements kommt eine Anbindung an eine weitere Sonne (genauer an ein weiteres Sonnenrad) des Planetengetriebes oder eine Anbindung an ein Hohlrad des Planetengetriebes in Betracht. Das zweite Schaltelement kann durch eine Bremse realisiert sein. Die Bremse kann in einem eingeschalteten Zustand die von ihr beeinflussbare Sonne (bzw. das Sonnenrad) oder das von ihr beeinflussbare Hohlrad ortsfest fixieren, z. B. gegenüber einem Gehäuse der Antriebseinheit.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist ein weiteres Schaltelement, sozusagen eine drittes Schaltelement, als Schaltelement zur Beeinflussung eines Betriebszustands des Hybridgetriebes zwischen Teilen des Planetengetriebes positioniert. Als ein günstiger Ort für das weitere Schaltelement, insbesondere für das dritte Schaltelement hat sich die Position zwischen einem Steg des Planetengetriebes und einem Hohlrad des Planetengetriebes gezeigt.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist ein weiteres Schaltelement, sozusagen eine viertes Schaltelement, als Schaltelement zur Beeinflussung eines Betriebszustands des Hybridgetriebes zwischen Teilen des Planetengetriebes positioniert. Als günstiger Ort kommt eine Abtriebsseite des Planetengetriebes in Betracht. Eine geeignete Stelle für die Positionierung des weiteren Schaltelements (des vierten Schaltelements) kann das abtreibende Umlaufrad, wie ein Steg oder das Hohlrad, sein, von dem das Abtriebsmoment an die Abtriebsbaugruppe gelangt.

Sollte aus Gründen der zu großen (bewegbaren) Massen der Verbrennungskraftmaschine, aus Effizienzgründen oder aus Gründen der Minimierung von zu schleppenden Momenten (oder auch ähnlichen Gründen) es wünschenswert sein, das erste Antriebsaggregat abzukoppeln, so kann ein weiteres, sozusagen fünftes Schaltelement vorgesehen sein, dass die Welle von dem ersten Antriebsaggregat in Richtung auf das Planetengetriebe freischalten kann.

Wie zuvor schon gezeigt, kann mittels eines reduzierten Koppelplanetengetriebes ein sehr kompaktes DHT gebaut werden.

Möglichkeiten, den Integrationsgrad weiter zu steigern, kann dadurch geschaffen werden, dass Wellen zu und von dem Planetengetriebe ineinander verschachtelt, insbesondere koaxial geführt, ausgeführt werden (plakative Beschreibung: „Welle-in-Welle-Ausführung“). So ist es möglich, die Wellen zu zwei Sonnen des Planetengetriebes durch eine Doppelwelle, bestehend aus einer ersten inneren Welle und aus einer zweiten äußeren Welle, zu realisieren. In einer weiteren Ausgestaltung kann es vorteilhaft sein, die Welle zu einer Sonne (bzw. zu einem Sonnenrad) von einer Welle zu einem Hohlrad des Planetengetriebes einzuschließen. In einer Ausgestaltung ist auch eine so gestaltete Wellenführung möglich, dass die eine Antriebswelle, z. B. von dem ersten Antriebsaggregat, im Inneren der Abtriebswelle, d. h. z. B. im Inneren der auf die Abtriebsbaugruppe führenden Welle, geführt ist.

Die zuvor dargestellten Kombinationen und Ausführungsbeispiele lassen sich auch in zahlreichen weiteren Verbindungen und Kombinationen betrachten.

Besonders vorteilhaft unter dem Blickwinkel der Komponenten- und Teileanzahl ist es, wenn es ausreicht, dass nur zwei Planetengetriebe, insbesondere als zentrales Getriebe, miteinander gekoppelt werden. Die Anzahl der in Einzelgetriebe unterteilbaren Planetengetriebe lässt sich vorteilhafterweise auf die Anzahl zwei begrenzen. Zwei Planetengetriebe sind zu einem Zentralgetriebe zusammengefügt, vorteilhaferweise sind die Planetengetriebe durch starre Wellenverbindungen miteinander gekoppelt. Hierbei ist es möglich, die Kopplung verschachtelt bzw. verschränkt auszuführen.

Einem Fachmann ist natürlich geläufig, dass ein durch zwei Planetengetriebe realisiertes Koppelgetriebe auch durch mehr als zwei Planetengetriebe, wie z. B. durch drei Planetengetriebe, funktionell realisiert werden kann. Eine solche, in Bezug auf die Teileanzahl und womöglich den Gesamtwirkungsgrad schlechtere Realisierung kann natürlich zu einer ähnlichen Funktion wie der idealisierten Lösung mit nur zwei Planetengetrieben führen, ist aber – wenn aus Sicht eines Produktionstechnikers im Vordergrund steht, möglichst wenige Teile herstellen und verbauen zu müssen – ein nachteiligerer Lösungsansatz.

Alle Wellen, die von einer Seite in das Planetengetriebe hineinführen, können als koaxiale Wellen ausgestaltet sein. Die Wellen, die von einer dazu gegenüberliegenden Seite in das

Planetengetriebe hineinführen, können ebenfalls als koaxiale Wellen ausgestaltet sein. Vorteilhafterweise ist jeweils eine äußere Welle an einem Ende als Sonnenrad, insbesondere mit einem integrierten Sonnenrad, ausgeformt.

Auch ist es möglich, die Elektromaschinen mit hohlen Rotoren zu realisieren, durch deren Innenhohlräume wenigstens eine weitere Welle, idealerweise sogar mehr als eine Welle, durchgeführt sind. Wird eine solche Konstruktion für die Antriebseinheit vorgesehen, sind im Zentrum der Elektromaschinen mehrere Wellen, jede mit einer eigenen Drehzahl sich drehende Welle, von denen wenigstens eine als Hohlwelle realisiert ist, vorhanden, durch die unterschiedliche Momente in und aus dem Planentengetriebe übertragen werden können. Hierbei kann die eine Welle einer mehrfach ausgeführten, als koaxiale Welle realisierte Gesamt- bzw. Mehrfachwelle eine Drehmoment einleitende und eine andere eine Drehmoment ausleitende Welle sein.

Wird nun betrachtet, wie einzelne Schaltwechsel durchführbar sind, so sollte ein die Schaltwechsel bewirkte Steuereinrichtung, wie z. B. ein elektronisches Steuergerät, einen abgestimmten Zeitablauf mit Öffnen und Schließen von einzelnen Bremsen und Kupplungen durchführen.

Beispielhaft sei ein Wechsel von dem seriellen Hybridzustand in - z. B.- den ersten Gang des parallelen Hybridschaltzustands vorgestellt. Ein Wechsel von dem seriellen Hybridzustand in den parallelen Hybridschaltzustand ist durchführbar, wenn zuerst eine Kupplung, insbesondere die erste Kupplung, geöffnet wird (jene zwischen Planetenträger und Hohlrad) und anschließend, nach einem Abschluss eines Einlegevorgangs einer der Bremsen, insbesondere eines Einlegevorgangs der ersten Bremse, eine Synchronisierung einer abzutreibenden Drehzahl über die andere Kupplung, also über die zweite Kupplung, durchgeführt wird. Die andere Kupplung, insbesondere die zweite Kupplung, ist vorzugsweise in synchronisierender Weise zu schließen, nachdem vorher die erste Kupplung geöffnet worden ist.

Wie sich aus dem Beispiel ergibt, sind sehr schnelle Schaltwechsel, z. B. in Zeitabschnitten von weniger als 50 ms, ausführbar.

Figurenkurzbeschreibung

Die vorliegende Erfindung kann noch besser verstanden werden, wenn Bezug auf die

beiliegenden Figuren genommen wird, die beispielhaft besonders vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten darlegen, ohne die vorliegende Erfindung auf diese einzuschränken, wobei

Figur 1 eine erste Ausführungsform eines dedizierten Hybridgetriebes mit gekoppelten Teilgetrieben zeigt,

Figur 2 eine Ausführungsform eines dedizierten Hybridgetriebes mit einem Ravigneaux-Radsatz zeigt,

Figur 3 eine Weiterbildung der Ausführungsform nach Figur 2 zeigt, in der es wenigstens eine weitere Antriebsmaschine gibt, folglich drei Antriebsmaschinen vorhanden sind,

Figur 4 eine Weiterbildung der Ausführungsform nach Figur 3 zeigt, die eine zusätzliche Kupplung abtriebsseitig des ersten Antriebsaggregats aufweist,

Figur 5 eine Ausführungsform eines dedizierten Hybridgetriebes mit gekoppelten Teilgetrieben und Stufenplaneten zeigt, wobei der Abtrieb für eine dem zweiten Antriebsaggregat zugeordnete Getriebeseite vorgesehen ist,

Figur 6 eine Weiterbildung nach Figur 5 zeigt, die eine zusätzliche Kupplung zum ersten Antriebsaggregat aufweist, und

Figur 7 eine Ausführungsform eines dedizierten Hybridgetriebes mit gekoppelten Teilgetrieben und Stufenplaneten zeigt, wobei der Abtrieb für eine dem ersten Antriebsaggregat zugeordnete Getriebeseite vorgesehen ist.

Figurenbeschreibung

Die verschiedenen Ausführungsbeispiele basieren auf identischen, gleichen oder zumindest ähnlichen Gegenständen, Baugruppen, Komponenten, Bauteilen und Teilen, sodass die einzelnen Teile, Bauteile, Komponenten, Baugruppen und Gegenstände von Ausführungsform zu Ausführungsform mit jeweils um 200 erhöhte Bezugszeichen durchnummeriert worden sind. Erläuterungen und Erklärungen zu einzelnen Gegenständen, Baugruppen, Komponenten, Bauteilen und Teilen können von der einen Ausführungsform auf die andere Ausführungsform dementsprechend (ggf. in angepasster Form) übernommen werden, indem jeweils um das entsprechende Vielfache von 200 die Bezugszeichen zwischen den Ausführungsbeispielen erhöht bzw. erniedrigt werden. Mit anderen Worten, viele der Erläuterungen zu einem der ersten Ausführungsbeispiele lassen sich auch auf die zuletzt vorgestellten Ausführungsbeispiele übertragen, sodass aus Gründen der kompakteren und übersichtlicheren Darstellung zu den nachfolgenden Ausführungsbeispielen jeweils nur noch besondere Aspekte vorgestellt werden und die allgemeineren Erläuterungen gleichermaßen aus den ersten

Ausführungsbeispielen (in angepasster Form) auch (gedanklich) auf die hinteren Ausführungsbeispiele zu übertragen sind.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung eine Antriebseinheit 1.

Die Antriebseinheit 1 umfasst ein erstes Antriebsaggregat 11, ein zweites Antriebsaggregat 13 und ein drittes Antriebsaggregat 15. Die drei Antriebsaggregate 11, 13, 15 sind an zentral verlaufenden Wellen 51, 53, 55 angebunden, wie z. B. an die Welle 51 der Verbrennungskraftmaschine 11. Die Verbrennungskraftmaschine übernimmt die Aufgabe des ersten Antriebsaggregats 11. Das zweite Antriebsaggregat 13 ist durch eine erste Elektromaschine realisiert. Das dritte Antriebsaggregat 15 ist durch eine zweite Elektromaschine realisiert.

Die Antriebsaggregate 11, 13, 15 sind Teil der Antriebsbaugruppe 5 des Hybridgetriebes 3. Zu dem Hybridgetriebe 3 gehört der Drehmomentwandler 7. Die Antriebseinheit 1 hat außerdem die Abtriebsbaugruppe 9. Das Hybridgetriebe 3 und die Abtriebsbaugruppe 9 sind Teil der Antriebseinheit 1. Folglich gehören zu der Antriebseinheit 1 mit ihren drei Antriebsaggregaten 11, 13, 15 die drei Baugruppen Antriebsbaugruppe 5, Drehmomentwandler7 und Abtriebsbaugruppe 9. Teil der Antriebseinheit 1 ist das Hybridgetriebe 3.

Die Verbrennungskraftmaschine 11 hat eine Kurbelwelle 105. Über die Kurbelwelle 105 treibt die Verbrennungskraftmaschine 11 eine eigene, angeschlossene Welle 51. Die erste Elektromaschine 13 hat einen Rotor 107. Mithilfe des Rotors 107 kann die erste Elektromaschine 13 die Welle 53 zur Rotation antreiben. Die Elektromaschine 13 treibt eine eigene Welle 53, angebunden an die erste Elektromaschine 13. Beide Wellen 51, 53 sind jeweils ein Teil einer von zwei koaxial gestalteten, mittig im Getriebe 3 über eine Länge des Hybridgetriebes 3 verlaufenden Mehrfachwellen bzw. Koaxialwellen 65, 67. Eine Welle 51 der mehreren Wellen 51, 55, 57 der zu einer Mehrfachwelle 65 zusammengeschlossenen, koaxialen, parallel verlaufenden, ineinander verschachtelten Welle 65 ist an der Verbrennungskraftmaschine 11 angeschlossen. Eine andere Welle 53 ist an der ersten Elektromaschine 13, genauer an ihrem Rotor 107 angeschlossen. Diese Welle 53 ist Teil einer Mehrfachwelle 67, die auch als koaxiale, ineinander verschachtelte Doppelwelle bezeichnet werden kann. Diese Welle 53 von der ersten Elektromaschine 13 ist eine äußere Welle zu einer in ihrem Inneren verlaufenden zweiten Welle 59. Die an eine Gehäusebremse 69 angeschlossene Welle 57 führt durch ein Inneres der zweiten Elektromaschine 15. Es kann von

einer kopplungsfreien Durchführung gesprochen werden. Auch die zweite Elektromaschine 15 hat einen Rotor 109, der mittig hohl ausgestaltet ist, um Raum für weitere Wellen 51, 57 zu bieten. Die Welle 51 der Verbrennungskraftmaschine 11, die zur Bremse 69 führenden Welle 57 und die von der zweiten Elektromaschine 15 angetriebene Welle 55 bilden zusammen die eine Mehrfachwelle 65 von den beiden Mehrfachwellen 65, 67 der Antriebseinheit 1. Diese mehreren Wellen 51, 53, 55, 57, 59 stellen die Anbindungsbauteile des Hybridgetriebes 3 dar. Werden die Elektromaschinen 13, 15 als Teil des Hybridgetriebes 3 betrachtet, so reichen die von den Elektromaschinen 13, 15 angetriebenen Wellen 53, 55 nicht aus einem Gehäuse 103 des Hybridgetriebes 3 hinaus.

