

(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. November 2023 (16.11.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/217564 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16H 48/11 (2012.01) *F16H 48/36* (2012.01)
B60K 1/02 (2006.01) *F16H 48/10* (2012.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/061414

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. April 2023 (28.04.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 001 622.2
09. Mai 2022 (09.05.2022) DE

(71) Anmelder: **MERCEDES-BENZ GROUP AG** [DE/DE];
Mercedesstraße 120, 70372 Stuttgart (DE).

(72) **Erfinder:** **HAHN, Peter**; Badbrunnenstrasse 30, 70374 Stuttgart (DE). **GITT, Carsten**; Wannembuckel 10, 70437 Stuttgart (DE). **SCHILDER, Tobias**; Hermann-Löns-Strasse 14, 71640 Ludwigsburg (DE).

(74) **Anwalt:** **SCHEIDLE, Thorsten**; Mercedes-Benz Intellectual Property GmbH & Co., KG 063- H512, 70546 Stuttgart (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST,

(54) **Title:** ELECTRIC DRIVE SYSTEM FOR A MOTOR VEHICLE, AND METHOD FOR OPERATING SUCH AN ELECTRIC DRIVE SYSTEM

(54) **Bezeichnung:** ELEKTRISCHES ANTRIEBSSYSTEM FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG SOWIE VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES SOLCHEN ELEKTRISCHEN ANTRIEBSSYSTEMS

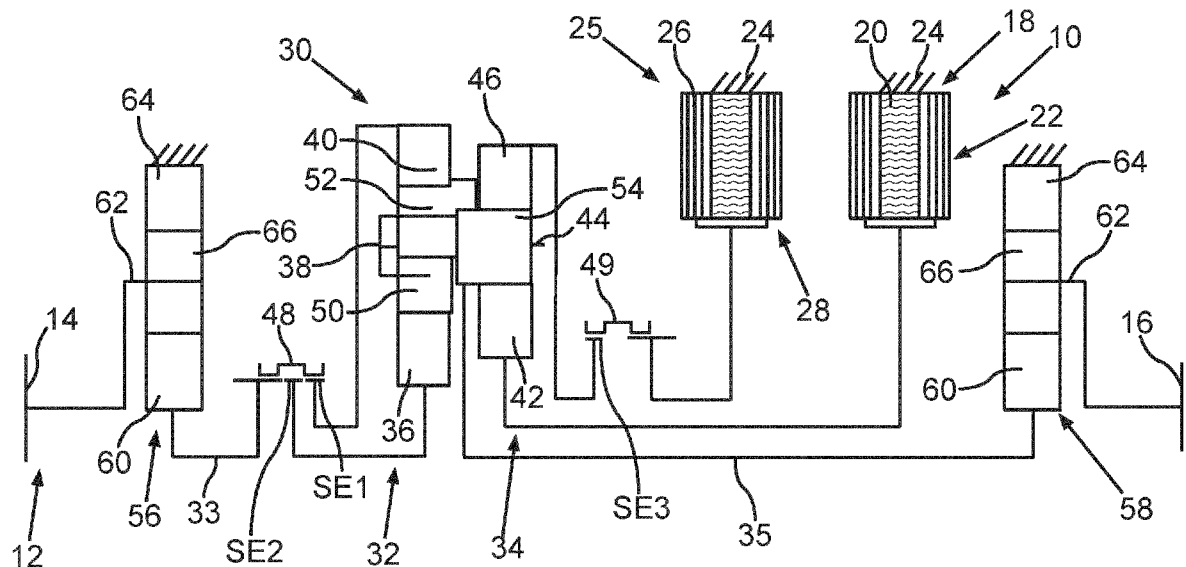


Fig.1

(57) **Abstract:** The invention relates to an electric drive system (10), comprising a first electric machine (18) with a first rotor (22), a second electric machine (25) with a second rotor (28), and a coupler mechanism (30) which has two output shafts (33, 35), namely a first output shaft (33) and a second output shaft (35), said output shafts being designed to output output torques from the coupler mechanism (30). A first planetary gear set (32) is provided, having a first element (36), a second element (38) which is rotationally fixed to the second output shaft (35), and a third element (40), and a second planetary gear set (34) is provided, having a fourth element (42), a fifth element (44) which is rotationally fixed to the second element (38), and a sixth element (46). The first rotor (22) is coupled

SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)

to the fourth element (42) such that first drive torques provided by the first electric machine (18) can be introduced into the coupler mechanism (30) at the fourth element (42).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein elektrisches Antriebssystem (10), mit einer ersten elektrischen Maschine (18) mit einem ersten Rotor (22), mit einer zweiten elektrischen Maschine (25) mit einem zweiten Rotor (28), und mit einem Koppelgetriebe (30), welches zwei Abtriebswellen (33, 35), nämlich eine erste Abtriebswelle (33) und eine zweite Abtriebswelle (35) aufweist, welche dazu ausgebildet sind, Abtriebsdrehmomente aus dem Koppelgetriebe (30) auszuleiten. Vorgesehen ist ein erster Planetenradsatz (32) mit einem ersten Element (36), einem drehfest mit der zweiten Abtriebswelle (35) verbundenen, zweiten Element (38) und einem dritten Element (40). Vorgesehen ist ein zweiter Planetenradsatz (34) mit einem vierten Element (42), einem drehfest mit dem zweiten Element (38) verbundenen, fünften Element (44) und einem sechsten Element (46), wobei der erste Rotor (22) derart mit dem vierten Element (42) gekoppelt ist, dass von der ersten elektrischen Maschine (18) bereitgestellte, erste Antriebsdrehmomente an dem vierten Element (42) in das Koppelgetriebe (30) einleitbar sind.

Mercedes-Benz Group AG

Elektrisches Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug sowie Verfahren zum Betreiben eines solchen elektrischen Antriebssystems

Die Erfindung betrifft ein elektrisches Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für einen Kraftwagen, gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines solchen elektrischen Antriebssystems.

Der US 9 494 218 B2 ist ein Triebwerk zum Antreiben von zwei angetriebenen Teilen als bekannt zu entnehmen, um ein Fahrzeug anzutreiben. Außerdem offenbart die DE 10 2019 107 538 A1 ein Drehmomentenverteilungsgetriebe, mit einer ersten Antriebswelle, welche drehfest mit einem ersten Sonnenrad eines Stirnraddifferentials verbunden ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein elektrisches Antriebssystem sowie ein Verfahren zum Betreiben eines solchen elektrischen Antriebssystems zu schaffen, sodass ein besonders geringer Bauraumbedarf des Antriebssystems sowie ein besonders vorteilhafter Antrieb realisiert werden können.

Diese Aufgabe wird durch ein elektrisches Antriebssystem mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Ansprüchen angegeben.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein auch als elektrische Antriebseinrichtung bezeichnetes oder als elektrische Antriebseinrichtung ausgebildetes, elektrisches Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für einen Kraftwagen und ganz insbesondere für einen Personenkraftwagen. Dies bedeutet, dass das Kraftfahrzeug in seinem vollständig hergestellten Zustand das elektrische Antriebssystem aufweist und mittels des elektrischen Antriebssystems, insbesondere rein, elektrisch angetrieben

werden kann. Beispielsweise weist das Kraftfahrzeug in seinem vollständig hergestellten Zustand wenigstens oder genau zwei in Fahrzeuglängsrichtung aufeinanderfolgend und somit hintereinander angeordnete, auch als Fahrzeugachsen bezeichnete Achsen auf. Die jeweilige Achse des auch als Fahrzeug bezeichneten Kraftfahrzeugs weist wenigstens oder genau zwei auch als Räder bezeichnete Fahrzeugräder auf, wobei beispielsweise die Fahrzeugräder der jeweiligen Achse auf in Fahrzeugquerrichtung einander gegenüberliegenden Seiten des Kraftfahrzeugs angeordnet sind. Mittels des elektrischen Antriebssystems können beispielsweise die Fahrzeugräder zumindest einer der Achsen oder beider Achsen angetrieben werden, wodurch das Kraftfahrzeug insgesamt angetrieben werden kann. Die mittels des elektrischen Antriebssystems antreibbaren Fahrzeugräder werden auch als antreibbare Räder oder angetriebene Räder bezeichnet. Wenn im Folgenden die Rede von den Fahrzeugrädern oder den Rädern ist, so sind darunter, falls nichts anderes angegeben ist, die mittels des elektrischen Antriebssystems antreibbaren Fahrzeugräder zu verstehen. Das elektrische Antriebssystem weist eine erste elektrische Maschine auf, welche einen ersten Rotor aufweist. Beispielsweise weist die erste elektrische Maschine einen ersten Stator auf, mittels welchem beispielsweise der erste Rotor antreibbar und dadurch um eine erste Maschinendrehachse relativ zu dem ersten Rotor drehbar ist. Insbesondere kann die erste elektrische Maschine über den ersten Rotor erste Antriebsdrehmomente zum Antreiben der Fahrzeugräder und somit des Kraftfahrzeugs bereitstellen. Das elektrische Antriebssystem weist außerdem eine zweite elektrische Maschine mit einem zweiten Rotor auf. Insbesondere weist die zweite elektrische Maschine einen zweiten Stator auf, mittels welchem beispielsweise der zweite Rotor antreibbar und dadurch um eine zweite Maschinendrehachse relativ zu dem zweiten Stator drehbar ist. Insbesondere kann die zweite elektrische Maschine über ihren zweiten Rotor zweite Antriebsdrehmomente bereitstellen, mittels welchen die Fahrzeugräder und somit das Kraftfahrzeug angetrieben werden können. Beispielsweise verlaufen die Maschinendrehachsen parallel zueinander, wobei die Maschinendrehachsen voneinander beabstandet sein können. Insbesondere fallen jedoch die Maschinendrehachsen zusammen, sodass die elektrischen Maschinen beispielsweise koaxial zueinander angeordnet sein können.