Drehmomente der Verbrennungskraftmaschine 11 lassen sich an ein planetengetriebeartiges Koppelgetriebe 21 weiterleiten, wobei die Verbrennungskraftmaschine 11 veränderliche Drehmomente liefern kann. Das Koppelgetriebe 21 setzt sich aus einem ersten Planetengetriebe 41 und einem zweiten Planetengetriebe 43 zusammen. Ein Teil der Welle 65, in die die Verbrennungskraftmaschine 11 ebenfalls einleitet, ist über eine Bremse 69 festsetzbar. Dadurch kann ein zweites Hohlrad 39 gegenüber dem Gehäuse 103 des Hybridgetriebes 3 festgesetzt werden.

Neben dem Schaltelement der Bremse 69 hat das Schema nach Figur 1 eine erste Kupplung 73 und eine zweite Kupplung 75. Durch die eine Kupplung 73 kann ein Abtrieb abgekoppelt werden. Die Abtriebsbaugruppe 9 ist von dem Hohlrad 37 an- bzw. abkoppelbar. In geeigneten Schaltzuständen gelangt ein Antriebsmoment 17 auf das ausgangsseitig angeordnete Zahnrad 101.

Das erste Planetenteilgetriebe 41 weist das erste Hohlrad 37 auf. Das Hohlrad 37 kämmt mit zweiten Planeten wie dem in Figur 1 gezeigten Planeten 29. Dieser zweite Planet 29 kämmt wiederum mit einem ersten Planet 27. Das Hohlrad 37 ist ein eigener Zahnradtyp 91. Zähne des Zahnradtyps 91 sind für ein Kämmen mit Zähnen eines Zahnradtyps 87 ausgelegt, der dem zweiten Planeten 29 entspricht. Der erste Planet 27 kämmt mit einer ihn bedarfsweise antreibenden Sonne 23. Die Sonne 23 stellt die Ausmündung der Welle 55 dar, die von der zweiten Elektromaschine 15 kommt. Folglich kann die zweite Elektromaschine 15 über die Sonne 23 ein Drehmoment in den ersten Planeten 27 des ersten Planetengetriebes 41 einleiten. In umgekehrter Momentflussrichtung kann von der Sonne 23 ein Drehmoment über die Welle 55 an den Rotor 109 der zweiten Elektromaschine 15 geleitet werden.

Das Planetengetriebe 41 ist zum einen von dem Hohlrad 37 über die Kupplung 73 an einen

Steg 35 des zweiten Planetengetriebes 43 gekoppelt bzw. koppelbar. Zum anderen ist ein Steg 33 des ersten Planeten(-teil-)getriebes 41 durch das Hohlrad 39 des zweiten Planeten(-teil-)getriebes 43 mit diesem gekoppelt bzw. koppelbar. Die beiden Planetengetriebe 41, 43 sind somit doppelt gekoppelt.

Das Hohlrad 39 des zweiten Planetengetriebes 43 kämmt mit Planeten, wie dem Planeten 31, des zweiten Planetengetriebes 43. Von dem Planeten 31 führt eine Drehmomentenflussstrecke auf die Sonne 25 des zweiten Planetengetriebes 43.

Das erste Planetengetriebe 41 ist als Planetengetriebe mit einer zweistufigen Planetenstrecke 77 ausgestaltet. Das zweite Planetengetriebe 43 ist als Planetengetriebe mit einer einstufigen Planetenstrecke 79 ausgestaltet. D. h., ein Planetengetriebe 41 mit einer zweistufigen Planetenstrecke 77 ist mit einem Planetengetriebe 43 mit einer einstufigen Planetenstrecke 79 gekoppelt.

Die Welle 59, die durch die erste Elektromaschine 13 durchreicht, ist als Ausgangswelle aus dem Koppelgetriebe 21 vorgesehen. Die Welle 59 hat abtriebsseitig ein Zahnrad; es kann auch gesagt werden, ein Zahnradtyp 95 ist an einem Ende der Welle 59 vorhanden. Der Zahnradtyp 95 weist zum Kämmen mit einem weiteren Zahnradtyp 97 eine auf den weiteren Zahnradtyp 97 abgestimmte Zähnezahl auf. Hierdurch ist eine Übersetzung in das Schnelle möglich. Eine weitere Übersetzung durch zwei Zahnräder unterschiedlichen Typs, nämlich einem zehnten Zahnradtyp 99 und einem elften Zahnradtyp 101, findet an einem anderen Ende jener Welle 61 statt. Mit anderen Worten, beide Enden der Welle 61 sind durch Zahnradtypen 97, 99 beschlossen, die Stirnradzahnräder sind. Dadurch kann ein Dreh- bzw. Abtriebsmoment von der Welle 59, die sich an die eine Kupplung 73 anschließt, über die Zahnradtypen 95, 97, über eine weitere Welle 61, über zwei weitere Zahnradtypen 99, 101 auf eine Abtriebswelle 63 geleitet werden. Das Abtriebsmoment 17 steht an der Abtriebswelle 63 zur Verfügung.

Wird eine Drehmomentenstrecke von der ersten Sonne 23 aus startend betrachtet, so kann die erste Sonne 23 als erster Zahnradtyp 81 angesehen werden. Ein weiterer, zweiter Zahnradtyp 83 ist als zweite Sonne 25 vorhanden. Eine Kraft- und Momentenübertragung erfolgt von der ersten Sonne 23 auf einen dritten Zahnradtyp 85, aus dem sich die ersten Planeten 27 bzw. die ersten Planetenzahnräder 27 zusammensetzen. Die sich anschließenden Planeten 29 bzw. zweiten Planetenzahnräder 29 können als vierter Zahnradtyp 87 bezeichnet werden. Ein fünfter Zahnradtyp 89 bildet die dritten Planeten 31, die die Planetenzahnräder 31

des zweiten Planetengetriebes 43 sind. Der fünfte Zahnradtyp 89 ist für ein Kämmen mit einem siebten Zahnradtyp 93 ausgestaltet, wobei der siebte Zahnradtyp 93 das erste Hohlrad 39 bildet. Für ein Einleiten eines Drehmoments von der zweiten Elektromaschine 15 in das Koppelgetriebe 21 steht die zweite Sonne 25 als zweiter Zahnradtyp 83 zur Verfügung.

Die Radien der einzelnen Zahnradtypen 81, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95, 97, 99, 101 drücken dem Prinzip nach Relativbeziehungen untereinander aus. Sollen andere Übersetzungen realisiert werden, können diese leicht in ihren Durchmessern angepasst werden.

Wie sich aus Figur 1 entnehmen lässt, ist die an das eine Hohlrad 37 angebundene Welle 51 motorisch antreibbar. Der Steg 33 kann mithilfe der Bremse 69 gegenüber dem Gehäuse 103 festgesetzt werden.

Durch die zweite Kupplung 75 lassen sich die beiden Elektromaschinen 13, 15 bzw. ihre Rotoren 107, 109 verblocken.

Die beiden Planeten 27, 29 sitzen auf dem gleichen Planetenträger bzw. dem gleichen Steg 33 und drehen sich um ihre Planetenachsen. Der Planetenträger bzw. der Steg 33 bietet somit mehrere Rotationszentren. Über die Planeten 27, 29 kann ein Momentenfluss erfolgen. Besonders vorteilhaft ist es, dass zumindest einer der Planeten 29 zwei Drehmomente bzw. Momentenflüsse durchleiten kann. Durch die Verbrennungskraftmaschine 11 und durch die zweite Elektromaschine 15 können unterschiedliche Momente in das erste Planetengetriebe 41 eingeleitet werden. Zur Ausleitung aus dem aus den beiden Planetengetrieben 41, 43 gebildeten Koppelgetriebe 21 ist die Ausgangswelle 59 vorgesehen, der noch Zahnräder vier verschiedener Zahnradtypen 95, 97, 99, 101 nachgeschaltet sind.

Dank der vorhandenen zweiten Kupplung 73 kann entweder über den zweiten Steg 35 oder über das erste Hohlrad 37 ein Moment bzw. ein Teil des Moments an die Ausgangswelle 59 weitergeleitet werden. Die beiden Planetengetriebe 41, 43 sind miteinander verzahnt und verschränkt, sie können auch als reduzierte Koppelgetriebe 21 bezeichnet werden.

Wie sich aber aus den nachfolgenden drei Figuren 2, 3 und 4 entnehmen lässt, kann das schon sehr kompakt gestaltete Koppelgetriebe 21 nach Figur 1 noch kompakter gestaltet werden, wenn ein Ravigneaux-Planetenradsatz 221, 221^{I} (oder vergleichbares reduziertes Koppelgetriebe) verwendet wird. Des Weiteren kann aus Figur 2 abgeleitet werden, dass die Figuren 1 und 3 bzw. 4 auch nur mit zwei Antriebsaggregaten 11, 13 bzw. 211^{I} oder 211^{II}

zusammen mit 213^{I} aufgebaut werden können.

Aufgrund der hochgradigen Ähnlichkeit zwischen den Ausführungsbeispielen nach Figur 2, nach Figur 3 und nach Figur 4 können nachfolgend diese drei Figuren in vielen Belangen gleichzeitig dargestellt und behandelt werden.

Die Antriebseinheit 201 nach Figur 2 bzw. die Antriebseinheit 201^{I} nach Figur 3 bzw. die Antriebseinheit 201^{II} nach Figur 4 umfasst das Hybridgetriebe 203 bzw. 203^{I} und kann in weitere Baugruppen und Komponenten wie die Antriebsbaugruppe 205 bzw. 205^{I} bzw. 205^{II}, den Drehmomentwandler 207 bzw. 207^{I} und die Abtriebsbaugruppe 209 unterteilt werden. Eine Breite der Antriebseinheiten 201, 201^{I} bzw. 201^{II} wird hauptsächlich bestimmt über die Abmessungen der Antriebsbaugruppe 205 bzw. 205^{I} bzw. 205^{II}, also insbesondere durch Statorabmessungen der Antriebsaggregate 213, 213^{I}, 215.

Als zentrale Baugruppe kann der Drehmomentwandler 207 bzw. 207^{I} betrachtet werden, der durch ein Koppelgetriebe 221 bzw. 221^{I} mit einem Ravigneaux-Planetenradsatz realisiert ist (also durch eine ausgewählte Form eines reduzierten Umlaufräder-Koppelgetriebes). Drehmomente von Antriebsaggregaten, wie dem ersten Antriebsaggregat 211 bzw. 211^{I} bzw. 211^{II}, dem zweiten Antriebsaggregat 213 bzw. 213^{I} und ggf. dem dritten Antriebsaggregat 215 (siehe Figuren 3, 4), werden über den Drehmomentwandler 207 bzw. 207^{I} und die Abtriebsbaugruppe 209 als Drehmoment bzw. Abtriebsmoment 217 weiteren Bauteilen des die Antriebseinheit 201 bzw. 201^{I} bzw. 201^{II} tragenden Kraftfahrzeuges, wie Radachsen, (nicht dargestellt) zur Verfügung gestellt.

In den Figuren 2 und 3 sowie Figur 4 wird ein abtriebsseitig angeordnetes Differenzial nur symbolisch durch ein Zahnrad des elften Zahnradtyps 301 dargestellt. Für einen Fachmann ist verständlich, dass sich an das Differenzial die Fahrzeughalbachsen anschließen können.

In Figur 2 ist die Antriebsbaugruppe 205 durch zwei Antriebsaggregate 211, 213 realisiert. Die Antriebsbaugruppe 205^{I} nach Figur 3 setzt sich aus den drei Antriebsaggregaten 211^{I}, 213^{I}, 215 zusammen. Die Antriebsbaugruppe 205^{II} nach Figur 4 setzt sich aus den drei Antriebsaggregaten 211^{II}, 213^{I}, 215 zusammen.

Das erste Antriebsaggregat 211 bzw. 211^{I} bzw. 211^{II} ist eine Verbrennungskraftmaschine. Das zweite Antriebsaggregat 213 bzw. 213^{I} ist eine erste Elektromaschine. Das dritte Antriebsaggregat 215 wird durch eine zweite Elektromaschine realisiert.

Das Koppelgetriebe 221 nach Figur 2 kann durch die drei Schaltelemente 269, 271, 273 hydraulisch betätigt werden, wobei Getriebebaugruppen festgesetzt werden bzw. an weiterführende Komponenten gekoppelt werden. Das Koppelgetriebe 221^{I} nach Figur 3 bzw. Figur 4 kann durch vier Schaltelemente 269, 271, 273, 275 betätigt werden, wobei zumindest teilweise ein Festsetzen bzw. ein Koppeln an weitere Bauteile erfolgt. Beispielsweise ist durch das kuppelnde Schaltelement 273 die Verbrennungskraftmaschine 211, 211^{I}, 211^{II} freischaltbar.

Die beiden Schaltelemente 269, 271 sind Bremsen, die jeweils eine Welle 253, 257 gegenüber einem Gehäuse 303 festsetzen können. In einer weiteren Schaltstellung bzw. Schaltoption können diese die Wellen 253, 257 hemmen und so verlangsamen bzw. gegenüber dem Gehäuse 303 abbremsen. Damit kann z. B. eine Elektromaschine 213, 213^{I} und/oder eine Sonne 223, 225 festgesetzt werden. Wie besonders gut aus Figur 3 bzw. Figur 4 zu entnehmen ist, sind die Schaltelemente 273, 275 Kupplungen, die das Hohlrad 237 des Koppelgetriebes 221, 221^{I} an weiterführende Wellen 251, 259 unmittelbar bzw. mittelbar ankuppeln bzw. einen Leistungsfluss trennen können. Somit ist insbesondere das Hohlrad 237 abtriebsfähig. Andererseits kann die Abtriebswelle 263 von dem Planetengetriebe 221^{I} getrennt werden.

Das Antriebsaggregat 211 bzw. 211^{I} bzw. 211^{II} hat eine Kurbelwelle 305 bzw. 305^{I}, an die eine Welle 251 als Drehmomenteneingangswelle angeflanscht ist. Das Antriebsaggregat 213 bzw. 213^{I} hat einen Rotor 307. Der Rotor 307 geht in die Welle 253 über. Die Befestigung zwischen Rotor 307 und Welle 253 ist so ausgelegt, dass sowohl ein Drehmoment in das Koppelgetriebe 221 bzw. 221^{I} eingeleitet werden kann als auch ein Drehmoment aus dem Koppelgetriebe 221 bzw. 221^{I} ausgeleitet werden kann. Wie Figur 3 bzw. Figur 4 zeigen, hat das Antriebsaggregat 215 einen Rotor 309. Der Rotor 309 geht in die Welle 255 über, durch die das zwölfte Zahnrad des zwölften Zahnradtyps 302 angetrieben werden kann. Das Zahnrad des zwölften Zahnradtyps 302 steht im Eingriff mit dem neunten Zahnradtyp 297. Der neunte Zahnradtyp 297 hat zwei mit ihm kämmende Zahnräder im Eingriff, das Zahnrad des achten Zahnradtyps 295 und das Zahnrad des zwölften Typs 302. So lassen sich in dem Zahnrad des neunten Zahnradtyps 297 Drehmomente aus verschiedenen Drehmomentenquellen summieren.

Die Welle 253, die in Verbindung mit dem zweiten Antriebsaggregat 213 bzw. 213^{I} steht, mündet in eine der beiden Sonnen 223, 225. Es kann auch gesagt werden, dass die Welle 253 durch ein Zentrum der zweiten Sonne 225 hindurchgeführt ist und mit der ersten Sonne 223

drehfest verbunden ist. Die erste Sonne 223 kämmt mit einem ersten Satz Planetenzahnräder, wie dem Planetenzahnrad 227. Die zweite Sonne 225 kämmt mit einem zweiten Satz Planetenzahnräder, wie dem Planetenzahnrad 229. Das Planetenzahnrad 229 ist ein Doppelzahnrad. Das Doppelzahnrad 229 kämmt mit den Planetenzahnrädern des ersten Satzes 227. Das Doppelplanetenzahnrad 229 kämmt außerdem mit dem Hohlrad 237. Das Planetenzahnrad 229 hat wenigstens die doppelte Zahnbreite, es ist also wenigstens doppelt so breit, im Vergleich mit einem Planetenzahnrad 227 des ersten Satzes. Dadurch ist ein ausreichender Raum geschaffen, mit zwei Zahnrädern, wie einem Sonnenrad 225 und einem Planetenzahnrad des ersten Typs 227, zu kämmen. Damit werden zwei nebeneinander angeordnete Stufen der Planetenstrecken 277, 279 zusammengeführt. Das breitere Planetenzahnrad 229 kann – je nach Momentenflussrichtung - summierend und/oder dividierend Momente verteilen bzw. weiterleiten.

Zwischen Hohlrad 237 und Steg 233 befindet sich eine Kupplung 273 der beiden Kupplungen 273, 275. Die erste Kupplung 273 kann den Steg 233 und das Hohlrad 237 verblocken.

Die zweite Sonne 225 ist über eine Welle 257 auf die zweite Bremse 271 geführt. Die Sonne 225 kann mit Hilfe der Bremse 271 gegenüber dem Gehäuse 303 festgesetzt werden. Die Welle 257 kann als Sperrwelle bezeichnet werden. Mithilfe der Bremse 271 und der Welle 257 wird in einem Schaltzustand die Sonne 225 stillgesetzt.

Die Welle 253 von der ersten Elektromaschine bzw. dem ersten Antriebsaggregat 213 bzw. 213^{I} und die Sperrwelle 257 sind als koaxiale Doppelwelle 265 ausgestaltet, d. h. die eine Welle 253 ist in der anderen Welle 257 geführt. Eine weitere koaxiale Doppelwelle 267 bzw. 267^{I} ist vorhanden, die sich aus der einen Ausgangswelle 259 und der Welle 251 bzw. 251^{I} der Verbrennungskraftmaschine 211 bzw. 211^{I} bzw. 211^{II} zusammensetzt.

Über den Doppelplaneten 229 können Drehmomente sowohl in Verbindung mit der ersten Sonne 223 als auch in Verbindung mit der zweiten Sonne 225 geleitet werden.

Der Steg 233 ist von dem ersten Antriebsaggregat 211 bzw. 211^{I} bzw. 211^{II} antreibbar.

Als Abtrieb aus dem Koppelgetriebe 221 bzw. 221^{I} wird die erste Ausgangwelle 259 vorgesehen. Abtrieb von der ersten Ausgangswelle 259 gelangt über ein Zahnrad des achten Zahnradtyps 295 auf ein Zahnrad des neunten Zahnradtyps 297. Das Zahnrad des neunten

Zahnradtyps 297 ist an einem Ende der zweiten Ausgangswelle 261 befestigt. Die Ausgangswelle 261 hat ein weiteres Zahnrad des zehnten Zahnradtyps 299. Über das Zahnrad des zehnten Zahnradtyps 299 wird ein Abtriebsmoment in das Zahnrad des elften Zahnradtyps 301 eingeleitet. Die Momentenabgabe erfolgt schließlich über die Abtriebswelle 263. Die Abtriebsbaugruppe 209 umfasst also mehrere zur Weiterleitung des Abtriebs genutzte Wellen 259, 261, 263. Das dritte Antriebsaggregat 215 greift in die Abtriebsbaugruppe 209 ein. Der Eingriff erfolgt vorteilhafterweise über eine Übersetzung durch ein zwölftes Zahnrad 302 und ein neuntes Zahnrad 297 auf die als Abtriebswelle arbeitende Ausgangswelle 261.

Das Koppelgetriebe 221 bzw. 221^{I} setzt sich aus zwei Planetenteilgetrieben 241, 243 zusammen, die zusammen bzw. gekoppelt einen Ravigneaux-Planetenradsatz bilden. Aus diesem Grund hat das Planetenteilgetriebe 241 eine einstufige Planetenstrecke 279. Entsprechend der Realisierung als Ravigneaux-Planetenradsatz hat ein zweites Planetenteilgetriebe 243 eine zweistufige Planetenstrecke 277.

Mit anderen Worten, die – in den Figuren 2 und 3 gezeigten - Antriebseinheiten 201, 201^{I} mit einem dedizierten Hybridgetriebe 203, 203^{I} umfassen eine Verbrennungskraftmaschine 211, 211^{I} und wenigstens eine Elektromaschine 213, 213^{I}, die mittels einem Planetengetriebe 241, 243 an einer gemeinsamen Abtriebswelle 263 angeschlossen sind. Das Planetengetriebe ist ein (reduziertes) Koppelgetriebe 221, 221^{I}, das insbesondere aufgrund eines Planetenträgers 233 für wenigstens ein Planetenzahnrad 227, 229, zur Übertragung von zwei über wenigstens das eine Planetenzahnrad 227, 229 fließenden Momentenflüssen 217 ausgebildet ist. Ein dediziertes Hybridgetriebe 203, 203^{I} kann als kombinierte Summier- und Differenziergetriebestufe, insbesondere mit einem Ravigneaux-Planetenradsatz 221, 221^{I}, mit wenigstens drei Schaltelementen 269, 271, 273 ausgestattet sein. Eine Anbindung einer Verbrennungskraftmaschine 211, 211^{I}, vorzugsweise über ein kuppelndes Schaltelement 273, an ein Hohlrad 237 des Planetengetriebes 241, 243 bietet vorteilhafte Schaltzustandsmöglichkeiten. Die Elektromaschine 213, 213^{I} ist über die Bremse 269 an dem Gehäuse 303 festsetzbar. In einem Verfahren zum Schalten wird mit jeweils maximal zwei eingelegten Schaltelementen 269, 271, 273 pro Betriebszustand, insbesondere für einen Hybridbetriebszustand, gearbeitet. Durch Schalten einer (weiteren) Kupplung 275 zwischen dem Hohlrad 237 und einem Abtriebszahnrad 295 ist ein Hybridbetriebszustand oder insbesondere ein eCVT-Zustand einstellbar. Ein rein elektrischer Antrieb ist durch Öffnen aller Schaltelemente 269, 271, 273, 275 einnehmbar.

Werden die Figuren 2 und 3 bzw. 4 mit der Figur 1 verglichen, so fällt auf, dass das Getriebe 203 bzw. 203^{I} mit deutlich weniger Zahnrädern auskommt als das Hybridgetriebe 3, um die gleiche Funktion aufzubieten. Die beiden Sonnenräder 223, 225 können als erster Zahnradtyp 281 bzw. als zweiter Zahnradtyp 283 bezeichnet werden. Die Planetenzahnräder des Koppelgetriebes 221 bzw. 221^{I} stellen den dritten Zahnradtyp 285 und vierten Zahnradtyp 287 dar. Der sechste Zahnradtyp 291 liegt als das Hohlrad 237 vor. Ein achter Zahnradtyp 295 ist durch ein Abtriebszahnrad an der ersten Ausgangswelle 259 vorhanden. Die in Figur 1 gezeigten Zahnradtypen fünfter Zahnradtyp 89 und siebter Zahnradtyp 93 lassen sich in den Radsatzplänen der Figuren 2 und 3 bzw. 4 nicht mehr finden. Für ein freiwählbares Aufschalten eines Antriebsmoments aus der zweiten Elektromaschine 215 gibt es stattdessen einen zwölften Zahnradtyp 302. Die Abtriebsstrecke, über die das Abtriebsmoment 217 abgegeben bzw. weitergeleitet werden kann, wird im Weiteren durch den achten Zahnradtyp 295, den neunten Zahnradtyp 297 und den zehnten Zahnradtyp 299 gebildet.

Die Antriebseinheit 201^{II} gem. der Figur 4 umfasst das gleiche Hybridgetriebe 203, das bereits im Zusammenhang mit der Vorstellung der Figur 3 erläutert wurde. Im Unterschied zu Figur 3 ist in Figur 4 eine innere Welle 251^{I} der zweiten Koaxialwelle 267^{I}, die auch als Nachkupplungswelle 251^{I} bezeichnet werden kann, über eine dritte Kupplung 276 (sozusagen als fünftes bzw. weiteres Schaltelement) mit einer Welle 251 mit der Verbrennungskraftmaschine 211^{II} verbunden bzw. verbindbar. Die Nachkupplungswelle 251^{I} ist mit dem Steg 233 drehfest verbunden. Durch die Kupplung 276 ist der erste Steg 233 des Hybridgetriebes 203^{I} bzw. des Kopplegetriebes 221^{I} von der Verbrennungskraftmaschine 211^{II}, die das erste Antriebsaggregat bildet, abkoppelbar. Die Kupplung 276 erlaubt es, bei einem rein elektrischen Betrieb (wie z. B. einem generatorischen Betrieb bzw. Rekuperationsbetrieb) mit dem ersten Antriebsaggregat 213^{I} und/oder dem zweiten Antriebsaggregat 215 das erste Antriebsaggregat 211^{II} zusätzlich als Motorbremse, z. B. bei Gefällefahrten von Gebirgspässen, zuzuschalten. Nicht rekuperierbare Energie kann so über eine an die Welle 251^{I} angeschlossene Kurbelwelle 305^{I} durch Bewegung von Massen im Inneren des ersten Antriebsaggregats 211^{II} (im Sinne von inneren Massen) „vernichtet“ bzw. kurzzeitig zwischengespeichert werden.

Wird das Hybridgetriebe 203 bzw. 203^{I} ausgehend von den für die Wahl von Betriebszuständen vorhandenen Schaltelementen 269, 271, 273, 275 (und ggf. zusätzlich dem (fünften) Schaltelement 276) beschrieben, befinden sich ein erstes Schaltelement 269 und ein zweites Schaltelement 271 zwischen dem zweiten Antriebsaggregat 213^{I} und der zweiten Planetenstrecke 279. Ein drittes Schaltelement 273 und ggf. ein viertes Schaltelement 275 sind

zwischen der ersten Planetenstrecke 277 und dem ersten Anstriebsaggregat 211^{I} bzw. 211^{II} oder zwischen der ersten Planetenstrecke 277 und dem dritten Antriebsaggregat 215 angeordnet. Das erste Schaltelement 269 und das zweite Schaltelement 271 dienen zur wahlweisen Festsetzung der Wellen 253 und 257 einer koaxialen Doppelwelle 265 an dem Gehäuse. Durch das dritte Schaltelement 273 ist das Hohlrad 237 an dem Steg 233 ab- bzw. ankoppelbar. Durch das vierte Schaltelement 275 sind das erste Anstriebsaggregat 211^{I} bzw. 211^{II} und das zweite Antriebsaggregat 213^{I} an die bzw. von der Abtriebsbaugruppe 209 an- bzw. abkoppelbar. Im geöffneten bzw. abgekoppelten Zustand der Schaltelemente 269, 271, 273, 275 (sowie ggf. 276) ist mindestens eine mit dem Schaltelement 269, 271, 273, 275 (sowie ggf. 276) verbundene Komponente der Antriebseinheit 201 bzw. 201^{I} bzw. 201^{II} gegenüber einer anderen, mit dem Schaltelement 269, 271, 273, 275 (sowie ggf. 276) verbundenen Komponente der Antriebseinheit 201 bzw. 201^{I} bzw. 201^{II} frei drehbar. Im geschlossenen bzw. gekoppelten Zustand der Schaltelemente 269, 271, 273, 275, 276 besteht eine drehfeste Verbindung der Komponenten. Das gemäß Figur 4 vorhandene fünfte Schaltelement 276 dient der Schaffung einer Wellenbrücke zwischen zwei Wellen 251, 251^{I} einer Gesamtwelle. Die Schaltelemente 269, 271, 273, 275 (sowie ggf. 276) operieren während des Vorgangs des Schließens jeweils mit einem Übergangsmittel zum Angleich von Drehzahlunterschieden zwischen den miteinander zu verbindenden Komponenten der Antriebseinheit 201 bzw. 201^{I} bzw. 201^{II}. Ein solches Übergangsmittel kann auch als Synchronisation bezeichnet werden.

Figur 5 zeigt eine Antriebseinheit 401 mit einer Antriebsbaugruppe 405, die ein erstes Antriebsaggregat 411, ein zweites Antriebsaggregat 413 und ein drittes Antriebsaggregat 415 umfasst. Das erste Antriebsaggregat 411 treibt mit seiner Kurbelwelle 505 eine Antriebswelle 451 an, die auch als Getriebeeingangswelle zu bezeichnen ist und auf der ein Sonnenrad 425 drehfest sitzt. Abweichend zu Figur 5 weist eine Antriebseinheit 401^{I} gem. der Figur 6 eine Antriebsbaugruppe 405^{I} auf, die ein erstes Antriebsaggregat 411^{I}, ein zweites Antriebsaggregat 413^{I} und ein drittes Antriebsaggregat 415 umfasst. Das erste Antriebsaggregat 411^{I} in Figur 6 treibt eine Verbrennungskraftmaschinenwelle 451 an, die über eine Kupplung 476 mit einer Nachkupplungswelle 451^{I} verbunden ist bzw. verbindbar ist. Durch die Kupplung 476 ist ein Drehmoment auf das Sonnenrad 425 übertragbar. Das Sonnenrad 425 ist auf der Nachkupplungswelle 451^{I} drehfest angeordnet. Des Weiteren sind die Antriebseinheiten, jene Antriebseinheit 401, die in Figur 5 gezeigt wird, und jene Antriebseinheit 401^{I}, die in Figur 6 gezeigt wird, gleichartig aufgebaut, weshalb diese Antriebseinheiten 401, 401^{I} im Folgenden gemeinsam erläutert werden.