Das elektrische Antriebssystem weist außerdem ein Koppelgetriebe auf, welches zwei Abtriebswellen, nämlich eine erste Abtriebswelle und eine zweite Abtriebswelle, aufweist. Die Abtriebswellen sind dazu ausgebildet, Abtriebsdrehmomente aus dem Koppelgetriebe auszuleiten. Wieder mit anderen Worten ausgedrückt kann das Koppelgetriebe über seine Abtriebswellen die Abtriebsdrehmomente bereitstellen. Somit ist beispielsweise die erste Abtriebswelle dazu ausgebildet, erste der Abtriebsdrehmomente aus dem Koppelgetriebe

auszuleiten, wobei beispielsweise die zweite Abtriebswelle dazu ausgebildet ist, zweite der Abtriebsdrehmomente aus dem Koppelgetriebe auszuleiten. Beispielsweise resultieren das jeweilige, erste Abtriebsdrehmoment und/oder das jeweilige, zweite Abtriebsdrehmoment aus dem jeweiligen, ersten Antriebsdrehmoment und/oder aus dem jeweiligen, zweiten Antriebsdrehmoment.

Das Koppelgetriebe weist einen ersten Planetenradsatz auf, welcher ein erstes Element, ein zweites Element und ein drittes Element aufweist. Das zweite Element ist, insbesondere permanent, drehfest mit der zweiten Abtriebswelle verbunden, das heißt gekoppelt. Das Koppelgetriebe weist auch einen zweiten Planetenradsatz auf, welcher ein viertes Element, ein fünftes Element und ein sechstes Element aufweist. Das fünfte Element ist, insbesondere permanent, drehfest mit dem zweiten Element verbunden. Der erste Rotor ist derart mit dem vierten Element, insbesondere drehmomentübertragend und ganz insbesondere drehfest, gekoppelt, dass die von der ersten elektrischen Maschine über den ersten Rotor bereitgestellten oder bereitstellbaren, ersten Antriebsdrehmomente an dem vierten Element beziehungsweise über das vierte Element in das Koppelgetriebe eingeleitet werden können, mithin einleitbar sind. Mit anderen Worten ist der erste Rotor derart, insbesondere drehmomentübertragend und ganz insbesondere drehfest, mit dem vierten Element gekoppelt, das heißt verbunden, dass das jeweilige, erste Antriebsdrehmoment, ausgehend von der ersten elektrischen Maschine beziehungsweise von dem ersten Rotor, an dem vierten Element beziehungsweise über das vierte Element in das Koppelgetriebe eingeleitet werden kann. Beispielsweise kann der erste Rotor permanent drehmomentübertragend, insbesondere permanent drehfest, mit dem vierten Element verbunden, das heißt gekoppelt, sein.

Das erste Element, das zweite Element und das dritte Element sind Getriebeelemente des ersten Planetenradsatzes beziehungsweise werden auch als Getriebeelemente des ersten Planetenradsatzes bezeichnet. Vorzugsweise ist in erstes der Getriebeelemente als ein erstes Sonnenrad, ein zweites der Getriebeelemente als ein erster Planetenträger und ein drittes der Getriebeelemente als ein erstes Hohlrad des ersten Planetenradsatzes ausgebildet. Das vierte Element, das fünfte Element und das sechste Element werden zusammenfassend auch als Komponenten des zweiten Planetenradsatzes bezeichnet. Vorzugsweise ist eine erste der Komponenten ein zweites Sonnenrad, eine zweite der Komponenten ein zweiter Planetenträger und eine dritte der Komponenten ein zweites Hohlrad des zweiten Planetenradsatzes. Die Planetenträger werden auch als Stege bezeichnet. Beispielsweise weist das Antriebssystem ein Gehäuse auf, wobei beispielsweise der erste Planetenradsatz und/oder der zweite Planetenradsatz jeweils

zumindest teilweise in dem Gehäuse angeordnet sein können. Insbesondere dann, wenn das jeweilige Getriebeelement nicht drehfest mit dem Gehäuse verbunden ist, kann beispielsweise das jeweilige Getriebeelement um eine erste Planetenradsatzdrehachse relativ zu dem Gehäuse gedreht werden. Beispielsweise dann, wenn die jeweilige Komponente nicht drehfest mit dem Gehäuse verbunden ist, kann die jeweilige Komponente um eine zweite Planetenradsatzdrehachse relativ zu dem Gehäuse gedreht werden. Es ist denkbar, dass die Planetenradsätze koaxial zueinander angeordnet sind, sodass vorzugsweise die Planetenradsatzdrehachsen zusammenfallen. Die jeweilige Planetenradsatzdrehachse verläuft beispielsweise parallel zur jeweiligen Maschinendrehachse und kann dabei insbesondere von der jeweiligen Maschinendrehachse beabstandet sein. Ferner ist es denkbar, dass die jeweilige Planetenradsatzdrehachse mit der jeweiligen Maschinendrehachse zusammenfällt, sodass vorzugsweise der jeweilige Planetenradsatz koaxial zur jeweiligen, elektrischen Maschine angeordnet sein kann.

Im Rahmen der vorliegenden Offenbarung ist unter dem Merkmal, dass zwei Bauelemente wie beispielsweise die zweite Abtriebswelle und das zweite Element oder das zweite Element und das fünfte Element drehfest miteinander verbunden sind, zu verstehen, dass die drehfest miteinander verbundenen Bauelemente koaxial zueinander angeordnet sind und sich insbesondere dann, wenn die Bauelemente angetrieben werden, gemeinsam beziehungsweise gleichzeitig um eine den Bauelementen gemeinsame Bauelementdrehachse wie beispielsweise die erste Planetenradsatzdrehachse oder die zweite Planetenradsatzdrehachse mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit, insbesondere relativ zu dem Gehäuse, drehen. Unter dem Merkmal, dass zwei Bauelemente drehmomentübertragend miteinander verbunden sind, ist zu verstehen, dass die Bauelemente derart miteinander gekoppelt oder verbunden sind, dass Drehmomente zwischen den Bauelementen übertragen werden können, wobei dann, wenn die Bauelemente drehfest miteinander verbunden sind, die Bauelemente auch drehmomentübertragend miteinander verbunden sind. Unter dem Merkmal, dass zwei Bauelemente permanent drehmomentübertragend miteinander verbunden sind, ist zu verstehen, dass nicht etwa ein Schaltelement vorgesehen ist, welches zwischen einem die Bauelemente drehmomentübertragend verbindenden Koppelzustand und einem Entkoppelzustand umschaltbar ist, in welchem keine Drehmomente zwischen den Bauelementen übertragen werden können, sondern die Bauelemente sind stets beziehungsweise immer und somit permanent drehmomentübertragend, das heißt derart miteinander verbunden, dass ein Drehmoment zwischen den Bauelementen übertragen werden kann. Somit ist beispielsweise eines der Bauelemente von dem jeweils anderen

Bauelement antreibbar und umgekehrt. Insbesondere ist unter dem Merkmal, dass zwei Bauelemente permanent drehfest miteinander verbunden sind, zu verstehen, dass nicht etwa ein Schaltelement vorgesehen ist, welches zwischen einem die Bauelemente drehfest miteinander verbindenden Koppelzustand und einem Entkoppelzustand umschaltbar ist, in welchem die Bauelemente voneinander entkoppelt und relativ zueinander drehbar sind, insbesondere um die Bauelementdrehachse, sodass keine Drehmomente zwischen den Bauelementen übertragen werden können, sondern die Bauelemente sind stets beziehungsweise immer, mithin permanent drehfest miteinander verbunden oder gekoppelt. Mit anderen Worten ist unter dem Begriff „drehfest“ zu verstehen, dass zwei insbesondere drehbar gelagerte Elemente drehfest miteinander verbunden sind, wenn sie coaxial zueinander angeordnet und derart miteinander verbunden sind, dass sie sich mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit insbesondere um die Bauelementdrehachse drehen.

Beispielsweise ist das jeweilige Getriebeelement, insbesondere permanent, drehfest mit einer jeweiligen Welle des ersten Planetenradsatzes verbunden oder bildet diese jeweilige Welle mit aus. Ferner ist es denkbar, dass die jeweilige Komponente, insbesondere permanent, drehfest mit einer jeweiligen Welle des zweiten Planetenradsatzes verbunden ist oder diese jeweilige Welle mit ausbildet.

Um nun einen besonders geringen Bauraumbedarf des elektrischen Antriebssystems sowie einen besonders vorteilhaften Antrieb realisieren zu können, ist erfindungsgemäß ein erstes Schaltelement vorgesehen, welches dazu ausgebildet oder vorgesehen ist, die erste Abtriebswelle drehfest mit dem dritten Element zu verbinden. Mit anderen Worten ist mittels des ersten Schaltelements die erste Abtriebswelle drehfest mit dem dritten Element verbindbar. Beispielsweise ist das erste Schaltelement zwischen einem ersten Koppelzustand und einem ersten Entkoppelzustand umschaltbar. In dem ersten Koppelzustand ist mittels des ersten Schaltelements die erste Abtriebswelle drehfest mit dem dritten Element verbunden. In dem ersten Entkoppelzustand gibt das erste Schaltelement die erste Abtriebswelle und das dritte Element für eine insbesondere um die erste Planetenradsatzdrehachse erfolgende Relativdrehung zwischen der ersten Abtriebswelle und dem dritten Element frei, sodass in dem ersten Entkoppelzustand die erste Abtriebswelle und das dritte Element insbesondere um die erste Planetenradsatzdrehachse relativ zueinander drehbar sind. Beispielsweise kann das erste Schaltelement, insbesondere relativ zu dem Gehäuse und/oder translatorisch, zwischen wenigstens einer den ersten Entkoppelzustand bewirkenden, ersten Koppelstellung und

wenigstens einer den ersten Entkoppelzustand bewirkenden, ersten Entkoppelstellung bewegt werden.