Das in Figur 5 gezeigte Koppelgetriebe 421, das eine Verbrennungskraftmaschine 411 und

zwei Elektromaschinen 413, 415 zusammenwirken lässt, kann auch als Hybridgetriebe 403 bezeichnet werden. Das Koppelgetriebe 421 umfasst u. a. eine erste Planetenstrecke 477, die sich aus einem zweiten Planetenteilgetriebe 443 bildet und eine zweite Planetenstrecke 479, die sich aus einem ersten Planetenteilgetriebe 441 bildet. Die Planetenstrecken 477, 479 sind über einen ersten Steg 433 und den von dem Steg 433 getragenen Stufenzahnrädern, wie dem Stufenzahnrad 480, miteinander gekoppelt. Das Sonnenrad 425 ist als zweites Sonnenrad 425 gegenüber einem ersten Sonnenrad 423 mit kleinerem Radius angeordnet. Das zweite Sonnenrad 425 steht mit dem Stufenzahnrad 480 im Bereich eines ersten Stufenzahnradradius im Eingriff. Angetrieben durch das erste Antriebsaggregat 411 erfolgt eine Drehmomentübertragung von dem zweiten Sonnenrad 425 über das Stufenzahnrad 480 auf einen zweiten Stufenzahnradradius 480^{I}. Im Bereich des zweiten Stufenzahnradradius 480^{I} steht das Stufenzahnrad 480 mit einem Hohlrad 437 im Eingriff, das als sechster Zahnradtyp 491 ausgebildet ist, und mit dem ersten Sonnenrad 423 im Eingriff. Der von dem Stufenzahnrad 480 gebildete erste Planet 427 läuft somit in einer Sonnenradverzahnung 481. Dem ersten Sonnenrad 423 ist über eine Antriebswelle 457 ein Drehmoment aus dem zweiten Antriebsaggregat 413 zuführbar. Eine Welle 453 der ersten Elektromaschine 413 wird für einen Drehmomenteintrag von einem Elektromaschinenrotor 507 angetrieben. Die Welle 453 ist mit der Welle 457 drehfest verbunden. Diese Welle 457 kann auch als Sperrwelle 457 bezeichnet werden, weil die Welle 457 über eine erste Bremse 469 an einem Gehäuse 503 festsetzbar ist. Die erste Bremse 469 kann eine Rotation des ersten Sonnenrads 423 ausbremsen bzw. verhindern. Andererseits ist durch die Bremse 469 der Rotor 507 der ersten Elektromaschine 413 festsetzbar.

In dem Koppelgetriebe 421 ist das Hohlrad 437 durch eine zweite Bremse 471 an einem Gehäuse 503^{I} festsetzbar. Über eine erste Kupplung 473 ist der Steg 433 mit dem Hohlrad 437, das auch als Ringrad bezeichnet werden kann, koppelbar. Eine zweite Kupplung 475 dient dazu, den Steg 433 an eine erste Ausgangswelle 459 anzukoppeln bzw. davon zu trennen. Die erste Ausgangswelle 459 liegt als Koaxialwelle 465 bzw. Hohlwelle um einen mittleren Bereich der Sperrwelle 457 herum. Die erste Abtriebswelle 459 treibt über ein achtes Zahnrad 495, das auch als Abtriebsbaugruppenzahnrad 495 bezeichnet werden kann, die Abtriebsbaugruppe 409 an, wobei der achte Zahnradtyp 495 mit einem neunten Zahnradtyp 497 im Eingriff steht. Die Abtriebsbaugruppe 409 ist an einer der ersten elektrischen Maschine 413 zugewandten Seite des Koppelgetriebes 421 angeordnet. Das Zahnrad des neunten Typs 497 steht als Koppelzahnrad 497 außerdem im Eingriff mit einem Antriebszahnrad 502, das über eine Welle 455 mit einem Rotor 509 des zweiten Antriebsaggregats 415 verbunden ist. Das Zahnrad des neunten Typs 497 dreht über eine Welle 461 ein Zahnrad des zehnten Typs 499. Das

Zahnrad des zehnten Typs 499 ist im Eingriff mit einem Zahnrad des elften Typs 501, das das Ausgangsdifferential 419, das Teil der Abtriebsbaugruppe 409 ist, antreibt (wenn von einem Betriebsmodus der Rekuperation abgesehen wird, bei dem ein Momentenfluss in umgekehrter Richtung erfolgt). Somit erfolgt in der Abtriebsbaugruppe 409 eine Drehmomentwandlung. Über das Ausgangsdifferential 419 wird das Drehmoment der Antriebseinheit 401 bzw. 401^{I} (siehe auch Figur 6) über Abtriebswellen, wie eine Abtriebswelle 463, den Straßenrädern (nicht dargestellt) zugeführt.

Das Hybridgetriebe 403 umfasst das Koppelgetriebe 421 und wirkt als Drehmomentwandler 407 u. a. für Drehmomente, die von dem ersten Antriebsaggregat 411 sowie von dem zweiten Antriebsaggregat 413 zugeführt werden.

Das Hybridgetriebe 403 kann auch ausgehend von den für die Wahl von Betriebs- bzw. Schaltzuständen vorhandenen Schaltelementen 469, 471, 473, 475 (und ggf. zusätzlich Schaltelement 476) beschrieben werden. Ein erstes Schaltelement 469 ist zwischen dem zweiten Antriebsaggregat 413 bzw. 413^{I} und dem ersten Planetenteilgetriebe 441 auf einer gegen das Gehäuse 503 festsetzbaren Welle 453 angeordnet. Ein zweites Schaltelement 471 ist an dem Hohlrad 437 angeordnet, das damit gegen das Gehäuse 503^{I} festsetzbar ist. Ein drittes Schaltelement 473 und ein viertes Schaltelement 475 befinden sich zwischen dem ersten Schaltelement 469 und dem ersten Planetenteilgetriebe 441. Das dritte Schaltelement 473 dient der Kopplung des Planetenträgers 433 mit der Abtriebsbaugruppe 409 bzw. deren Entkopplung. Das vierte Schaltelement 475 dient der Kopplung des Planetenträgers 433 mit dem Hohlrad 437 bzw. deren Entkopplung. Wenn, wie in Figur 6 gezeigt ist, zusätzlich ein fünftes Schaltelement 476 vorhanden ist, befindet sich dieses zwischen dem ersten Antriebsaggregat 411^{I} und dem zweiten Planetenteilgetriebe 443 und dient deren Kopplung bzw. Entkopplung.

Bei einer in Figur 7 gezeigten Antriebseinheit 601 erfolgt ein Abtrieb auf die Abtriebsbaugruppe 609 auf einer Getriebeseite, die dem ersten Antriebsaggregat 611 zugeordnet ist. Das Koppelgetriebe 621 ist ähnlich zu dem Koppelgetriebe 421 aufgebaut, das in Figur 5 gezeigt ist. Eine erste Ausgangswelle 659 des Koppelgetriebes 621 verläuft um die Welle 651 der Verbrennungskraftmaschine 611 herum und liegt koaxial zu jener Welle 651. Sie ist über den Steg 633 des Koppelgetriebes 621 antreibbar. Das Koppelgetriebe 621 vereint als Hybridgetriebe 603 Drehmomente aus der Verbrennungskraftmaschine 611 (auf der einen Seite) sowie einer ersten Elektromaschine 613 und einer zweiten Elektromaschine 615 (auf der anderen Seite), die gemeinsam eine Antriebsbaugruppe 605 bilden. Welche Antriebseinheit

Verbrennungskraftmaschine 611 oder erste Elektromaschine 613 oder zweite Elektromaschine 615 die Antriebsenergie liefert, hängt von dem gewählten Schaltzustand ab. Das Koppelgetriebe 621 umfasst vier schaltbare Einheiten, die sogenannten Schaltelemente, nämlich eine erste Bremse 669, eine zweite Breme 671, eine erste Kupplung 673 und eine zweite Kupplung 675. Die Schaltelemente 669, 671, 673, 675 dienen dazu, mindestens zwei Komponenten der Antriebseinheit 601 drehfest miteinander zu verbinden, wobei die Verbindung mit einem Abbremsvorgang nach Art einer Synchronisation stattfinden kann. Die Bremsen 669, 671 wirken gegenüber einem Gehäuse 703, 703^{I}, das in Bezug auf einer Fahrzeugchassis (nicht dargestellt) als feststehende Komponente anzusehen ist. Die erste Bremse 669 kann die Rotationen des ersten Sonnenrads 623 in der zweiten Planetenstrecke 679 retardieren. Anders gesagt, wirkt eine Abbremsung des ersten Sonnenrads 623 über die erste Sonnenradverzahnung 681 auf die Planeten, wie den Planeten 627, insbesondere über den zweiten Stufenzahnradradius 680^{I}, auch auf den Steg 633. Das erste Sonnenrad 623 ist über die Welle 653 von dem Rotor 707, der in dem Stator 711 angeordnet ist, durch die erste Elektromaschine 613 antreibbar. Somit wird Drehmoment des zweiten Antriebsaggregats 613 einem ersten Planetenteilgetriebe 641 zugeführt. Das erste Planetenteilgetriebe 641 weist die zweite Planetenstrecke 679 auf, die eine einstufige Planetenstrecke 679 ist und die in einem Hohlrad 637 läuft, das auch als sechster Zahnradtyp 691 bezeichnet werden kann. Eine erste Planetenstrecke 677 ist ebenfalls einstufig ausgebildet und umfasst einen ersten Bereich des Stufenzahnrads 680. Der erste Bereich des Stufenzahnrads 680 weist einen Radius auf, der kleiner ist als der zweite Stufenzahnradradius 680^{I}. Die Stufenzahnräder, wie das Stufenzahnrad 680, sind drehbar an dem Steg 633 angeordnet. Über die erste Kupplung 673 ist der Steg 633 mit dem Hohlrad 637 drehfest verbindbar bzw. koppelbar. Die zweite Bremse 671 erlaubt es, das Hohlrad 637 gegenüber dem Gehäuse 703^{I} festzusetzen. Auf der ersten Planetenstrecke 677 empfangen die Stufenplanetenzahnräder, wie das Stufenplanetenzahnrad 680, über eine zweite Sonnenradverzahnung 683 ein Drehmoment von dem zweiten Sonnenrad 625. Dieses Drehmoment wird mit dem zweiten Planetenteilgetriebe 643 über die Welle 651 der Verbrennungskraftmaschine 611, d. h. von deren Kurbelwelle 705 zugeführt. Unmittelbar neben dem zweiten Planetenteilgetriebe 643 befinden sich die erste Kupplung 673 und die zweite Kupplung 675. Die zweite Kupplung 675 ermöglicht das Schließen bzw. das Auftrennen einer Verbindung zwischen dem Steg 633 und einer ersten Ausgangswelle 659. Die Ausgangswelle 659 trägt ein Ausgangszahnrad 695, das über zwei Zahnradstufen, umfassend den achten Zahnradtyp 695, einen neunten Zahnradtyp 697, einen zehnten Zahnradtyp 699 und einen elften Zahnradtyp 701, ein Differential 619 antreibt. Das Differential 619 verteilt ein Abtriebsdrehmoment über Abtriebswellen, wie die Abtriebswelle 663 mit dem Drehmoment 617, auf Fahrzeugräder (nicht

dargestellt). In einem Bereich der Abtriebsbaugruppe 609 ist die zweite Elektromaschine 615 angeordnet, die einen Rotor 709 und einen Stator 713 aufweist. Das auf einer zweiten Ausgangswelle 661 angeordnete und mit dem Differential 619 antriebsmäßig verbundene achte Zahnrad 697 kann auch als Rekuperationszahnrad bezeichnet werden, denn das Zahnrad 697 ist über ein Antriebszahnrad 702 auf der Welle 655 mit der zweiten Elektromaschine 615, genauer dem Rotor 709, rotatorisch gekoppelt. Somit kann, vorzugsweise bei geöffneter zweiter Kupplung 675, in der zweiten Elektromaschine 615 Antriebsenergie in elektrischen Strom gewandelt und in einem angeschlossenen elektrischen Speicher gesammelt werden. Wird die Antriebseinheit 601 nach Baugruppen aufgeteilt, weist die Antriebseinheit 601 somit eine Antriebsbaugruppe 605, eine Abtriebsbaugruppe 609 sowie eine Drehmomentwandlerbaugruppe 607 auf. Durch gleichzeitiges Schließen der zweiten Bremse 671 und der Kupplungen 673, 675 ist eine Parksperre in der Antriebseinheit 601 realisierbar.

Das Hybridgetriebe 603 (in Übereinstimmung mit Figur 7) kann auch ausgehend von den Schaltelementen 669, 671, 673, 675 beschrieben werden. Das erste Schaltelement 669 ist zwischen dem zweiten Antriebsaggregat 613 und dem ersten Sonnenrad 623 angeordnet und kann somit beide, die über eine Welle 653 miteinander verbunden sind, gleichzeitig an dem Gehäuse 703 festsetzen. Die anderen Schaltelemente 671, 673, 675 sind zwischen dem ersten Teilgetriebe 641 auf der einen Seite und der ersten Antriebseinheit 611 bzw. der zweiten Antriebseinheit 615 bzw. der Abtriebsbaugruppe 609 auf der anderen Seite angeordnet. Von diesen anderen Schaltelementen 671, 673, 675 befindet sich ein zweites Schaltelement 671 zwischen dem Hohlrad 637 und dem Gehäuse 703^{I}. Ein drittes Schaltelement 673 befindet sich zwischen dem zweiten Schaltelement 671 und dem Steg 633. Ein viertes Schaltelement 675 befindet sich zwischen dem Steg 633 und der dritten Antriebseinheit bzw. der Abtriebsbaugruppe 609.

Anhand der Figur 3 (bzw. Figur 4) sollen die Schaltmöglichkeiten aufgezeigt werden.

Durch Einlegen einer „Kupplung 2“ (siehe die Kupplung 275 in Figur 3), vergleiche die Schaltmatrix, lässt sich entweder ein paralleler Hybridbetriebszustand oder ein eCVT-Betriebszustand einstellen. Beim Parallelhybrid werden durch Schalten der übrigen Schaltelemente wie der Bremsen 269, 271 und der weiteren Kupplung 273 die Gänge 1 bis 3 eingestellt, wobei für jeden Gang immer nur eines der drei Schaltelemente 269, 271, 273 eingelegt ist.

Wird nur die zweite Bremse 271 oder die erste Kupplung 273 eingelegt, so lassen sich zwei serielle Hybridbetriebszustände einstellen.

Ist kein einziges Schaltelement 269, 271, 273, 275 eingelegt, so befindet sich das Hybridgetriebe 203 bzw. 203^{I} in einer rein elektromotorischen Betriebsweise.

Aufgrund des weiteren Motors, der zweiten Elektromaschine 215, die in einer Ausführungsform nach Figur 3 vorhanden ist, können die übrigen beiden Antriebsaggregate 211^{I} und 213^{I} anders dimensionieren, z. B. kleiner als die beiden Antriebsaggregate 211, 213 in einer Antriebseinheit 201 nach Figur 2.

Die zusätzlichen Schaltmöglichkeiten aufgrund des weiteren Schaltelements „Kupplung 2“ (siehe Bezugszeichen 275) sind durch eine Umrandung hervorgehoben.

Die zuvor vorgestellten Schaltmöglichkeiten lassen sich sehr eingängig insbesondere für eine Vorrichtung nach Figur 3 auch anhand der nachfolgenden Schaltschemas, insbesondere der nachfolgenden Schaltmatrix III, beschreiben. Zu den weiteren gezeigten Schaltmatrizen I, II, und IV wird im Folgenden auf die jeweils zugrundeliegenden Antriebseinheiten bzw. Figuren hingewiesen:

Die Schaltmatrix I zu einer Antriebseinheit 1 nach Figur 1 könnte wie folgt ausgelegt werden:

Schaltmatrix I

Antriebsquelle(n)	Gang	Einzelübersetzungs-verhältnis	Gesamtübersetzungs-verhältnis	Bremse (1) (Bz. 69)	Kopplung 1 (Bz. 73)	Kopplung 2 (Bz. 75)
Verbrenner und Elektromotoren 1 und 2	1	3,143	6,721	X		X
	2	1,000	3,791		X	X
Elektromotor 1	1	3,545	13,440	X		
	2	1,000	3,791		X	
Elektromotor 2	1	3,545	13,440	X		X
	2	1,000	3,791		X	X
eCVT		variabel				
Serieller Hybrid				X		

Konstantes Übersetzung-Verhältnis PGS zu Diff. 3,791

Die Schaltmatrix II zu einer Antriebseinheit 201 nach Figur 2 könnte wie folgt ausgelegt werden:

Schaltmatrix II

Antriebsquelle(n)	Gang	Einzelübersetzungs-verhältnis	Gesamtübersetzungs-verhältnis	Bremse 1 (Bz. 269)	Bremse 2 (Bz. 271)	Kupplung 1 (Bz. 273)
Verbrenner	1	1,517	5,765	x		
Verbrenner und/oder Elektromotor 1	2	1,000	3,801			x
Verbrenner und/oder Elektromotor 1	3	0,689	2,620		x	
eCVT		variabel				

Konstantes Übersetzung-Verhältnis PGS zu Diff. 3,801

Die Schaltmatrix III zu einer Antriebseinheit 201[I] nach Figur 3 bzw. Figur 4 könnte wie folgt ausgelegt werden:

5

Schaltmatrix III

Antriebsquelle(n)	Gang	Einzelübersetzungs-verhältnis	Gesamtübersetzungs-verhältnis	Bremse 1 (Bz. 269)	Bremse 2 (Bz. 271)	Kupplung 2 (Bz. 275)	Kupplung 1 (Bz. 273)
Verbrenner und Elektromotor 2	1	1,517	5,765	x		x	
Verbrenner und Elektromotor 2	2	1,000	3,801			x	x
Verbrenner und Elektromotor 2	3	0,689	2,620		x	x	
Elektromotor 2	1		5,008				
eCVT		variabel				x	
Serieller Hybrid	1	ICE -> EM1:1					x
Serieller Hybrid	2	ICE -> EM1:0,431			x		

Konstantes Übersetzung-Verhältnis PGS zu Diff. 3,801

Die Schaltmatrix IV zu einer Antriebseinheit 401 bzw. 401[I] nach Figur 5 bzw. Figur 6 sowie zu einer Antriebseinheit 601 nach Figur 7 könnte wie folgt ausgelegt werden:

5

Schaltmatrix IV

Antriebsquelle(n)	Gang	Einzelübersetzungs-verhältnis	Gesamtübersetzungs-verhältnis	Bremse 1 (Bz. 269)	Bremse 2 (Bz. 271)	Kupplung 2 (Bz. 275)	Kupplung 1 (Bz. 273)
Verbrenner und Elektromotor 2	1	1,65	6,272	x		x	
Verbrenner und Elektromotor 2	2	1,000	3,801			x	x
Verbrenner und Elektromotor 2	3	0,66	2,509		x	x	
Elektromotor 2	1		5,008				
eCVT		variabel				x	
Serieller Hybrid	1	ICE -> EM1:1					x
Serieller Hybrid	2	ICE -> EM1:0,431			x		

Konstantes Übersetzung-Verhältnis PGS zu Diff. 3,801

Die Schaltmatrix III, die zu den Figuren Figur 3 und Figur 4 vorgestellt ist, ist unter verschiedenen Gesichtspunkten auch auf eine Antriebseinheit 201 nach Figur 2 anwendbar.

Die angegebenen Übersetzungsverhältnisse bzw. Übersetzungen drücken eine mögliche Dimensionierung der Zahnradstufen aus. Soll ein Kraftfahrzeug schneller oder langsamer betrieben werden, lassen sich auch andere Übersetzungen und Übersetzungsverhältnisse finden.

Die in den einzelnen Figuren gezeigten Ausgestaltungsmöglichkeiten lassen sich auch untereinander in beliebiger Form verbinden.

So ist es natürlich auch möglich und vorteilhaft, die Doppelwellen 265, 267 durch Wellen mit noch mehr inneren Wellen zu ersetzen.

In Figur 1 ist gezeigt, dass die Rotoren 107, 109 hohle Rotoren zur Durchleitung weiterer Wellen 51, 57, 59 sein können. Die Antriebsaggregate 211, 211^{I}, 213, 213^{I}, 215 können z. B. aus Platzgründen oder um einseitig eine Ausleitung oder eine gleichseitige Momentenein- und –ausleitung zu ermöglichen, ebenfalls mit hohlen Rotoren 307, 309 aufgebaut sein.

Es ist gezeigt worden, dass nur mit einer Bremse 69 operiert werden kann. Auch ist gezeigt worden, dass nur mit einer Kupplung 273 operiert werden kann. Die meisten Schaltvarianten ergeben sich, wenn die Anzahl der in dem Hybridgetriebe 3, 303 bzw. 303^{I} eingebauten Bremsen 69, 269, 271 und die Anzahl der eingebauten Kupplungen 73, 75, 273, 275 jeweils größer als 1 ist.

Durch die wohlüberlegte Schaltmatrix ist es möglich, nur mit sehr wenigen Schaltvorgängen von einem Betriebsmodus in den nächsten Betriebsmodus überzuwechseln, z. B. kann ein erfindungsgemäßes Hybridgetriebe in einem Hybridantriebsstrang so viele verschiede Betriebszustände wie eCVT, serieller Hybrid verschiedener Gangstufen, paralleler Hybrid verschiedener Gangstufen, einem reinen elektrischen Betrieb, einem Boost-Betrieb, einem reduzierten Abgasbetrieb, einer (elektrischen) Rekuperation usw. abdecken. Hierbei bedarf es nur weniger Umschaltvorgänge, die zum Teil parallel bzw. zeitgleich durchgeführt werden können.

Bezugszeichenliste

Bezugszeichen	Bezeichnung
1, 201, 201^{I}, 201^{II}, 401, 401^{I}, 601	Antriebseinheit, insbesondere erstes Ausführungsbeispiel einer Antriebseinheit
3, 203, 203^{I}, 403, 603	Hybridgetriebe
5, 205, 205^{I}, 205^{II}, 405, 405^{I}, 605	Antriebsbaugruppe
7, 207, 207^{I}, 407, 607	Drehmomentwandler
9, 209, 409, 609	Abtriebsbaugruppe
11, 211, 211^{I}, 211^{II}, 411, 411^{I}, 611	erstes Antriebsaggregat, insbesondere Verbrennungskraftmaschine
13, 213, 213^{I}, 413, 413^{I}, 613	zweites Antriebsaggregat, insbesondere erste Elektromaschine
15, 215, 415, 615	drittes Antriebsaggregat, insbesondere zweite Elektromaschine
17, 217, 617	Abtriebsmoment
419, 619	Differenzial
21, 221, 221^{I}, 421, 621	Koppelgetriebe bzw. Planetengetriebe wie ein reduziertes Koppelplanetengetriebe, insbesondere mit einem Ravigneaux-Planetenradsatz
23, 223, 423, 623	erste Sonne/erstes Sonnenrad
25, 225, 425, 625	zweite Sonne/zweites Sonnenrad
27, 227, 427, 627	erster Planet
29, 229	zweiter Planet, insbesondere Doppelplanet
31	dritter Planet
33, 233, 433, 633	erster Steg
35	zweiter Steg
37, 237, 437, 637	Hohlrad, insbesondere erstes Hohlrad
39	Hohlrad, insbesondere zweites Hohlrad
41, 241, 441, 641	erstes Planeten(-teil-)getriebe
43, 243, 443, 643	zweites Planeten(-teil-)getriebe
51, 251, 451, 651	Welle, insbesondere der Verbrennungskraftmaschine
251^{I}, 451^{I}	Welle, insbesondere Antriebswelle zum Antreiben des zweiten Sonnenrads bzw. Nachkupplungswelle
53, 253, 453, 653	Welle, insbesondere der ersten Elektromaschine

55, 255, 455, 655	Welle, insbesondere der zweiten Elektromaschine
57, 257, 457	Welle, insbesondere Sperrwelle
59, 259, 459, 659	Welle, insbesondere erste Ausgangswelle
61, 261, 461, 661	Welle, insbesondere zweite Ausgangswelle
63, 263, 463, 663	Abtriebswelle, insbesondere als Teil eines Differentials
65, 265, 465	erste Koaxialwelle bzw. Mehrfachwelle wie Dreifachwelle
67, 267, 267^{I}	zweite Koaxialwelle bzw. Mehrfachwelle wie Doppelwelle
69, 269, 469, 669	erstes Schaltelement, insbesondere erste Bremse
271, 471, 671	zweites Schaltelement, insbesondere zweite Bremse
73, 273, 473, 673	drittes Schaltelement, insbesondere erste Kupplung
75, 275, 475, 675	viertes Schaltelement, insbesondere zweite Kupplung
276, 476	fünftes Schaltelement, insbesondere dritte Kupplung
77, 277, 477, 677	erste Planetenstrecke, insbesondere eine einstufige oder eine zweistufige Planetenstrecke
79, 279, 479, 679	zweite Planetenstrecke, insbesondere eine einstufige oder eine zweistufige Planetenstrecke
480, 680	Stufenzahnrad, insbesondere erster Stufenzahnradradius
480^{I}, 680^{I}	zweiter Stufenzahnradradius
81, 281, 481, 681	erster Zahnradtyp, insbesondere erste Sonnradverzahnung
83, 283, 683	zweiter Zahnradtyp, insbesondere zweite Sonnenradverzahnung
85, 285	dritter Zahnradtyp
87, 287	vierter Zahnradtyp
89	fünfter Zahnradtyp
91, 291, 491, 691	sechster Zahnradtyp
93	siebter Zahnradtyp
95, 295, 495, 695	achter Zahnradtyp
97, 297, 497, 697	neunter Zahnradtyp bzw. Zahnrad des neunten Typs
99, 299, 499, 699	zehnter Zahnradtyp
101, 301, 501, 701	elfter Zahnradtyp bzw. Zahnrad des elften Typs, insbesondere des Ausgangsdifferentials
302, 502, 702	zwölfter Zahnradtyp bzw. Zahnrad des zwölften Typs, insbesondere eines Antriebszahnrads von der zweiten Elektromaschine
103, 303, 503, 503^{I}, 703, 703^{I}	Gehäuse
105, 305, 305^{I}, 505,	Kurbelwelle, insbesondere der Verbrennungskraftmaschine

705	
107, 307, 507, 707	Rotor, insbesondere der ersten Elektromaschine
109, 309, 509, 709	Rotor, insbesondere der zweiten Elektromaschine
711	Stator, insbesondere der ersten Elektromaschine
713	Stator, insbesondere der zweiten Elektromaschine

Patentansprüche:

1. Antriebseinheit (1, 201, 201^{I}, 201^{II}, 401, 401^{I}, 601) mit einem dedizierten Hybridgetriebe (3, 203, 203^{I}, 403, 603),
umfassend ein erstes Antriebsaggregat (11, 211, 211^{I}, 211^{II}, 411, 411^{I}, 611) und ein zweites Antriebsaggregat (13, 213, 213^{I}, 413, 413^{I}, 613),
die Motoren unterschiedlicher Typen wie Verbrennungskraftmaschine (11, 211, 211^{I}, 211^{II}, 411, 411^{I}, 611) und Elektromaschine (13, 15, 213, 213^{I}, 215, 413, 415, 413^{I}, 613, 615) sind und
die mittels eines Planetengetriebes (21, 41, 43, 221, 241, 243, 221^{I}, 421, 621) an einer gemeinsamen Abtriebswelle (63, 263, 463, 663), insbesondere eines Differentials (101, 301, 419, 501, 619, 701), angeschlossen sind,
wobei das zweite Antriebsaggregat (13, 213, 213^{I}, 413, 413^{I}, 613) wenigstens eine über eine Welle des Hybridgetriebes (3, 203, 203^{I}, 403, 603) wirkverbundene bzw. wirkverbindbare Elektromaschine (13, 15, 213, 213^{I}, 215, 413, 415, 413^{I}, 613, 615) ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Planetengetriebe ein Koppelgetriebe (21, 221, 221^{I}, 401, 601), insbesondere des Typs reduziertes Koppel-Planeten-Getriebe wie ein Ravigneaux-Planetengetriebe (221, 221^{I}), ist,
das insbesondere aufgrund eines, vorzugsweise eines einzigen, z. B. zahnradvereinigenden, Planetenträgers (33, 35, 233, 433, 633),
der als Rotationszentrum für wenigstens ein Planetenzahnrad (27, 29, 31, 227, 229, 480, 680) dient,
zur Übertragung von zwei über wenigstens das eine Planetenzahnrad (27, 29, 31, 227, 229, 480, 680) fließenden Momentenflüssen (17, 217, 617) ausgebildet ist,
wobei Schaltelemente (69, 269, 469, 669, 271, 471, 671, 73, 273, 473, 673, 75, 275, 475, 675, 276, 476) in der Antriebseinheit (1, 201, 201^{I}, 201^{II}, 401, 601) vorgesehen sind, von denen maximal vier Schaltelemente (69, 269, 469, 669, 271, 471, 671, 73, 273, 473, 673, 75, 275, 475, 675), vorzugsweise mindestens drei Schaltelemente (69, 269, 469, 669, 271, 471, 671, 73, 273, 473, 673), zum Schalten des Hybridgetriebes (3, 203, 203^{I}, 403, 603) dienen und
ggf. ein, insbesondere weiteres wie fünftes, Schaltelement (276, 476) zum Trennen des ersten Antriebsaggregats (211^{II}, 411^{I}) von dem Hybridgetriebe (203^{I}, 403) vorgesehen ist

oder ggf. das erste Antriebsaggregat (11, 211, 211^{I}, 411, 611) eine wellenangebundene Verbrennungskraftmaschine ist.