Erfindungsgemäß ist ferner ein zweites Schaltelement vorgesehen, welches dazu ausgebildet oder vorgesehen ist, die erste Abtriebswelle drehfest mit dem ersten Element zu verbinden. Beispielsweise ist das zweite Schaltelement zwischen einem zweiten Koppelzustand und einem zweiten Entkoppelzustand umschaltbar. In dem zweiten Koppelzustand ist mittels des zweiten Schaltelements die erste Abtriebswelle drehfest mit dem ersten Element verbunden. In dem zweiten Entkoppelzustand sind die erste Abtriebswelle und das erste Element insbesondere um die erste Planetenradsatzdrehachse relativ zueinander drehbar. Beispielsweise kann das zweite Schaltelement, insbesondere translatorisch und/oder relativ zu dem Gehäuse, zwischen wenigstens einer den zweiten Koppelzustand bewirkenden, zweiten Koppelstellung und wenigstens einer den zweiten Entkoppelzustand bewirkenden, zweiten Koppelstellung bewegt werden.

Des Weiteren ist erfindungsgemäß ein drittes Schaltelement vorgesehen, welches dazu ausgebildet oder vorgesehen ist, den zweiten Rotor derart, insbesondere drehmomentübertragend und ganz insbesondere drehfest, mit dem sechsten Element zu koppeln, dass die von der zweiten elektrischen Maschine über den zweiten Rotor bereitgestellten oder bereitstellbaren, zweiten Antriebsdrehmomente an dem sechsten Element beziehungsweise über das sechste Element in das Koppelgetriebe einleitbar sind, mithin eingeleitet werden können. Mit anderen Worten ist das dritte Schaltelement dazu ausgebildet, den zweiten Rotor derart, insbesondere drehmomentübertragend und ganz insbesondere drehfest, mit dem sechsten Element zu koppeln, das heißt zu verbinden, dass das jeweilige, zweite Antriebsdrehmoment, ausgehend von der zweiten elektrischen Maschine beziehungsweise von dem zweiten Rotor, an dem sechsten Element beziehungsweise über das sechste Element in das Koppelgetriebe eingeleitet werden kann. Beispielsweise ist das dritte Schaltelement zwischen einem dritten Koppelzustand und einem dritten Entkoppelzustand umschaltbar. In dem dritten Koppelzustand ist mittels des dritten Schaltelements der zweite Rotor drehmomentübertragend, insbesondere drehfest, mit dem sechsten Element verbunden. In dem dritten Entkoppelzustand ist der zweite Rotor von dem sechsten Element entkoppelt, sodass über das dritte Schaltelement keine Drehmomente zwischen dem zweiten Rotor und dem sechsten Element übertragen werden können. Insbesondere können in dem dritten Koppelzustand Drehmomente über das dritte Schaltelement zwischen dem zweiten Rotor und dem sechsten Element übertragen werden.

Beispielsweise kann das dritte Schaltelement, insbesondere translatorisch und/oder relativ zu dem Gehäuse, zwischen wenigstens einer den dritten Entkoppelzustand bewirkenden, dritten Entkoppelstellung und wenigstens einer den dritten Koppelzustand bewirkenden, dritten Koppelstellung bewegt werden.

Um einen besonders vorteilhaften Antrieb auf besonders bauraumgünstige Weise realisieren zu können, ist es bei einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass das zweite Element der erste Planetenträger und das fünfte Element der zweite Planetenträger ist.

Dabei hat es sich zur Realisierung einer besonders kompakten Bauweise des elektrischen Antriebssystems als besonders vorteilhaft gezeigt, wenn an dem zweiten Element erste Planetenräder und zweite Planetenräder drehbar gehalten, das heißt angeordnet, sind. Die ersten Planetenräder kämmen, insbesondere permanent, mit einer ersten Verzahnung des ersten Elements. Die zweiten Planetenräder kämmen, insbesondere permanent, mit einer dritten Verzahnung des dritten Elements. Ferner ist es vorgesehen, dass jeweils, insbesondere genau, eines der ersten Planetenräder mit, insbesondere genau, einem jeweiligen der zweiten Planetenräder, insbesondere permanent, kämmt.

Vorzugsweise ist es ferner vorgesehen, dass an dem fünften Element dritte Planetenräder drehbar gehalten, das heißt angeordnet, sind. Die dritten Planetenräder kämmen, insbesondere permanent, mit einer vierten Verzahnung des vierten Elements und mit einer sechsten Verzahnung des sechsten Elements. Des Weiteren ist es vorgesehen, dass jeweils, insbesondere genau, eines der zweiten Planetenräder mit, insbesondere genau, einem jeweiligen der dritten Planetenräder, insbesondere permanent, kämmt. Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass die dritten Planetenräder nicht mit den ersten Planetenrädern kämmen. Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass die ersten Planetenräder nicht mit der dritten Verzahnung, nicht mit der vierten Verzahnung und nicht mit der sechsten Verzahnung kämmen. Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass die zweiten Planetenräder nicht mit der ersten Verzahnung, nicht mit der vierten Verzahnung und nicht mit der sechsten Verzahnung kämmen. Ferner ist es vorzugsweise vorgesehen, dass die dritten Planetenräder nicht mit der ersten Verzahnung und nicht mit der dritten Verzahnung kämmen. Insbesondere sind die zweiten Planetenräder zusätzlich zu den ersten Planetenrädern vorgesehen, und ganz vorzugsweise sind die dritten Planetenräder zusätzlich zu den ersten Planetenrädern und zusätzlich zu den zweiten Planetenrädern vorgesehen.

Bei einer weiteren, besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist eine erste Übersetzungsstufe vorgesehen, welche hinsichtlich eines ersten Drehmomentenflusses stromab der ersten Abtriebswelle und stromab des Koppelgetriebes und insbesondere stromauf eines ersten der Fahrzeugräder angeordnet ist, wobei beispielsweise das jeweilige, erste Abtriebsdrehmoment entlang des ersten Drehmomentenflusses von dem Koppelgetriebe und der ersten Abtriebswelle über die erste Übersetzungsstufe an oder auf das erste Fahrzeugrad übertragen werden kann, sodass die erste Übersetzungsstufe in dem ersten Drehmomentenfluss und dabei stromab der ersten Abtriebswelle und stromauf des ersten Fahrzeugrads angeordnet ist. Ferner ist vorzugsweise eine zweite Übersetzungsstufe vorgesehen, welche hinsichtlich eines zweiten Drehmomentenflusses stromab der zweiten Abtriebswelle und stromauf des Koppelgetriebes und insbesondere stromauf des zweiten Fahrzeugrads angeordnet ist, wobei beispielsweise entlang des zweiten Drehmomentenflusses das jeweilige, zweite Abtriebsdrehmoment von dem Koppelgetriebe und der zweiten Abtriebswelle über die zweite Übersetzungsstufe auf oder an das zweite Fahrzeugrad übertragen werden kann. Somit ist beispielsweise die zweite Übersetzungsstufe in dem zweiten Drehmomentenfluss und dabei stromauf des zweiten Fahrzeugrads und stromab der zweiten Abtriebswelle angeordnet. Hierdurch kann auf besonders bauraumgünstige Weise ein besonders effizienter Antrieb der Fahrzeugräder und somit des Kraftfahrzeugs dargestellt werden.

Um den Bauraumbedarf des Antriebssystems besonders gering halten zu können, insbesondere in axialer Richtung des Koppelgetriebes und somit entlang der jeweiligen Planetenradsatzdrehachse betrachtet, ist es in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass in axialer Richtung des Koppelgetriebes und somit entlang der jeweiligen Planetenradsatzdrehachse betrachtet das erste Schaltelement und das zweite Schaltelement zwischen der zweiten Übersetzungsstufe und dem Koppelgetriebe angeordnet sind, wobei das dritte Schaltelement in axialer Richtung des Koppelgetriebes betrachtet zwischen dem Koppelgetriebe und der ersten Übersetzungsstufe angeordnet ist.

Mit der „axialen Richtung“ ist somit die Richtung einer Drehachse der Planetenradsätze gemeint. Der erste Planetenradsatz und der zweite Planetenradsatz sind coaxial zueinander angeordnet. Vorteilhaft sind die Planetenradsätze des Koppelgetriebes, also der erste Planetenradsatz und der zweite Planetenradsatz sowie auch die beiden elektrischen Maschinen allesamt coaxial zueinander angeordnet, so dass auch die Rotoren der elektrischen Maschinen sich um die gleiche Drehachse wie die beiden genannten Planetenradsätze drehen. Wenn im Folgenden Begriffe wie „axial“ oder „axial

zwischen“ verwendet werden, so beziehen sich diese Begriffe immer auf die hier genannte Drehachse der Planetenradsätze des Koppelgetriebes.

Um einen besonders kompakten Aufbau des Antriebssystems und einen besonders vorteilhaften Antrieb darstellen zu können, ist es in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass das erste Element als das erste Sonnenrad, das dritte Element als das erste Hohlrad, das vierte Element als das zweite Sonnenrad und das sechste Element als das zweite Hohlrad ausgebildet sind.

Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass das dritte Schaltelement dazu ausgebildet ist, den zweiten Rotor drehfest mit dem sechsten Element zu koppeln. Mit anderen Worten ist vorzugsweise vorgesehen, dass mittels des dritten Schaltelements der zweite Rotor drehfest mit dem sechsten Element koppelbar, das heißt verbindbar, ist. Dadurch kann der Bauraumbedarf besonders gering gehalten werden.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines elektrischen Antriebssystems gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung. Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Aspekts der Erfindung sind als Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des zweiten Aspekts der Erfindung anzusehen und umgekehrt.

Um einen besonders vorteilhaften Antrieb realisieren zu können, ist es in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass für einen oder in einem auch als erster Drehmomentenverschiebungsbetrieb bezeichneten, ersten Torque-Shift-Betrieb des Antriebssystems das erste Schaltelement geschlossen, das zweite Schaltelement offen und das dritte Schaltelement geschlossen sind.

Um einen besonders effizienten Betrieb realisieren zu können, ist es in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass für einen oder einem Effizienz-Betrieb des Antriebssystems das erste Schaltelement offen, das zweite Schaltelement geschlossen sowie das dritte Schaltelement offen ist.

Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass für einen oder in einem auch als zweiter Drehmomentenverschiebungsbetrieb bezeichneten, zweiten Torque-Shift-Betrieb das erste Schaltelement offen, das zweite Schaltelement geschlossen und das dritte Schaltelement geschlossen sind.