2. Antriebseinheit (1, 201, 201^{I}, 201^{II}, 401, 401^{I}, 601) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Planetengetriebe ein reduziertes Koppelgetriebe (21, 41, 43, 221, 221^{I}, 421, 621) mit wenigstens fünf, insbesondere mit sechs, Rädern (81, 85, 87, 91, 93, 281, 283, 285, 287, 291, 481, 681, 683) ist,
wobei vorzugsweise ein Planet als doppelter Planet (29, 229, 480, 680), z. B. zur Durchleitung zweier Drehmomente, gestaltet ist,
wobei ein doppelter Planet (29, 229, 480, 680) als zwei Räder (87, 287) gezählt wird.

3. Antriebseinheit (201, 201^{I}, 201^{II}) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Planetengetriebe (221, 221^{I}) sich aus einem Plusgetriebe und aus einem Minusgetriebe zusammensetzt.

4. Antriebseinheit (201, 201^{I}, 201^{II}) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Planetengetriebe (221, 221^{I}) durch einen Ravigneaux-Planetensatz geschaffen ist, wobei vorzugsweise über wenigstens drei Schaltelemente (269, 271, 273, 275), insbesondere jedoch höchstens vier Schaltelemente (269, 271, 273, 275), ein Betriebsmodus des Planetengetriebes (221, 221^{I}) veränderbar ist.

5. Antriebseinheit (1, 201, 201^{I}, 201^{II}, 401, 401^{I}, 601) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Planetengetriebe (21, 221, 221^{I}, 421, 621) zumindest eines der nachfolgenden Bauteile oder Baugruppen umfasst:
a) zwei Sonnen (23, 25, 223, 225, 423, 425, 623, 625), die vorzugsweise parallel zueinander angeordnet sind,
b) eine zweistufige Planetenstrecke (77, 277),
c) eine einstufige Planetenstrecke (79, 279, 477, 479, 677, 679),
d) eine Befestigung aller Planeten (227, 229, 480, 680) auf einem gleichen Planetenträger (233, 433, 633),
e) ein gemeinsames Hohlrad (37, 39, 237, 437, 637), und/oder
f) Planetenzahnräder (229, 287, 480, 680), die in ihrer Breite zwei parallel angeordnete

Stufen (277, 279, 477, 479, 677, 679) vereinen können.

6. Antriebseinheit (1, 201, 201^{I}, 201^{II}, 401, 401^{I}, 601) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Antriebseinheit (1, 201, 201^{I}, 201^{II}, 401, 401^{I}, 601) für einen Abtrieb aus dem Planetengetriebe (21, 221, 221^{I}, 421, 621) über das Hohlrad (37, 237, 437, 637) gestaltet ist.

7. Antriebseinheit (1, 201, 201^{I}, 201^{II}, 401, 401^{I}, 601) nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine, insbesondere schaltbare, Kupplung (73, 273, 473, 673) zwischen dem Planetenträger (35, 233, 433, 633) und dem Hohlrad (37, 237, 437, 637) vorhanden ist.

8. Antriebseinheit (201, 201^{I}, 401, 601) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine erste Antriebsmaschine (211, 211^{I}, 411, 611), insbesondere die Verbrennungskraftmaschine, zum unmittelbaren Antrieb des Planetenträgers (233) gestaltet ist.

9. Antriebseinheit (1, 201, 201^{I}, 201^{II}, 401, 401^{I}, 601) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine erste Elektromaschine (13, 15, 213, 213^{I}, 413, 413^{I}, 613) über eine Welle (53, 55, 253, 453, 653) unmittelbar zum Antrieb einer Sonne (23, 25, 223, 423, 623) des Planetengetriebes (21, 221, 221^{I}, 421, 621) mit diesem mechanisch fest verbunden ist.

10. Antriebseinheit (1, 201, 201^{I}, 201^{II}, 401, 401^{I}, 601) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
über wenigstens eine Bremse (69, 269, 271, 469, 669), insbesondere gehäusefeste und/oder hydraulisch betätigbare Bremse, zumindest eine Elektromaschine (13, 15, 213, 213^{I}, 213^{II}, 413, 413^{I}, 613) und/oder eine Sonne (223, 225, 423, 623) des Planetengetriebes (21, 221, 221^{I}, 421, 621) festsetzbar ist.

11. Antriebseinheit (201^{I}, 201^{II}, 401, 401^{I}, 601) nach einem der Ansprüche 5 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine, insbesondere zweite, Elektromaschine (215, 415, 615) abtriebsseitig an einem

Wellenzahnrad (297, 497, 697) einer Abtriebswelle (261, 461, 661) angreifend an einem Momentflusspfad angeschlossen ist,
der insbesondere über das Hohlrad (291, 491, 691) mit dem Planetengetriebe (221^{I}, 421, 621) verbunden ist,
wobei vorzugsweise das Hohlrad (291, 491, 691) und die, insbesondere zweite, Elektromaschine (215, 415, 615) mittels einer, vorzugsweise hydraulisch betätigbaren, Kupplung (275, 475, 675) im Leistungsfluss trennbar sind,
vorteilhafterweise zur Abkopplung des Planetengetriebes (221^{I}, 421, 621) von der Abtriebswelle (263, 463, 663).

12. Antriebseinheit (1, 201, 201^{I}, 201^{II}, 401, 401^{I}, 601) nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
beide Elektromaschinen (13, 15, 213, 213^{I}, 215, 413, 413^{I}, 415, 613, 615) parallel zueinander sich erstreckend, in einem gleichen Gehäuse (103, 303, 503, 503^{I}, 703, 703^{I}) der Antriebseinheit (1, 201, 201^{I}, 201^{II}, 401, 401^{I}, 601) an zwei unterschiedlichen Wellen (53, 55, 253, 255, 453, 455, 653, 655), die durch Rotoren (107, 109, 307, 309, 507, 509, 707, 709) der Elektromaschinen (13, 15, 213, 213^{I}, 215, 413, 413^{I}, 415, 613, 615) drehbar sind, angebracht sind und
eine Breite der Antriebseinheit (1, 201, 201^{I}, 201^{II}, 401, 401^{I}, 601) durch ihre Statorabmessungen zu einem größten Anteil bestimmt wird.

13. Dediziertes Hybridgetriebe (203, 203^{I}, 403, 603),
insbesondere für eine Antriebseinheit (1, 201, 201^{I}, 201^{II}, 401, 401^{I}, 601) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Hybridgetriebe (203, 203^{I}, 403, 603) als kombinierte Summier- und Differenziergetriebestufe ein Planetengetriebe (241, 243, 441, 443, 641, 643), insbesondere mit einem Ravigneaux-Planetenradsatz (221, 221^{I}), umfasst,
das mit wenigstens drei Schaltelementen (69, 73, 75, 269, 271, 273, 275, 469, 471, 473, 475, 669, 671, 673, 675), vorzugsweise mit genau vier Schaltelementen (269, 271, 273, 275) wie Bremsen (269, 271) und/oder Kupplungen (273, 275), insbesondere mit hydraulisch betätigbaren Schaltelementen, ausgestattet ist,
und in dem eine Anbindung einer Verbrennungskraftmaschine (211, 211^{I}), vorzugsweise über ein kuppelndes Schaltelement (273) des Hybridgetriebes (203, 203I), ggf. über ein, vorzugsweise um eine zentrale Achse rotierbares, Zwischenbauteil

Planetenträger (233) des Ravigneaux-Planetenradsatzes (221, 221^{I}), derart vorgesehen ist,

dass ein Momentenfluss der anzuschließenden Verbrennungskraftmaschine (211, 211^{I}) an ein Hohlrad (237) des Planetengetriebes (241, 243) leitbar ist,

und das Hybridgetriebe (203, 203^{I}) vorzugsweise eine Bremse (269) umfasst, über die eine der Sonnen (223) des Ravigneaux-Planetenradsatzes (221, 221^{I}) festsetzbar

und/oder eine, insbesondere erste, an das Hybridgetriebe (203, 203^{I}, 403, 603) anschließbare Elektromaschine (213, 213^{I}, 413, 413^{I}, 613) festsetzbar ist,

wobei vorteilhafterweise die Bremse (269, 469, 669) eine hydraulisch betätigbare Bremse (269, 469, 669) für ein Festsetzen an einem Gehäuse (303, 503, 503^{I}, 703, 703^{I}) des Hybridgetriebes (203, 203^{I}, 403, 603) ist.

14. Dediziertes Hybridgetriebe (203, 203^{I}, 403, 603) nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
in einer Hybridantriebsschaltstellung das Hybridgetriebe (203, 203^{I}, 403, 603) zumindest eines der Übersetzungsverhältnisse 2.6, 3.8 oder 5.7,
insbesondere in einem Übersetzungsbereich von +/- 0.5 um das angegebene Übersetzungsverhältnis herum,
aufweist,
wobei die Übersetzungsverhältnisse des Planetengetriebes (241, 243, 441, 443, 641, 643), insbesondere in Abhängigkeit der Stellung der Schaltelemente (269, 271, 273, 275, 469, 471, 473, 475, 669, 671, 673, 675), zwischen 0.5 und 2 liegen.

15. Verfahren zum Schalten,
insbesondere zum Schalten von Betriebszuständen in einem dedizierten Hybridgetriebe (203, 203^{I}, 403, 603) mit jeweils maximal zwei eingelegten Schaltelementen (269, 271, 273, 275, 469, 471, 473, 475, 669, 671, 673, 675) pro Betriebszustand,
und vorteilhafterweise zum Schalten einer Antriebseinheit (201, 201^{I}, 201^{II}, 401, 401^{I}, 601) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 und/oder eines dediziertem Hybridgetriebes (203, 203^{I}, 403, 603) nach einem der Ansprüche 13 oder 14,

dadurch gekennzeichnet, dass

ein rein elektrischer Antrieb durch Öffnen aller Schaltelemente (269, 271, 273, 275, 469, 471, 473, 475, 669, 671, 673, 675) einnehmbar ist,

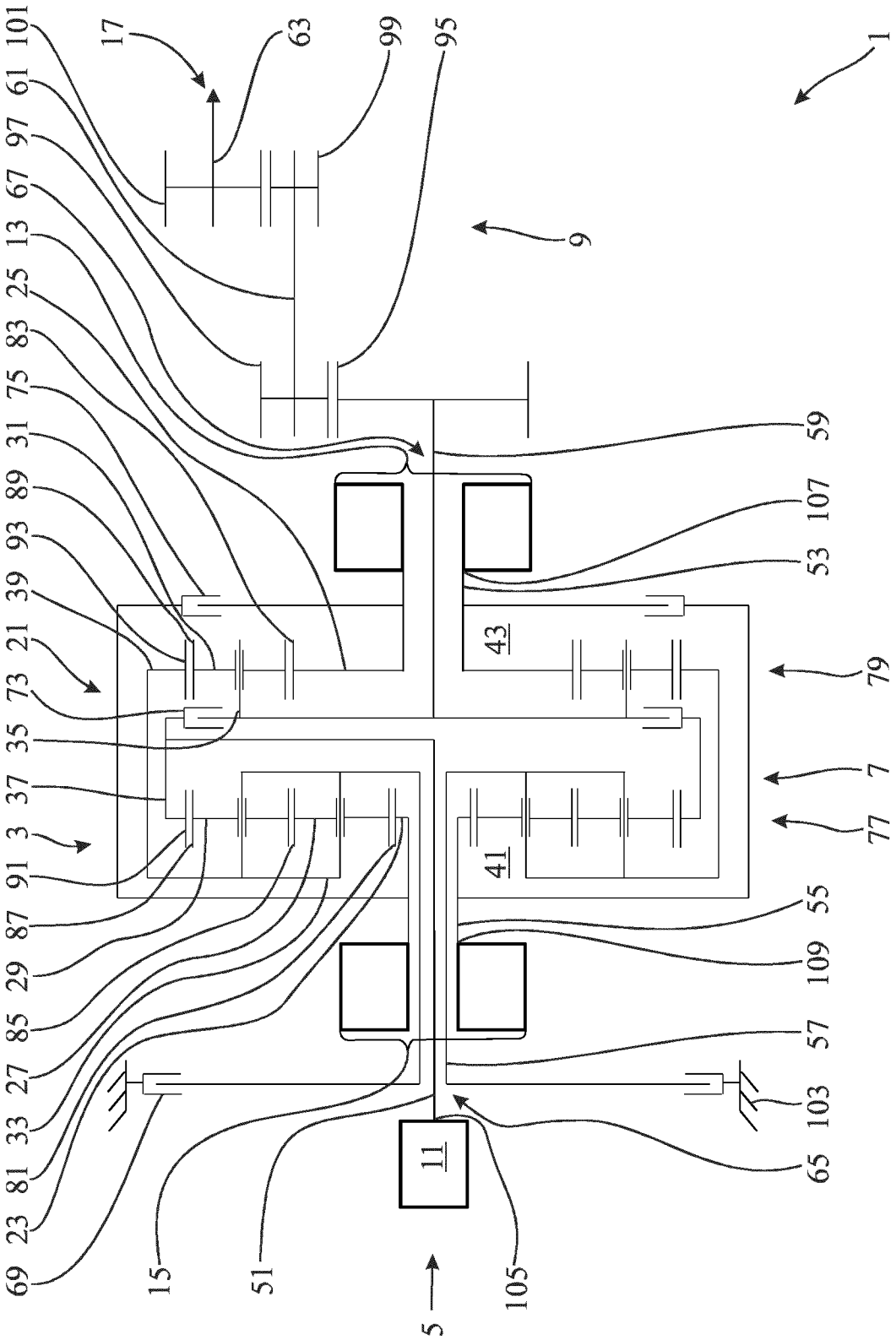
wobei ein serieller Hybridschaltzustand oder insbesondere ein eCVT-Schaltzustand durch Einlegen ausschließlich eines einzigen Schaltelementes (269, 271, 273, 275, 469, 471, 473, 475, 669, 671, 673, 675) einnehmbar ist,

und dass insbesondere durch ein Schalten einer Kupplung (275) zwischen einem Hohlrad (237) eines Ravigneaux-Planetenradsatzes (221, 221^{I}) und eines Abtriebszahnrades (295) ein Hybridbetriebszustand oder ein eCVT-Zustand einstellbar ist,