Im Rahmen der vorliegenden Offenbarung werden auch als Ordinalia bezeichnete Ordnungszahlwörter wie zum Beispiel „erster“, „erstes“, „zweiter“, „zweites“ etc. nicht notwendigerweise verwendet, um eine Anzahl oder Menge von Elementen anzugeben oder zu implizieren, sondern um eindeutig auch Begriffe referenzieren zu können, denen die Ordnungszahlwörter zugeordnet sind beziehungsweise auf die sich die Ordnungszahlwörter beziehen.

In dem ersten Torque-Shift-Betrieb ist es beispielsweise vorgesehen, dass beide elektrische Maschinen insbesondere über ihre Rotoren nennenswert Drehmoment, insbesondere in Form der Antriebsdrehmomente, zum Vortrieb, das heißt um das Kraftfahrzeug anzutreiben, bereitstellen, insbesondere in gleichem Maße, sodass beispielsweise das erste Antriebsdrehmoment dem zweiten Antriebsdrehmoment entspricht, oder das erste Antriebsdrehmoment oder das zweite Antriebsdrehmoment sind voneinander unterschiedlich. Die elektrischen Maschinen können gleich stark sein, oder die elektrischen Maschinen können unterschiedlich stark sein. Bei dem oder in dem zweiten Torque-Shift-Betrieb treibt bezogen auf die beiden elektrischen Maschinen überwiegend oder im Wesentlichen nur eine der elektrischen Maschinen, insbesondere die erste elektrische Maschine, das Kraftfahrzeug an, worunter zu verstehen ist, dass die eine elektrische Maschine das Kraftfahrzeug überwiegend oder stärker antreibt als die andere elektrische Maschine, deren Momentenbeitrag zum Antreiben des Kraftfahrzeugs 0 oder größer als 0 sein kann, jedoch insbesondere im Vergleich zur einen elektrischen Maschine vernachlässigt werden kann, wobei eine Verteilung oder Aufteilung des von der einen elektrischen Maschine über den Rotor der einen elektrischen Maschine bereitgestellten Antriebsdrehmoments auf die Fahrzeugräder, das heißt insbesondere auf die Abtriebswellen und über diese auf die Fahrzeugräder, von einem Drehmomentenverhältnis und/oder Drehzahlverhältnis der beiden elektrischen Maschinen zueinander abhängt. Insbesondere gibt die andere elektrische Maschine die Verteilung oder Aufteilung des Antriebsdrehmoments vor. Somit kann beispielsweise auf eines der Fahrzeugräder mehr Drehmoment, das heißt ein größeres Drehmoment, übertragen werden als auf das andere Fahrzeugrad. Mit anderen Worten, bei oder in dem zweiten Torque-Shift-Betrieb treibt beispielsweise bezogen auf die elektrische Maschine nur die eine elektrische Maschine, insbesondere die erste elektrische Maschine, das Kraftfahrzeug, insbesondere die Fahrzeugräder, an, beziehungsweise die eine elektrische Maschine treibt die Fahrzeugräder wesentlich stärker als die andere elektrische Maschine an, wobei durch einen entsprechenden Betrieb der anderen elektrischen Maschine, insbesondere der zweiten elektrischen Maschine, das von der einen elektrischen Maschine bereitgestellte Antriebsdrehmoment auf die beiden Fahrzeugräder verteilt wird,

mithin kann durch, insbesondere entsprechendes, Betreiben der anderen elektrischen Maschine eine Verteilung des von der einen elektrischen Maschine, insbesondere von dem Rotor der einen elektrischen Maschine, bereitgestellte Antriebsdrehmoment auf die Fahrzeugräder eingestellt, das heißt variiert, werden. In dem zweiten Torque-Shift-Betrieb hat somit die andere elektrische Maschine keinen wesentlichen Momentenbeitrag, um das Kraftfahrzeug anzutreiben. Es ist erkennbar, dass beispielsweise in dem zweiten Torque-Shift-Betrieb eine solche Drehmomentenverschiebung oder Drehmomentenverteilung realisiert werden kann, dass eine Verteilung oder Aufteilung des von der einen elektrischen Maschine über den Rotor der einen elektrischen Maschine bereitstellbaren oder bereitgestellten Antriebsdrehmoments auf die Fahrzeugräder durch Betreiben der anderen elektrischen Maschine variiert, das heißt eingestellt werden kann, insbesondere dadurch, dass die andere elektrische Maschine das Koppelgetriebe wahlweise antreibt oder abbremst. Das Koppelgetriebe weist beispielsweise eine Grundverteilung auf, gemäß welcher ein in das Koppelgetriebe eingeleitetes Gesamtdrehmoment auf die Abtriebswellen und über diese auf die Fahrzeugräder aufgeteilt oder verteilt wird. Insbesondere ist die Grundverteilung durch eine mechanische Konstruktion des Koppelgetriebes definiert, das heißt vorgegeben. Das Gesamtdrehmoment resultiert beispielsweise aus dem jeweiligen, ersten Antriebsdrehmoment und/oder aus dem jeweiligen, zweiten Antriebsdrehmoment, wobei beispielsweise das Gesamtdrehmoment insbesondere dann aus dem jeweiligen, ersten Antriebsdrehmoment und aus dem jeweiligen, zweiten Antriebsdrehmoment resultieren kann, wenn der zweite Rotor das jeweilige, zweite Antriebsdrehmoment und, insbesondere gleichzeitig, der erste Rotor das jeweilige, erste Antriebsdrehmoment bereitstellt und das erste Antriebsdrehmoment und das zweite Antriebsdrehmoment, insbesondere gleichzeitig, in das Koppelgetriebe eingeleitet werden. Durch Betreiben der anderen elektrischen Maschine, das heißt dadurch, dass die andere elektrische Maschine das Koppelgetriebe, das heißt beispielsweise wenigstens eines der Getriebeelemente und/oder wenigstens eine der Komponenten, antreibt und/oder dadurch, dass die andere elektrische Maschine das Koppelgetriebe, das heißt das wenigstens eine Getriebeelement und/oder die wenigstens eine Komponente, abbremst, kann das Koppelgetriebe derart beeinflusst werden, dass beispielsweise das jeweilige, von der einen elektrischen Maschine bereitgestellte Antriebsdrehmoment beziehungsweise das Gesamtdrehmoment nicht oder nicht nur gemäß der Grundverteilung, sondern gemäß einer von der Grundverteilung unterschiedlichen Verteilung auf die Abtriebswellen und über diese auf die Fahrzeugräder aufgeteilt oder verteilt wird, wobei beispielsweise durch Variieren des Betriebs der anderen elektrischen Maschine, das heißt beispielsweise durch Variieren eines von der anderen elektrischen Maschine, insbesondere von dem Rotor der anderen elektrischen

Maschine, bereitgestellten Drehmoments zum Antreiben oder Abbremsen des Koppelgetriebes die genannte Verteilung variiert werden kann. Dadurch kann beispielsweise eingestellt werden, dass das jeweilige, erste Abtriebsdrehmoment einen ersten Wert, insbesondere einen ersten Betrag, und das zweite Abtriebsdrehmoment, insbesondere gleichzeitig, einen von dem ersten Wert unterschiedlichen, zweiten Wert, insbesondere einen von dem ersten Betrag unterschiedlichen, zweiten Betrag aufweist. Diese Drehmomentverschiebung ist insbesondere bei einer Kurvenfahrt des Kraftfahrzeugs vorteilhaft, da dann beispielsweise dem kurvenäußeren Fahrzeugrad ein größeres Drehmoment als dem kurveninneren Fahrzeugrad zugeteilt werden kann, um beispielsweise das Kraftfahrzeug aus einer Kurve vorteilhaft heraus beschleunigen zu können. Dadurch kann eine besonders vorteilhafte Fahrdynamik realisiert werden. Somit ermöglicht die Erfindung die Realisierung einer besonders hohen Leistungsfähigkeit, insbesondere im Hinblick auf eine hohe Quer-Dynamik, insbesondere bei gleichzeitig hoher Effizienz des Antriebssystems. Des Weiteren ermöglicht die Erfindung eine besonders kompakte Bauweise des elektrischen Antriebssystems.

In dem auch als Effizienzmodus bezeichneten Effizienz-Betrieb treibt beispielsweise bezogen auf die elektrischen Maschinen ausschließlich eine der elektrischen Maschinen, insbesondere die erste elektrische Maschine, das Kraftfahrzeug beziehungsweise die Fahrzeugräder an, insbesondere während ein durch die andere elektrischen Maschinen bewirktes Antreiben der Fahrzeugräder unterbleibt und ganz insbesondere, während die andere elektrische Maschine das Koppelgetriebe weder antreibt noch abbremst und ganz vorzugsweise, während die andere elektrische Maschine deaktiviert ist. Das Koppelgetriebe wirkt hier als klassisches Differential, insbesondere mit einer 50:50-Drehmomentenverteilung, insbesondere auch in Kurven, wobei das Koppelgetriebe insbesondere wie ein Differential trotzdem unterschiedliche Drehzahlen der Fahrzeugräder zulässt, sodass sich das kurvenäußere Fahrzeugrad mit einer größeren Drehzahl dreht oder drehen kann als das kurveninnere Fahrzeugrad.

Denkbar ist auch ein Boost-Betrieb des Antriebssystems, wobei der Boost-Betrieb auch als Unterstützungsbetrieb bezeichnet wird. Beispielsweise kann ein viertes Schaltelement vorgesehen sein, mittels welchem der erste Rotor drehmomentübertragend, insbesondere drehfest, mit dem zweiten Rotor verbindbar ist. Beispielsweise kann das vierte Schaltelement zwischen einem vierten Koppelzustand und einem vierten Entkoppelzustand umgeschaltet werden. In dem vierten Koppelzustand ist mittels des vierten Schaltelements der erste Rotor drehfest mit dem zweiten Rotor verbunden. In dem vierten Entkoppelzustand sind die Rotoren und insbesondere die Maschinendrehachsen

relativ zueinander drehbar, sodass insbesondere in dem vierten Entkoppelzustand keine Drehmomente zwischen den Rotoren über das vierte Schaltelement übertragen werden können. Beispielsweise kann das vierte Schaltelement, insbesondere translatorisch und/oder relativ zu dem Gehäuse, zwischen wenigstens einer den vierten Koppelzustand bewirkenden, vierten Koppelstellung und wenigstens einer den vierten Entkoppelzustand bewirkenden, vierten Entkoppelstellung bewegt werden. Für den oder in dem Boost-Betrieb sind beispielsweise das zweite Schaltelement und das vierte Schaltelement geschlossen, während das erste Schaltelement und das dritte Schaltelement offen sind, insbesondere wie beim Effizienz-Betrieb, wobei dann jedoch die Fahrzeugräder beziehungsweise die Abtriebswellen mittels beider elektrischer Maschinen angetrieben werden, sodass beide elektrische Maschinen einen wesentlichen Momentenbeitrag zum Antreiben der Abtriebswelle und somit der Fahrzeugräder und des Kraftfahrzeugs leisten. Insbesondere ist in dem Boost-Betrieb eine klassische Differentialfunktion, insbesondere des Koppelgetriebes, vorgesehen, insbesondere mit einer 50:50-Drehmomentenaufteilung auf die beiden Fahrzeugräder beziehungsweise Abtriebswellen.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Die Zeichnung zeigt in:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines elektrischen Antriebssystems für ein Kraftfahrzeug;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform des elektrischen Antriebssystems;
- Fig. 3 eine Schalttafel zum Veranschaulichen von unterschiedlichen, auch als Modi oder Betriebsmodi bezeichneten Betrieben des elektrischen Antriebssystems; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform eines elektrischen Antriebssystems.

In den Fig. sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine erste Ausführungsform eines elektrischen Antriebssystems 10 für ein einfach auch als Fahrzeug bezeichnetes Kraftfahrzeug, welches vorzugsweise als ein Kraftwagen, insbesondere als ein Personenkraftwagen, ausgebildet ist. Das Kraftfahrzeug weist in seinem vollständig hergestellten Zustand beispielsweise wenigstens oder genau zwei in Fahrzeuglängsrichtung aufeinanderfolgend und somit hintereinander angeordnete, einfach auch als Achsen bezeichnete Fahrzeugachsen auf. Eine der Fahrzeugachsen ist in Fig. 1 erkennbar und mit 12 bezeichnet. Die jeweilige Fahrzeugachse weist wenigstens oder genau zwei einfach auch als Räder bezeichnete Fahrzeugräder auf. Die Fahrzeugräder der Fahrzeugachse 12 sind in Fig. 1 erkennbar und mit 14 und 16 bezeichnet. Es ist erkennbar, dass die Fahrzeugräder 14 und 16 auf in Fahrzeugquerrichtung einander gegenüberliegenden Seiten des Kraftfahrzeugs angeordnet sind. Mittels des Antriebssystems 10 können die Fahrzeugräder 14 und 16 und somit das Kraftfahrzeug insgesamt, insbesondere rein, elektrisch angetrieben werden. Die Fahrzeugräder 14 und 16 sind Bodenkontaktelemente, über welche das Kraftfahrzeug in Fahrzeughochrichtung nach unten hin an einem Boden abstützbar oder abgestützt ist. Wird das Kraftfahrzeug entlang des Bodens gefahren, während es in Fahrzeughochrichtung nach unten hin über die Bodenkontaktelemente an dem Boden abgestützt ist, so rollen die Fahrzeugräder 14 und 16, insbesondere direkt, an dem Boden ab. Hierfür weist das elektrische Antriebssystem 10 eine erste elektrische Maschine 18 auf, welche einen ersten Stator 20 und einen ersten Rotor 22 aufweist. Der Rotor 22 ist mittels des Stators 20 antreibbar und dadurch um eine Maschinendrehachse relativ zu dem Stator 20 und relativ zu einem in Fig. 1 besonders schematisch dargestellten Gehäuse 24 des Antriebssystems 10 drehbar. Die elektrische Maschine 18 kann über ihren Rotor 22 jeweilige, erste Antriebsdrehmomente zum Antreiben der Fahrzeugräder 14 und 16 und somit des Kraftfahrzeugs bereitstellen. Das elektrische Antriebssystem 10 umfasst außerdem eine zweite elektrische Maschine 25, welche einen zweiten Stator 26 und einen zweiten Rotor 28 aufweist. Mittels des Stators 26 kann der Rotor 28 angetrieben und dadurch um eine zweite Maschinendrehachse relativ zu dem Stator 26 und relativ zu dem Gehäuse 24 gedreht werden. Die elektrische Maschine 25 kann über

ihren zweiten Rotor 28 jeweilige, zweite Antriebsdrehmomente zum Antreiben der Fahrzeugräder 14 und 16 und somit des Kraftfahrzeugs bereitstellen. Bei der ersten Ausführungsform sind die elektrischen Maschinen 18 und 25 koaxial zueinander angeordnet, sodass die Maschinendrehachsen zusammenfallen.

Das Antriebssystem 10 umfasst außerdem ein Koppelgetriebe 30, welches eine zentrale Überlagerungseinheit aufweisen oder als eine zentrale Überlagerungseinheit ausgebildet sein kann. Das Koppelgetriebe 30 weist eine erste Abtriebswelle 33 und eine zweite Abtriebswelle 35 auf. Über die Abtriebswelle 33 können erste Abtriebsdrehmomente aus dem Koppelgetriebe 30 ausgeleitet werden, sodass das Koppelgetriebe 30 die ersten Abtriebsdrehmomente über die erste Abtriebswelle 33 bereitstellen kann. Über die zweite Abtriebswelle 35 können zweite Abtriebsdrehmomente aus dem Koppelgetriebe 30 ausgeleitet werden, welches somit die zweiten Abtriebsdrehmomente über die zweite Abtriebswelle 35 bereitstellen kann. Beispielsweise resultiert das jeweilige, erste Abtriebsdrehmoment aus dem jeweiligen, ersten Antriebsdrehmoment und/oder aus dem jeweiligen, zweiten Antriebsdrehmoment, und das jeweilige, zweite Abtriebsdrehmoment resultiert beispielsweise aus dem jeweiligen, ersten Antriebsdrehmoment und/oder aus dem jeweiligen, zweiten Antriebsdrehmoment. Es ist erkennbar, dass das Fahrzeugrad 14 von der Abtriebswelle 33 und somit über die Abtriebswelle 33 von dem Koppelgetriebe 30 und über dieses von der jeweiligen, elektrischen Maschine 18, 25 angetrieben werden kann. Demzufolge kann das Fahrzeugrad 16 von der Abtriebswelle 35 und somit über die Abtriebswelle 35 von dem Koppelgetriebe 30 und über dieses von der jeweiligen, elektrischen Maschine 18, 25 angetrieben werden.

Das Koppelgetriebe 30, insbesondere die Überlagerungseinheit, weist einen ersten Planetenradsatz 32 und einen zweiten Planetenradsatz 34 auf. Der Planetenradsatz 32 weist ein erstes Element 36, ein zweites Element 38 und ein drittes Element 40 auf. Der Planetenradsatz 34 weist ein viertes Element 42, ein fünftes Element 44 und ein sechstes Element 46 auf. Bei den in den Fig. gezeigten Ausführungsformen ist das Element 36 ein erstes Sonnenrad, das Element 38 ein erster Planetenträger, welcher auch als erster Steg bezeichnet wird, und das dritte Element 40 ein erstes Hohlrad. Das vierte Element 42 ist ein zweites Sonnenrad, das fünfte Element 44 ist ein zweiter Planetenträger, welcher auch als zweiter Steg bezeichnet wird, und das sechste Element 46 ist ein zweites Hohlrad. Die Planetenradsätze 32 und 34 sind koaxial zueinander angeordnet. Das fünfte Element 44 ist, insbesondere permanent, drehfest mit dem zweiten Element 38 verbunden, das heißt gekoppelt. Außerdem ist der erste Rotor 22 derart mit dem vierten Element 42 gekoppelt, dass die von der ersten elektrischen Maschine 18 über den ersten

Rotor 22 bereitgestellten oder bereitstellbaren, ersten Antriebsdrehmomente an dem vierten Element 42, das heißt über das vierte Element 42, in das Koppelgetriebe 30 einleitbar sind, mithin eingeleitet werden können. Bei der ersten Ausführungsform ist der Rotor 22, insbesondere permanent, drehfest mit dem vierten Element 42 verbunden. Die zweite Abtriebswelle 35 ist, insbesondere permanent, drehfest mit dem zweiten Element 38 und somit mit dem fünften Element 44 gekoppelt, das heißt verbunden.

Wie aus Fig. 1 erkennbar ist, ist die jeweilige, elektrische Maschine 18, 25 als eine Axialflussmaschine (AFM) ausgebildet. Hierbei umfasst beispielsweise der jeweilige Rotor 22, 28 zwei auch als Rotorscheiben bezeichnete oder als Rotorscheiben ausgebildete Rotorelemente, welche in axialer Richtung der jeweiligen, elektrischen Maschine 18, 25 voneinander beabstandet sind, wobei der jeweilige Stator 20, 26 in axialer Richtung der jeweiligen, elektrischen Maschine 18, 25 zwischen den jeweiligen Statorelementen der jeweiligen, elektrischen Maschine 18, 25 angeordnet ist.