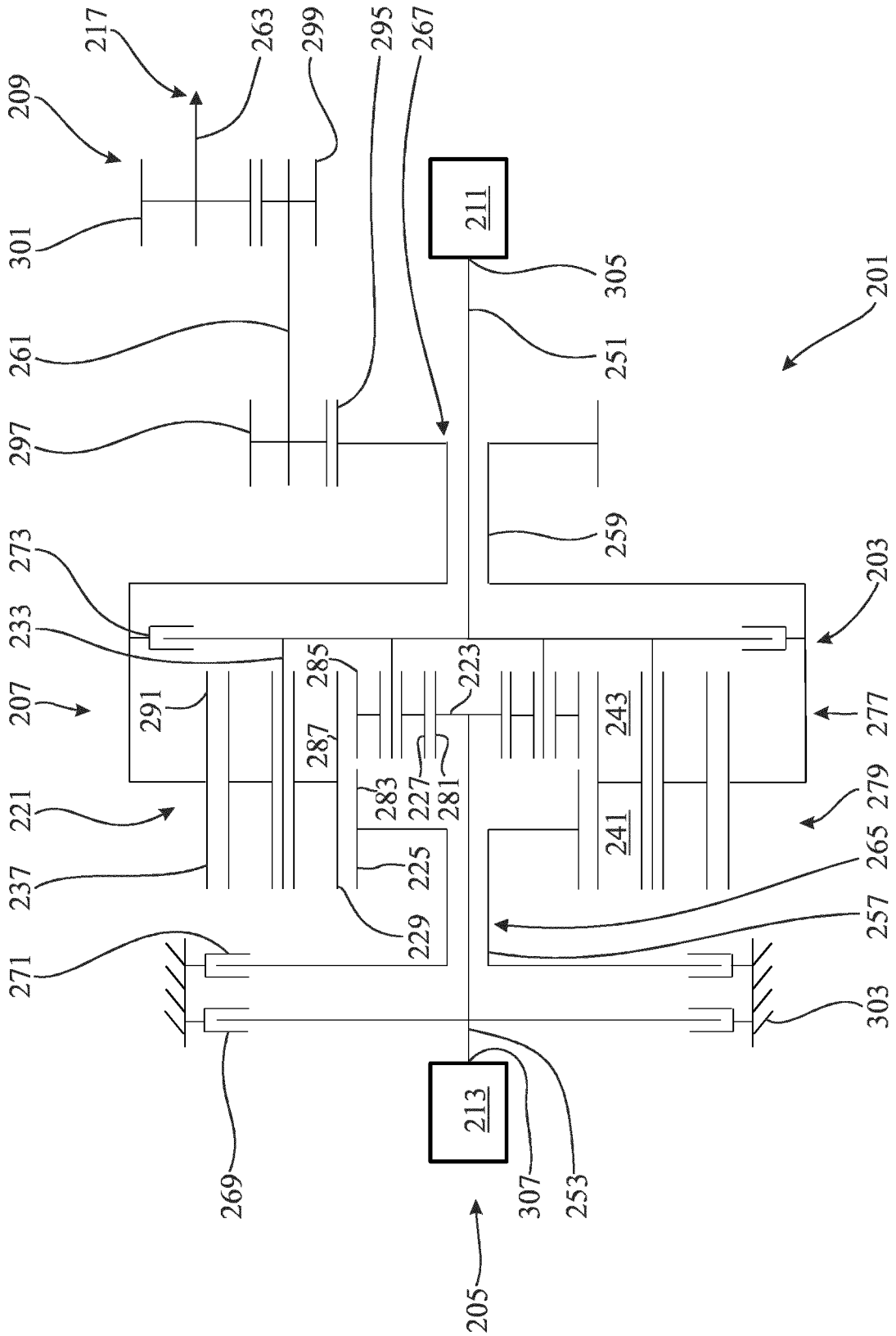
wobei ein, insbesondere paralleler, Hybridbetriebszustand, insbesondere jeder paralleler Hybridbetriebszustand, durch Einlegen von genau zwei von vier Schaltelementen (269, 271, 273, 275, 469, 471, 473, 475, 669, 671, 673, 675) einnehmbar ist,

und wobei vorzugsweise durch ein Wechsel eines Schaltzustands eines einzigen Schaltelements (269, 271, 273, 275, 469, 471, 473, 475, 669, 671, 673, 675) ein Wechsel von einem ersten Schaltzustand in einen zweiten Schaltzustand zwischen allen Schaltzuständen, die einer parallelen Hybridbetriebsweise zugeordnet sind, ermöglicht wird,

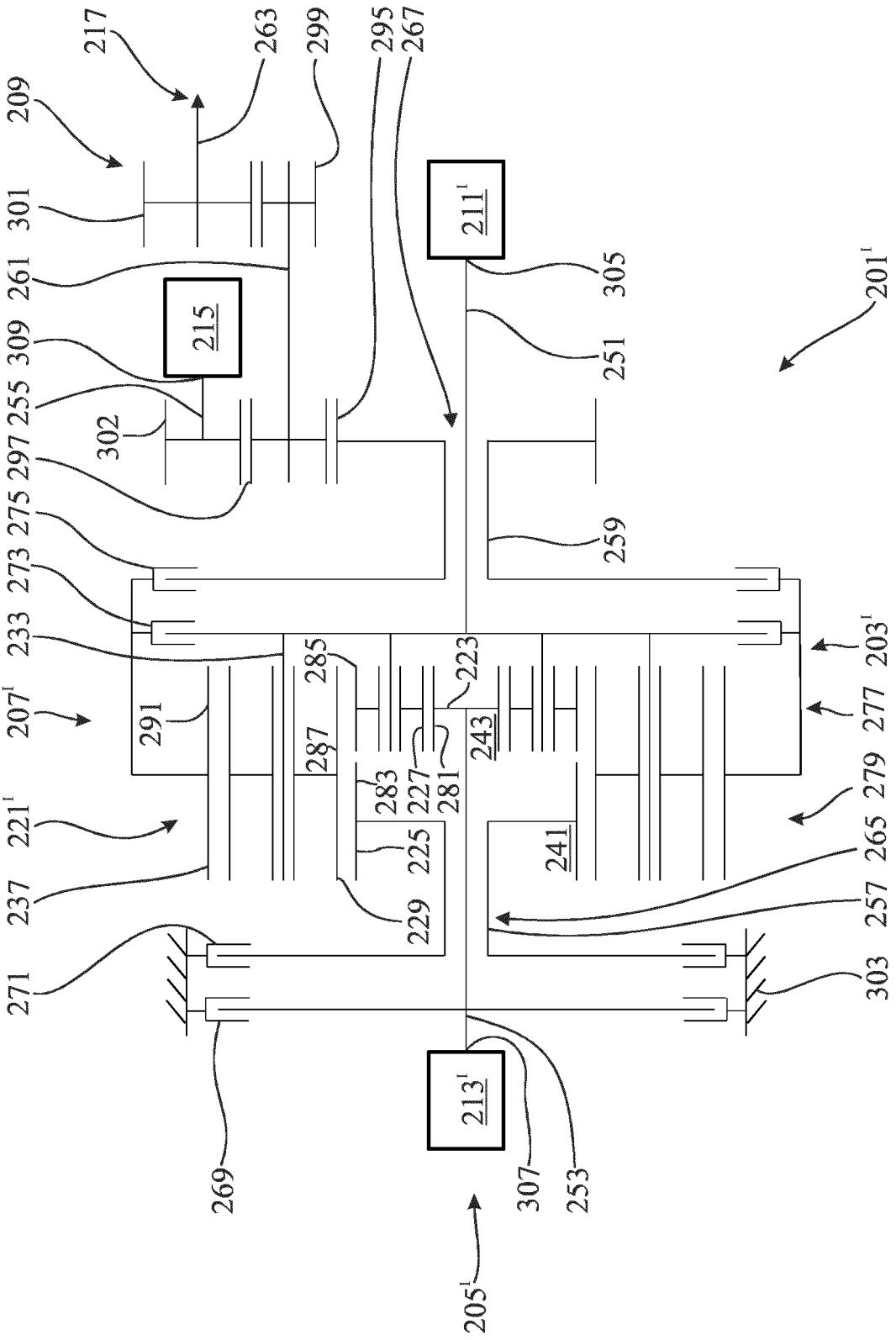
indem insbesondere einzelne Bauteile des Ravigneaux-Planetengetriebes (221, 221^{I}) durch wenigstens eine Kupplung (273, 275), vorzugsweise durch zwei Kupplungen (273, 275), und/oder durch wenigstens eine Bremse (269, 271), vorzugsweise durch zwei Bremsen (269, 271), verbindbar, blockierbar oder freischaltbar sind.


1
3
5
7
9
11
15
17
21
23
25
27
29
31
33
35
37
39
41
43
51
53
55
57
59
61
63
65
67
69
73
75
77
79
81
83
85
87
89
91
93
95
97
99
101
103
105
107
109

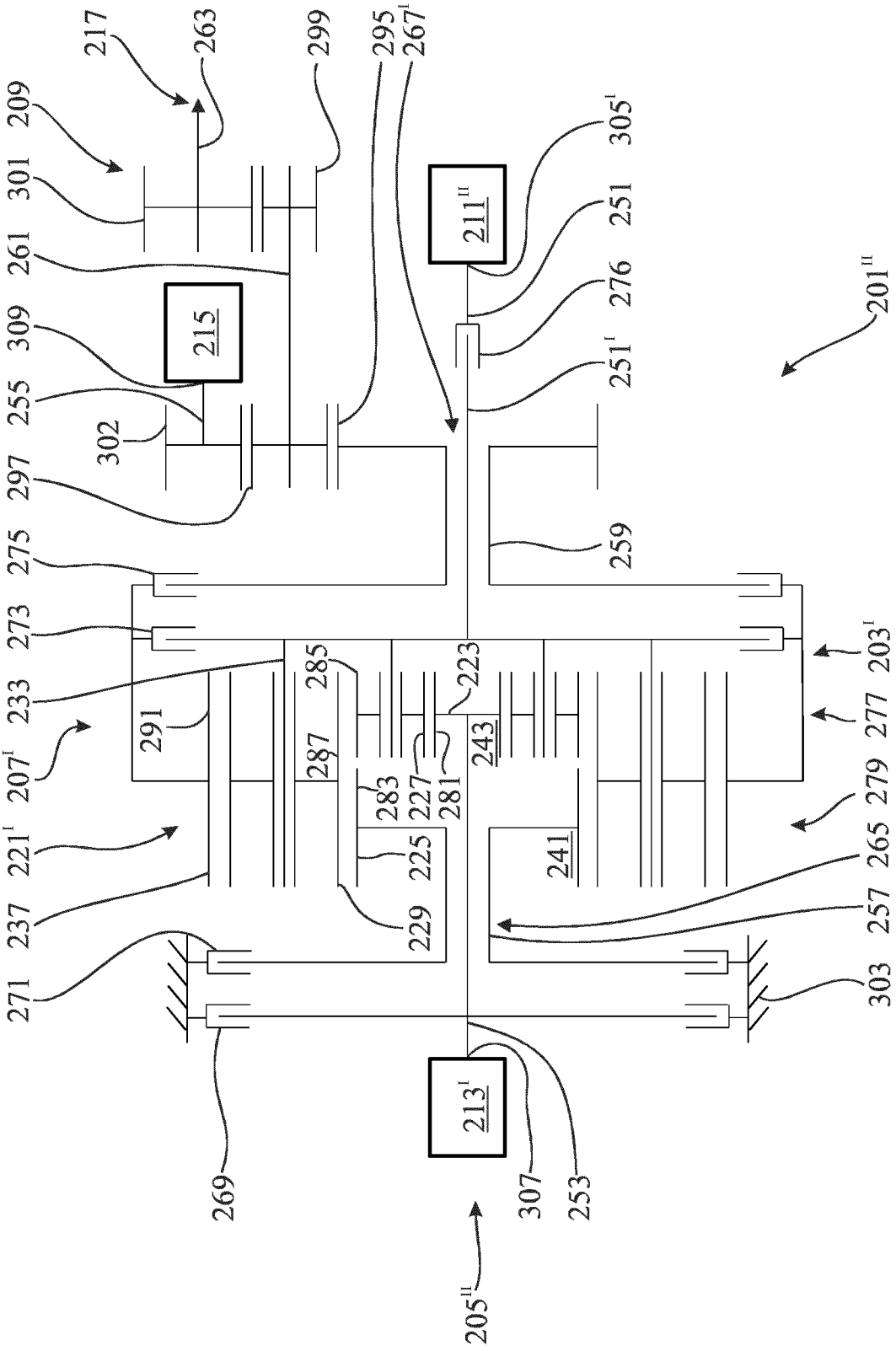
Figur 1


217
263
299
295
267
209
211
301
305
201
261
251
297
259
273
203
233
285
223
207
291
287
243
277
283
227
281
221
279
241
265
237
225
257
229
271
303
213
269
307
253
205