Um nun eine besonders kompakte Bauweise des elektrischen Antriebssystems 10 sowie einen besonders vorteilhaften Antrieb realisieren zu können, weist das elektrische Antriebssystem 10 ein erstes Schaltelement SE1 auf, welches dazu ausgebildet ist, die erste Abtriebswelle 33 drehfest mit dem dritten Element 40 zu verbinden. Das elektrische Antriebssystem 10 umfasst außerdem ein zweites Schaltelement SE2, welches dazu ausgebildet ist, die erste Abtriebswelle 33 drehfest mit dem ersten Element 36 zu verbinden. Hierfür ist ein beispielsweise als Schiebemuffe ausgebildetes, insbesondere den Schaltelementen SE1 und SE2 gemeinsames erstes Schaltteil 48 vorgesehen, welches zwischen einem ersten Zustand und einem zweiten Zustand umschaltbar ist. Insbesondere kann das erste Schaltteil 48, insbesondere relativ zu dem Gehäuse 24 und/oder translatorisch, zwischen wenigstens einer den ersten Zustand bewirkenden, ersten Stellung und wenigstens einer den zweiten Zustand bewirkenden, zweiten Stellung bewegt werden. Der erste Zustand ist ein erster Koppelzustand, und der zweite Zustand ist ein zweiter Koppelzustand, welcher mit einem ersten Entkoppelzustand einhergeht, wobei der erste Koppelzustand mit einem zweiten Entkoppelzustand einhergeht. In dem ersten Zustand, mithin in dem ersten Koppelzustand, sind die Abtriebswelle 33 und das dritte Element 40 mittels des ersten Schaltelements SE1 und mittels des ersten Schaltteils 48 drehfest miteinander verbunden, sodass insbesondere Drehmomente über das Schaltelement SE1 und das erste Schaltteil 48 zwischen der Abtriebswelle 33 und dem dritten Element 40 übertragbar sind. In dem zweiten Zustand, mithin in dem zweiten Koppelzustand, sind mittels des zweiten Schaltelements SE2 und mittels des Schaltteils 48 die Abtriebswelle 33 und das Element 36 drehfest miteinander verbunden, sodass über

das Schaltelement SE2 und das erste Schaltteil 48 Drehmomente zwischen der Abtriebswelle 33 und dem Element 36 übertragen werden können. In dem ersten Entkoppelzustand (zweiter Zustand) sind die Abtriebswelle 33 und das dritte Element 40 voneinander entkoppelt, sodass die Abtriebswelle 33 und das dritte Element 40 um eine insbesondere den Planetenradsätzen 32 und 34 gemeinsame Planetenradsatzdrehachse relativ zueinander drehbar sind und sodass über das Schaltelement SE1 und das erste Schaltteil 48 keine Drehmomente zwischen der Abtriebswelle 33 und dem dritten Element 40 übertragen werden können. In dem zweiten Entkoppelzustand (erster Zustand) sind die Abtriebswelle 33 und das erste Element 36 voneinander entkoppelt, sodass die Abtriebswelle 33 und das erste Element 36 um die Planetenradsatzdrehachse relativ zueinander drehbar sind und sodass zwischen der Abtriebswelle 33 und dem ersten Element 36 keine Drehmomente über das Schaltelement SE2 und das erste Schaltteil 48 übertragen werden können.

Das elektrische Antriebssystem 10 umfasst außerdem ein drittes Schaltelement SE3, welches dazu ausgebildet ist, den zweiten Rotor 28 derart mit dem sechsten Element 46 zu koppeln, dass die von der zweiten elektrischen Maschine 25 über den zweiten Rotor 28 bereitgestellten oder bereitstellbaren, zweiten Antriebsdrehmomente an dem sechsten Element 46 beziehungsweise über das sechste Element 46 in das Koppelgetriebe 30 einleitbar sind. Hierzu ist ein zweites Schaltteil 49 vorgesehen, welches zwischen einem dritten Koppelzustand und einem dritten Entkoppelzustand umschaltbar ist. Insbesondere ist das zweite Schaltteil 49, insbesondere relativ zu dem Gehäuse 24 und/oder translatorisch, zwischen wenigstens einer den dritten Koppelzustand bewirkenden, dritten Koppelstellung und wenigstens einer den dritten Entkoppelzustand bewirkenden, dritten Entkoppelstellung bewegbar. In dem dritten Koppelzustand ist mittels des zweiten Schaltteils 49 und mittels des Schaltelements SE3 der Rotor 28 drehmomentübertragend, insbesondere drehfest, mit dem sechstgen Element 46 verbunden, sodass über das Schaltelement SE3 und das zweite Schaltteil 49 Drehmomente zwischen dem sechsten Element 46 und dem Rotor 28 übertragen werden können. In dem dritten Entkoppelzustand sind das sechste Element 46 und der Rotor 28 voneinander entkoppelt, sodass über das Schaltelement SE3 und das zweite Schaltteil 49 keine Drehmomente zwischen dem Rotor 28 und dem Element 46 übertragen werden können und sodass insbesondere das sechste Element 46 und der Rotor 28 um die Planetenradsatzdrehachse relativ zueinander drehbar sind.

Bei der ersten Ausführungsform sind an dem zweiten Element 38 erste Planetenräder 50 und zweite Planetenräder 52 jeweils drehbar gehalten. Die ersten Planetenräder 50 kämmen, insbesondere permanent, mit einer ersten Verzahnung des ersten Elements 36.

Die zweiten Planetenräder 52 kämmen, insbesondere permanent, mit einer dritten Verzahnung des dritten Elements 40. Ferner ist es vorgesehen, dass jeweils, insbesondere genau, eines der ersten Planetenräder 50 mit, insbesondere genau, einem jeweiligen der zweiten Planetenräder 52, insbesondere permanent, kämmt. An dem fünften Element 44 sind dritte Planetenräder 54 drehbar gehalten, wobei die dritten Planetenräder 54 mit einer vierten Verzahnung des vierten Elements 42 und mit einer sechsten Verzahnung des sechsten Elements 46, insbesondere permanent, kämmen. Des Weiteren ist es vorgesehen, dass jeweils, insbesondere genau, eines der zweiten Planetenräder 52 mit, insbesondere genau, einem jeweiligen der dritten Planetenräder 54, insbesondere permanent, kämmt.

Bei den ersten Planetenrädern 50 oder bei den dritten Planetenrädern 54 kann es sich um gestufte Planetenräder handeln. Wenn das erste Hohlrad (drittes Element 40) den gleichen Durchmesser beziehungsweise die gleiche Zähnezahl hat wie das zweite Hohlrad (sechstes Element 46), dann sind vorteilhaft die ersten Planetenräder 50 und die dritten Planetenräder 54 jeweils als ungestufte Planetenräder ausgeführt. Wenn das erste Hohlrad einen anderen Durchmesser beziehungsweise eine andere Zähnezahl hat als das zweite Hohlrad, dann sind entweder die ersten Planetenräder 50 gestuft ausgeführt und die dritten Planetenräder 54 ungestuft oder umgekehrt.

Das Antriebssystem 10 weist eine erste Übersetzungsstufe 56 auf, welche hinsichtlich eines ersten Drehmomentenflusses, entlang welchem oder über welchen das jeweilige, erste Abtriebsdrehmoment von der ersten Abtriebswelle 33 auf das erste Fahrzeugrad 14 übertragbar ist, stromab der ersten Abtriebswelle 33 und stromab des Koppelgetriebes 30 und stromauf des Fahrzeugrads 14 in dem ersten Drehmomentenfluss angeordnet ist. Dementsprechend weist das Antriebssystem 10 eine zweite Übersetzungsstufe 58 auf, welche hinsichtlich eines zweiten Drehmomentenflusses, über welchen oder entlang welchem das jeweilige, zweite Abtriebsdrehmoment von der Abtriebswelle 35 auf das zweite Fahrzeugrad 16 übertragbar ist, stromab der zweiten Abtriebswelle 35 und stromab des Koppelgetriebes 30 und stromauf des zweiten Fahrzeugrads 16 in dem zweiten Drehmomentenfluss angeordnet ist. Beispielsweise ist die jeweilige Übersetzungsstufe 56, 58 als ein jeweiliger, dritter Planetenradsatz ausgebildet, welcher ein jeweiliges, siebtes Element 60, ein jeweiliges, achtes Element 62 und ein jeweiliges, neuntes Element 64 aufweist. Die Elemente 60, 62 und 64 werden auch als Getriebeteile bezeichnet, wobei ein erstes der Getriebeteile beispielsweise ein drittes Sonnenrad, ein zweites der Getriebeteile ein dritter Planetenträger und ein drittes der Getriebeteile ein drittes Hohlrad ist. Vorliegend ist das Element 60 das dritte Sonnenrad, das Element 62

der dritte Planetenträger und das Element 64 das jeweilige, dritte Hohlrad. An dem Element 62 sind jeweilige, weitere Planetenräder 66 der jeweiligen Übersetzungsstufe 56, 58 drehbar angeordnet, das heißt gehalten, wobei das jeweilige Planetenrad 66 gleichzeitig mit dem jeweiligen Element 60 und dem jeweiligen Element 64 kämmt. Vorliegend ist die erste Abtriebswelle 33, insbesondere permanent, drehfest mit dem Element 60 der Übersetzungsstufe 56 verbunden, und die Abtriebswelle 35 ist, insbesondere permanent, drehfest mit dem ersten Element 60 der Übersetzungsstufe 58 verbunden, das heißt gekoppelt.

Bei der ersten Ausführungsform sind in axialer Richtung des Koppelgetriebes 30 und somit entlang der Planetenradsatzdrehachse betrachtet die Schaltelemente SE2 und SE1 zwischen der ersten Übersetzungsstufe 56 und dem Koppelgetriebe 30 angeordnet, wobei in axialer Richtung des Koppelgetriebes 30 betrachtet das Schaltelement SE3 zwischen dem Koppelgetriebe 30 und der zweiten Übersetzungsstufe 58 angeordnet ist.

Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich insbesondere dadurch von der ersten Ausführungsform, dass in axialer Richtung des Koppelgetriebes 30 und somit entlang der Planetenradsatzdrehachse betrachtet das erste Schaltelement SE1 und das zweite Schaltelement SE2 zwischen der zweiten Übersetzungsstufe 58 und dem Koppelgetriebe 30 angeordnet sind, wobei das dritte Schaltelement SE3 in axialer Richtung des Koppelgetriebes 30 betrachtet zwischen dem Koppelgetriebe 30 und der ersten Übersetzungsstufe 56 angeordnet ist.

Fig. 3 zeigt eine Schalttafel, anhand derer unterschiedliche, auch als Modi oder Betriebsmodi bezeichnete Betriebe A, B und C des Antriebssystems 10 veranschaulicht sind. Für den oder in dem Betrieb A ist das erste Schaltelement SE1 geschlossen, das zweite Schaltelement SE2 geöffnet und das dritte Schaltelement SE3 geschlossen. Für den oder in dem Betrieb B ist das erste Schaltelement SE1 offen, das zweite Schaltelement SE2 geschlossen und das dritte Schaltelement SE3 offen. In dem oder für den Betrieb C ist das erste Schaltelement SE1 offen, das zweite Schaltelement SE2 geschlossen und das dritte Schaltelement SE3 geschlossen. Beispielsweise ist der Betrieb A ein erster Torque-Shift-Betrieb, welcher auch als erster Drehmomentenverschiebungsbetrieb bezeichnet wird. Beispielsweise ist der Betrieb B ein Effizienz-Betrieb. Ferner ist beispielsweise der Betrieb C ein zweiter Torque-Shift-Betrieb, welcher auch als zweiter Drehmomentenverschiebungsbetrieb bezeichnet wird.

Fig. 4 zeigt in einer schematischen Darstellung eine dritte Ausführungsform eines elektrischen Antriebssystems 10. Die dritte Ausführungsform unterscheidet sich von der in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsform nur in zweierlei Hinsicht:

- als Alternative zu der Anordnung der Übersetzungsstufen 56, 58 sind die Übersetzungsstufen 56, 58 bei der dritten Ausführungsform hinsichtlich eines von den elektrischen Maschinen 18, 25 ausgehenden Drehmomentenflusses stromaufwärts von dem Koppelgetriebe 30 angeordnet;
- es ist zusätzlich ein viertes Schaltelement SE4 vorgesehen, mittels welchem der erste Rotor 22 mit dem zweiten Rotor 28 gekoppelt werden kann, wobei das vierte Schaltelement SE4 hinsichtlich des von den elektrischen Maschinen 18, 25 ausgehenden Drehmomentenflusses stromaufwärts von dem Koppelgetriebe angeordnet ist.

Beide genannten Unterschiede können selbstverständlich in gleicher Weise auch bei der in Fig. 2 gezeigten zweiten Ausführungsform zur Anwendung kommen. Beide genannten Unterschiede sind jeweils für sich vorteilhaft und können jedes für sich genommen vorteilhaft auf die erste oder die zweite Ausführungsform angewandt werden.

Bei der dritten Ausführungsform ist der zweite Rotor 28 drehfest mit dem siebten Element 60 der ersten Übersetzungsstufe 56 verbunden. Das achte Element 62 der ersten Übersetzungsstufe 56 ist mittels des dritten Schaltelementes SE3 drehfest mit dem sechsten Element 46 verbindbar. Die erste Übersetzungsstufe 56 ist dabei vorteilhaft axial zwischen der zweiten elektrischen Maschine 28 und dem Koppelgetriebe 30 angeordnet.

Ferner ist bei der dritten Ausführungsform der erste Rotor 22 drehfest mit dem siebten Element 60 der zweiten Übersetzungsstufe 58 verbunden, wobei das achte Element 62 der zweiten Übersetzungsstufe 58 drehfest mit dem vierten Element 42 verbunden ist.

Mittels des vierten Schaltelementes SE4 kann der erste Rotor 22 drehfest mit dem zweiten Rotor 28 verbunden werden. Bei geschlossenem viertem Schaltelement SE4 und geöffnetem dritten Schaltelement SE3 können gleichzeitig beide elektrische Maschinen 18, 25 ihre Leistung über das vierte Element 42 in das Koppelgetriebe 30 einleiten.

Dem vierten Schaltelement SE4 ist in dem dritten Ausführungsbeispiel ein drittes Schaltteil 68 zugeordnet.

Im Falle der dritten Ausführungsform ist das fünfte Element 44 ohne eine zwischengeschaltete weitere Übersetzungsstufe mit dem zweiten Fahrzeugrad 16, insbesondere drehfest, gekoppelt. Das erste Fahrzeugrad 14 ist mittels des ersten Schaltelementes SE1 ohne eine weitere zwischengeschaltete Übersetzungsstufe mit dem dritten Element 40, insbesondere drehfest, koppelbar. Außerdem ist das erste

Fahrzeugrad 14 mittels des zweiten Schaltelementes SE2 ohne eine weitere zwischengeschaltete Übersetzungsstufe mit dem ersten Element 36, insbesondere drehfest, koppelbar.

Bezugszeichenliste

10	elektrisches Antriebssystem
12	Fahrzeugachse
14	Fahrzeugrad
16	Fahrzeugrad
18	erste elektrische Maschine
20	erster Stator
22	erster Rotor
24	Gehäuse
25	zweite elektrische Maschine
26	zweiter Stator
28	zweiter Rotor
30	Koppelgetriebe
32	erster Planetenradsatz
33	erste Abtriebswelle
34	zweiter Planetenradsatz
35	zweite Abtriebswelle
36	erstes Element
38	zweites Element
40	drittes Element
42	viertes Element
44	fünftes Element
46	sechstes Element
48	erstes Schaltteil
49	zweites Schaltteil
50	erstes Planetenrad
52	zweites Planetenrad
54	drittes Planetenrad
56	erste Übersetzungsstufe
58	zweite Übersetzungsstufe
60	siebtes Element
62	achtes Element
64	neuntes Element
66	weiteres Planetenrad
68	drittes Schaltteil
SE1	erstes Schaltelement

SE2	zweites Schaltelement
SE3	drittes Schaltelement
SE4	viertes Schaltelement
A	Betrieb
B	Betrieb
C	Betrieb

Mercedes-Benz Group AG

Patentansprüche

1. Elektrisches Antriebssystem (10) für ein Kraftfahrzeug, mit einer ersten elektrischen Maschine (18) mit einem ersten Rotor (22), mit einer zweiten elektrischen Maschine (25) mit einem zweiten Rotor (28), und mit einem Koppelgetriebe (30), welches aufweist:
 - zwei Abtriebswellen (33, 35), nämlich eine erste Abtriebswelle (33) und eine zweite Abtriebswelle (35), welche dazu ausgebildet sind, Abtriebsdrehmomente aus dem Koppelgetriebe (30) auszuleiten,
 - einen ersten Planetenradsatz (32) mit einem ersten Element (36), einem drehfest mit der zweiten Abtriebswelle (35) verbundenen, zweiten Element (38) und einem dritten Element (40) und
 - einen zweiten Planetenradsatz (34) mit einem vierten Element (42), einem drehfest mit dem zweiten Element (38) verbundenen, fünften Element (44) und einem sechsten Element (46), wobei der erste Rotor (22) derart mit dem vierten Element (42) gekoppelt ist, dass von der ersten elektrischen Maschine (18) über den ersten Rotor (22) bereitgestellte, erste Antriebsdrehmomente an dem vierten Element (42) in das Koppelgetriebe (30) einleitbar sind,gekennzeichnet durch:
 - ein erstes Schaltelement (SE1), welches dazu ausgebildet ist, die erste Abtriebswelle (33) drehfest mit dem dritten Element (40) zu verbinden,
 - ein zweites Schaltelement (SE2), welches dazu ausgebildet ist, die erste Abtriebswelle (33) drehfest mit dem ersten Element (36) zu verbinden, und
 - ein drittes Schaltelement (SE3), welches dazu ausgebildet ist, den zweiten Rotor (28) derart mit dem sechsten Element (46) zu koppeln, dass von der zweiten elektrischen Maschine (25) über den zweiten Rotor (28) bereitgestellte, zweite Antriebsdrehmoment an dem sechsten Element (46) in das Koppelgetriebe (30) einleitbar sind.

2. Elektrisches Antriebssystem (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass:
 - das zweite Element (38) als ein erster Planetenträger ausgebildet ist und
 - das fünfte Element (44) ist als ein zweiter Planetenträger ausgebildet ist.
3. Elektrisches Antriebssystem (10) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass:
 - an dem zweiten Element (38) erste Planetenräder (50) und zweite Planetenräder (52) drehbar gehalten sind,
 - die ersten Planetenräder (50) mit einer ersten Verzahnung des ersten Elements (36) kämmen,
 - die zweiten Planetenräder (52) mit einer dritten Verzahnung des dritten Elementes (40) kämmen,
 - jeweils eines der ersten Planetenräder (50) mit einem jeweiligen der zweiten Planetenräder (52) kämmt,
 - an dem fünften Element (44) dritte Planetenräder (54) drehbar gehalten sind,
 - die dritten Planetenräder (54) mit einer vierten Verzahnung des vierten Elementes (42) und mit einer sechsten Verzahnung des sechsten Elements (46) kämmen und
 - jeweils eines der zweiten Planetenräder (52) mit einem jeweiligen der dritten Planetenräder (54) kämmt.
4. Elektrisches Antriebssystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch:
 - eine erste Übersetzungsstufe (56), welche hinsichtlich eines Drehmomentenflusses stromab der ersten Abtriebswelle (33) und stromab des Koppelgetriebes (30) angeordnet ist, und
 - eine zweite Übersetzungsstufe (58), welche hinsichtlich eines Drehmomentenflusses stromab der zweiten Abtriebswelle (35) und stromab des Koppelgetriebes (30) angeordnet ist.
5. Elektrisches Antriebssystem (10) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in axialer Richtung des Koppelgetriebes (30) betrachtet das erste Schaltelement

- (SE1) und das zweite Schaltelement (SE2) zwischen der ersten Übersetzungsstufe (56) und dem Koppelgetriebe (30) angeordnet sind, wobei das dritte Schaltelement (SE3) in axialer Richtung des Koppelgetriebes (30) betrachtet zwischen dem Koppelgetriebe (30) und der zweiten Übersetzungsstufe (58) angeordnet ist.
6. Elektrisches Antriebssystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das erste Element (36) ist als ein erstes Sonnenrad, das dritte Element (40) als ein erstes Hohlrad, das vierte Element (42) als ein zweites Sonnenrad und das sechste Element (46) als ein zweites Hohlrad ausgebildet ist.
 7. Elektrisches Antriebssystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das dritte Schaltelement (SE3) dazu ausgebildet ist, den zweiten Rotor (28) drehfest mit dem sechsten Element (46) zu koppeln.
 8. Verfahren zum Betreiben des elektrischen Antriebssystems (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass
für einen ersten Torque-Shift-Betrieb (A) des Antriebssystems (10) das erste Schaltelement (SE1) geschlossen, das zweite Schaltelement (SE2) offen und das dritte Schaltelement (SE3) geschlossen ist.
 9. Verfahren zum Betreiben des elektrischen Antriebssystems (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass
für einen Effizienz-Betrieb (B) des Antriebssystems (10) das erste Schaltelement (SE1) offen, das zweite Schaltelement (SE2) geschlossen sowie das dritte Schaltelement (SE3) offen ist.
 10. Verfahren zum Betreiben des elektrischen Antriebssystems (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass
für einen zweiten Torque-Shift-Betrieb (C) des Antriebssystems (10) das erste Schaltelement (SE1) offen, das zweite Schaltelement (SE2) geschlossen und das dritte Schaltelement (SE3) geschlossen ist.