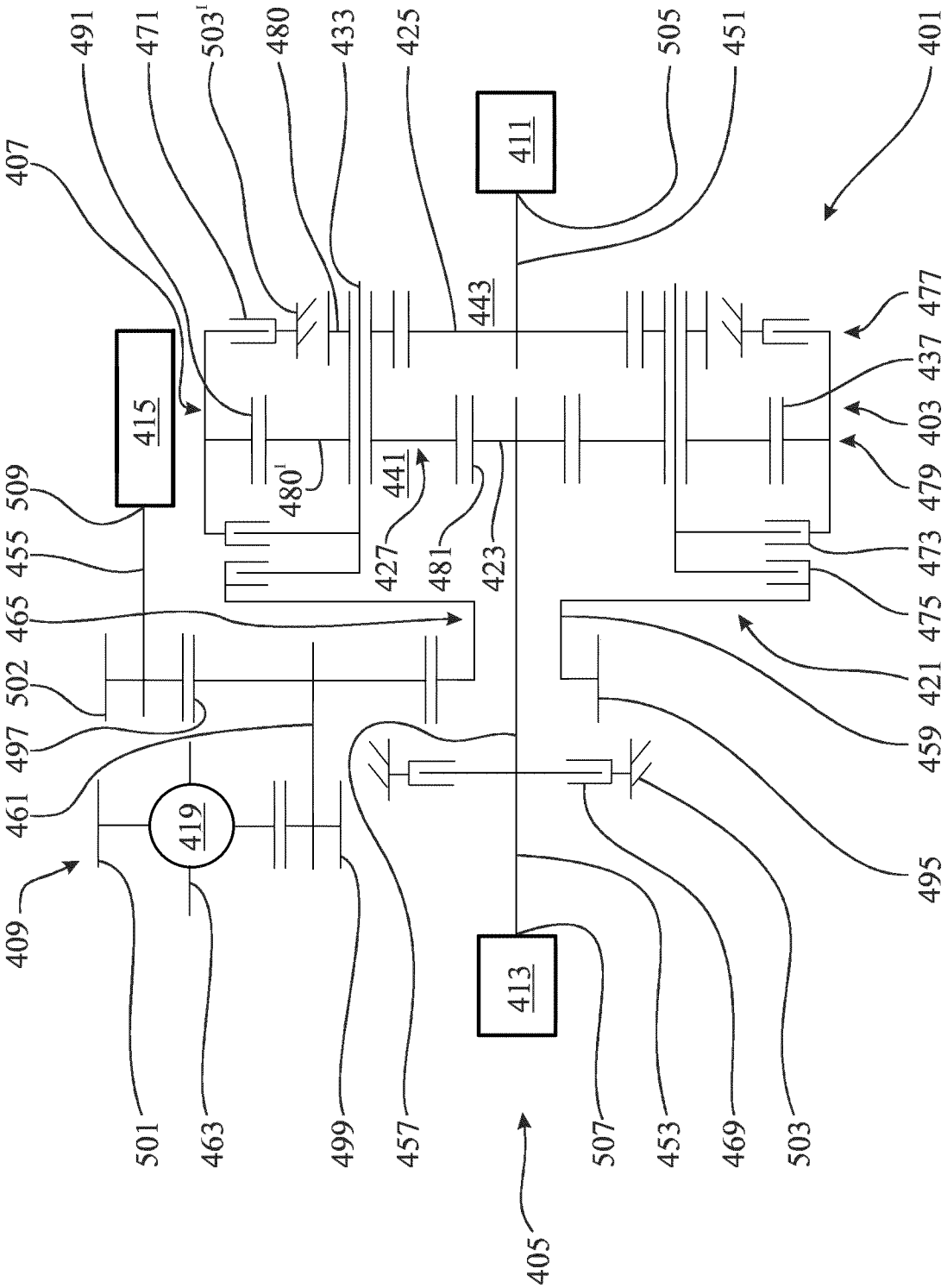
Figur 2


217
263
299
295
267
209
301
211'
305
261
215
251
201'
309
255
302
297
275
259
273
233
285
223
203'
207'
291
287
277
283
227
281
243
279
221'
225
241
265
237
229
257
271
303
269
213'
307
253
205'

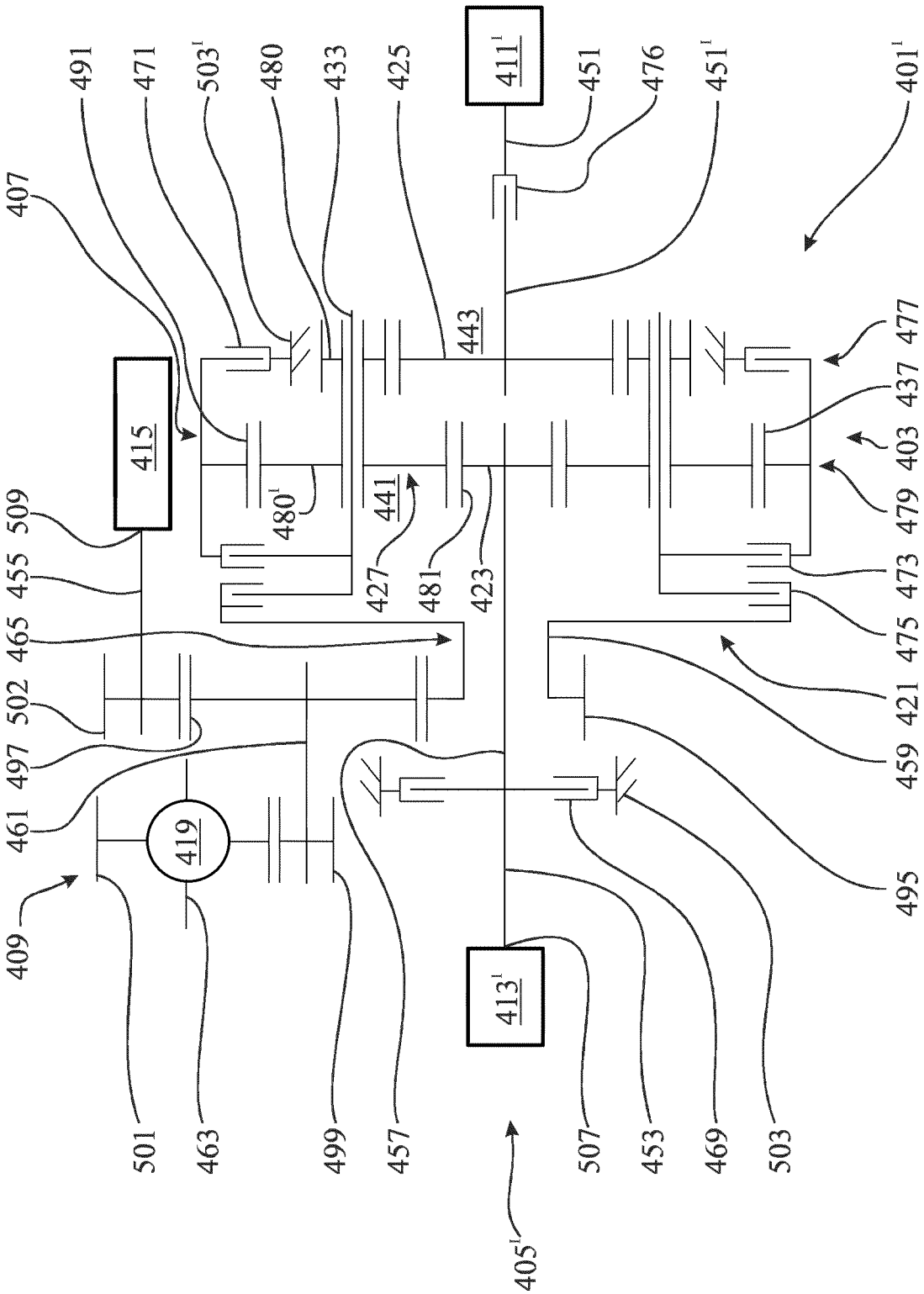
Figur 3


217
263
299
295
267I
209
305I
301
211II
251
261
276
215
201II
309
251I
255
302
297
259
275
273
203I
233
285
223
277
207I
291
287
243
279
283
227
281
221I
225
241
265
237
229
257
271
303
213I
269
307
253
205II

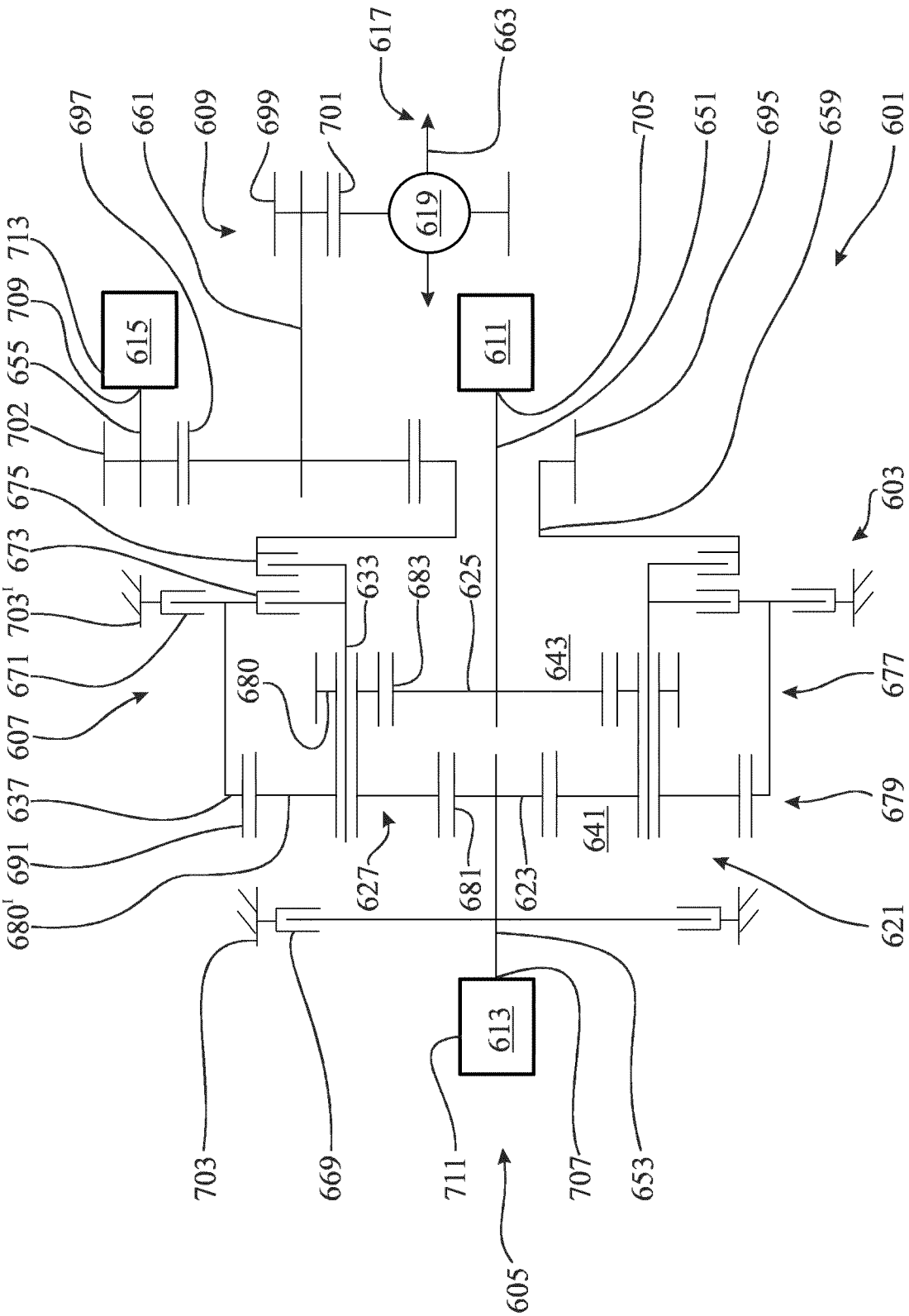
Figur 4


401
405
407
409
411
413
415
419
421
423
425
427
433
437
441
443
451
453
457
459
461
463
465
469
471
473
475
477
479
480
480'
481
491
495
497
499
501
502
503
503'
505
507
509

Figur 5


401'
407
491
471
503'
480
433
425
411'
451
476
451'
415
443
477
437
403
479
509
455
465
502
497
461
480'
441
427
481
423
473
475
421
459
495
409
419
501
463
499
457
413'
507
453
469
503
405'

Figur 6


617
663
697
661
609
699
701
705
651
695
659
601
619
713
709
655
615
611
702
675
603
673
703'
633
683
625
671
643
677
607
680
637
679
691
641
680'
627
681
623
621
703
669
711
707
653
613
605

Figur 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2019/077544

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60K 6/365(2007.10)i; ***B60K 6/445***(2007.10)i; ***B60K 6/547***(2007.10)i; ***F16H 3/72***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60K; F16H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2070756 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 17 June 2009 (2009-06-17) abstract; figure 14	1-4,8-15
X	EP 2472144 A1 (SHANGHAI MAPLE AUTOMOBILE CO [CN]; GEELY HOLDING GROUP CO LTD [CN]) 04 July 2012 (2012-07-04) abstract; figure 2	1-4,8-15
X	EP 2923908 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 30 September 2015 (2015-09-30) abstract; figure 1	1-4,8-15
A	EP 1900564 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 19 March 2008 (2008-03-19) the whole document	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
07 February 2020	**18 February 2020**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Moroncini, Alessio** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2019/077544

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP 2070756 A1	17 June 2009	CN 101541582 A	23 September 2009
		EP 2070756 A1	17 June 2009
		JP 4165600 B2	15 October 2008
		JP 2008126894 A	05 June 2008
		US 2010051360 A1	04 March 2010
		WO 2008062659 A1	29 May 2008
EP 2472144 A1	04 July 2012	CN 101992679 A	30 March 2011
		EP 2472144 A1	04 July 2012
		JP 5784606 B2	24 September 2015
		JP 2013502346 A	24 January 2013
		KR 20120085733 A	01 August 2012
		US 2012208664 A1	16 August 2012
		WO 2011022940 A1	03 March 2011
EP 2923908 A1	30 September 2015	CN 104812642 A	29 July 2015
		EP 2923908 A1	30 September 2015
		JP 5880732 B2	09 March 2016
		JP WO2014080527 A1	05 January 2017
		US 2015298682 A1	22 October 2015
		WO 2014080527 A1	30 May 2014
EP 1900564 A1	19 March 2008	EP 1900564 A1	19 March 2008
		US 2009098969 A1	16 April 2009
		WO 2006137602 A1	28 December 2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/077544

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60K6/365 B60K6/445 B60K6/547 F16H3/72
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60K F16H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 070 756 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 17. Juni 2009 (2009-06-17) Zusammenfassung; Abbildung 14 -----	1-4,8-15
X	EP 2 472 144 A1 (SHANGHAI MAPLE AUTOMOBILE CO [CN]; GEELY HOLDING GROUP CO LTD [CN]) 4. Juli 2012 (2012-07-04) Zusammenfassung; Abbildung 2 -----	1-4,8-15
X	EP 2 923 908 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 30. September 2015 (2015-09-30) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-4,8-15
A	EP 1 900 564 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 19. März 2008 (2008-03-19) das ganze Dokument -----	1-15

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
7. Februar 2020	18/02/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Moroncini, Alessio

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/077544

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2070756 A1	17-06-2009	CN 101541582 A	23-09-2009
		EP 2070756 A1	17-06-2009
		JP 4165600 B2	15-10-2008
		JP 2008126894 A	05-06-2008
		US 2010051360 A1	04-03-2010
		WO 2008062659 A1	29-05-2008
EP 2472144 A1	04-07-2012	CN 101992679 A	30-03-2011
		EP 2472144 A1	04-07-2012
		JP 5784606 B2	24-09-2015
		JP 2013502346 A	24-01-2013
		KR 20120085733 A	01-08-2012
		US 2012208664 A1	16-08-2012
		WO 2011022940 A1	03-03-2011
EP 2923908 A1	30-09-2015	CN 104812642 A	29-07-2015
		EP 2923908 A1	30-09-2015
		JP 5880732 B2	09-03-2016
		JP WO2014080527 A1	05-01-2017
		US 2015298682 A1	22-10-2015
		WO 2014080527 A1	30-05-2014
EP 1900564 A1	19-03-2008	EP 1900564 A1	19-03-2008
		US 2009098969 A1	16-04-2009
		WO 2006137602 A1	28-12-2006