2/4

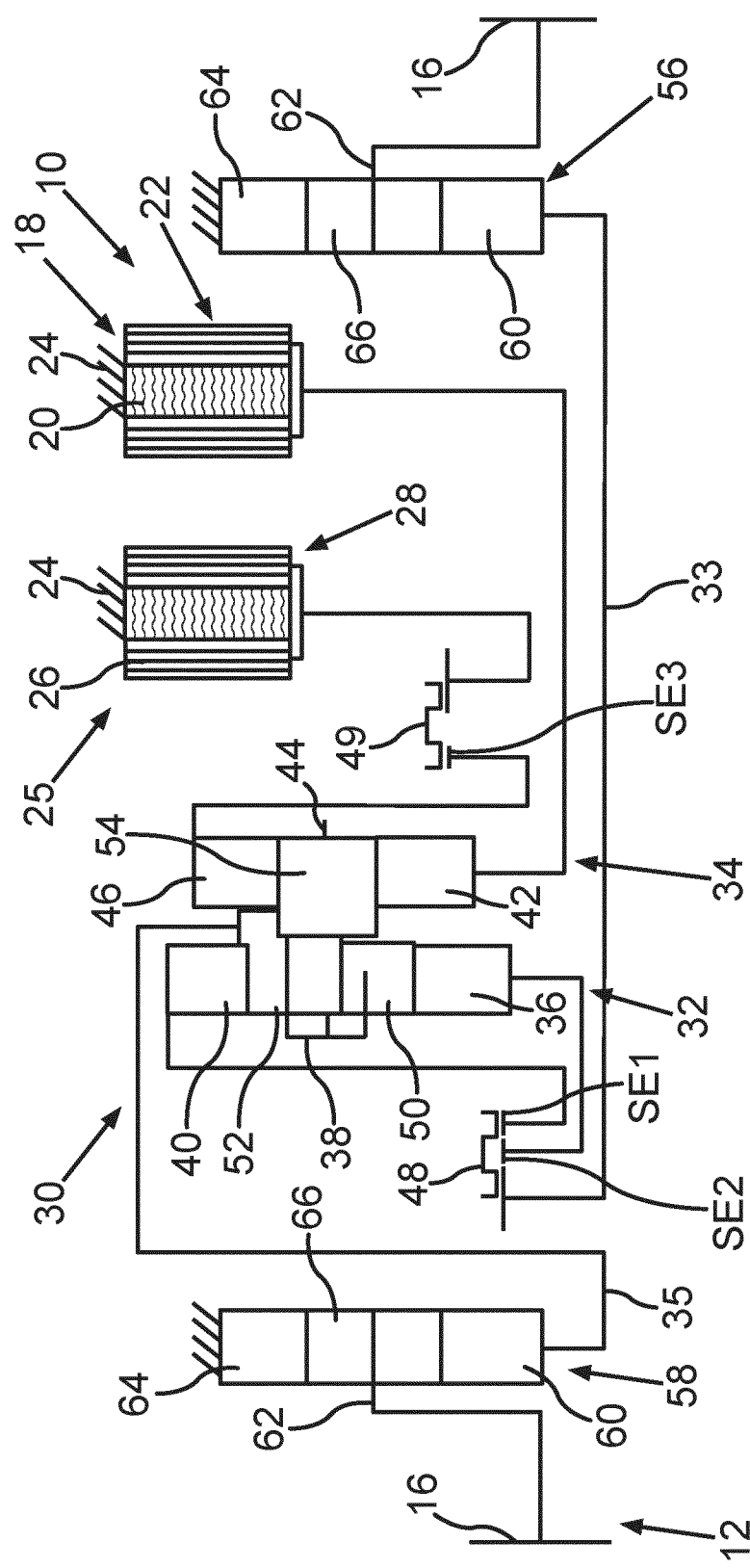


Fig.2

3/4

	SE1	SE2	SE3
A	x		x
B		x	
C		x	x

Fig.3

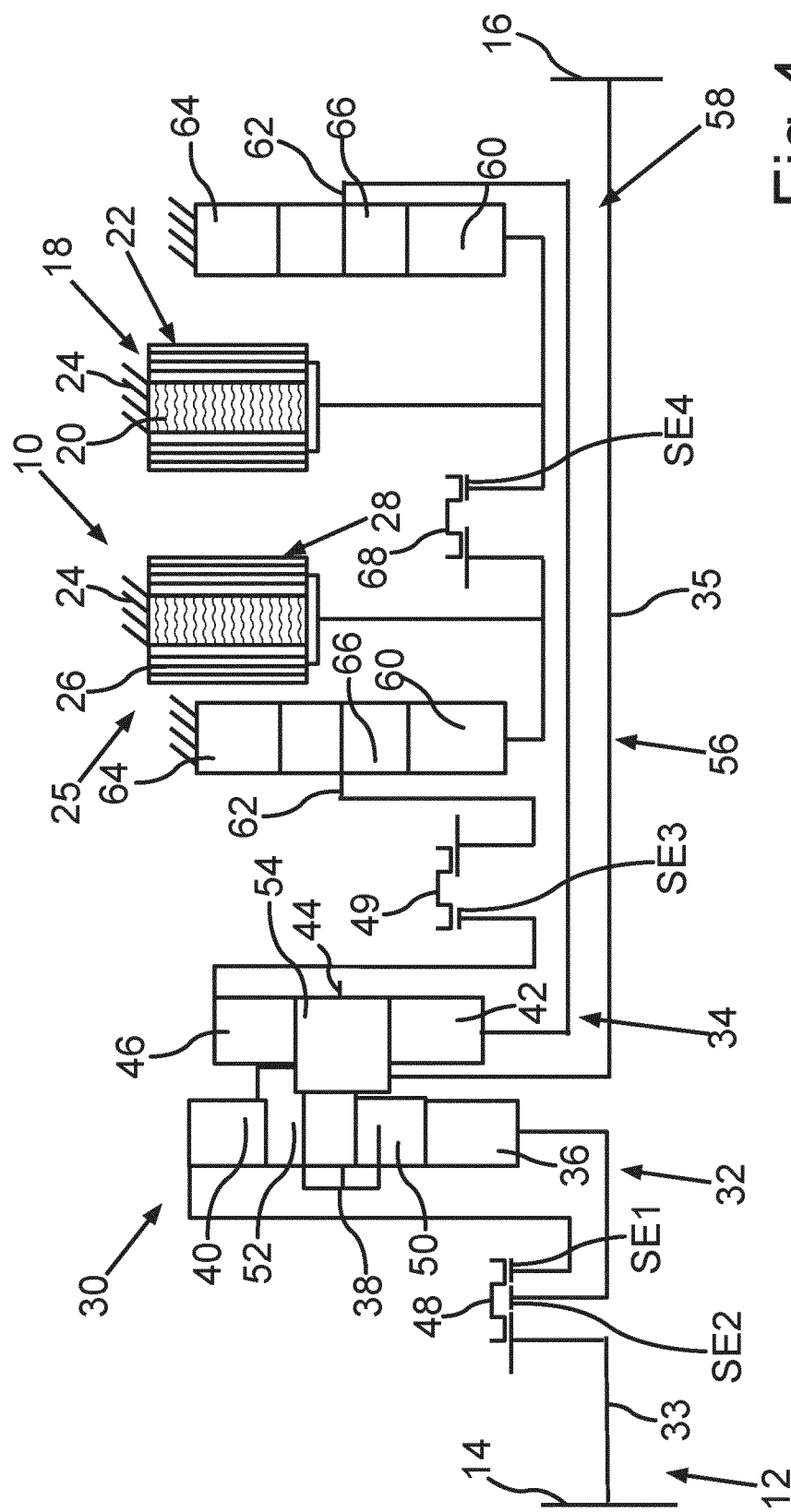


Fig.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/061414**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****F16H 48/11**(2012.01)i; **B60K 1/02**(2006.01)i; **F16H 48/36**(2012.01)i; **F16H 48/10**(2012.01)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)

F16H; B60K

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 9494218 B2 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 15 November 2016 (2016-11-15) figure 61	1-10



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

27 July 2023

Date of mailing of the international search report

04 August 2023

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Belz, Thomas

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/061414

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	9494218	B2	15 November 2016	CN	104507722	A	08 April 2015
				DE	112013003825	T5	30 April 2015
				JP	5848826	B2	27 January 2016
				JP	6053901	B2	27 December 2016
				JP	2016053418	A	14 April 2016
				JP	WO2014020992	A1	21 July 2016
				US	2015192192	A1	09 July 2015
				WO	2014020992	A1	06 February 2014

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/061414

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F16H48/11	B60K1/02
	F16H48/36	F16H48/10
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
F16H B60K		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 9 494 218 B2 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 15. November 2016 (2016-11-15) Abbildung 61 -----	1-10
☐ 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
27. Juli 2023		04/08/2023
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Belz, Thomas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/061414

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
US 9494218	B2	15-11-2016	CN 104507722 A	08-04-2015
			DE 112013003825 T5	30-04-2015
			JP 5848826 B2	27-01-2016
			JP 6053901 B2	27-12-2016
			JP 2016053418 A	14-04-2016
			JP WO2014020992 A1	21-07-2016
			US 2015192192 A1	09-07-2015
			WO 2014020992 A1	06-02-2014
