

(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
17. November 2016 (17.11.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/180806 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02N 5/04 (2006.01) *F02N 11/00* (2006.01)
B60K 6/24 (2007.10) *B60W 20/10* (2016.01)
B60K 6/26 (2007.10) *B60W 30/192* (2012.01)
B60K 6/48 (2007.10) *B60K 6/44* (2007.10)
B60K 6/52 (2007.10)

(72) Erfinder: **FELSCH, Christian**; Georg-Westerm.-Allee 64, 38104 Braunschweig (DE). **RIELING, Jörg**; Rischauer Moor 19, 38116 Braunschweig (DE). **PROCHAZKA, David**; Schafweide 1, 38446 Wolfsburg (DE). **ZILLMER, Michael**; Im Schrotmorgen 18, 38173 Sickinge (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/060385

(74) Anwalt: **MFG PATENTANWÄLTE**; Amalienstrasse 62, 80799 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Mai 2016 (10.05.2016)

(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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,

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 208 721.2 11. Mai 2015 (11.05.2015) DE

(71) Anmelder: **VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Berliner Ring 2, 38440 Wolfsburg (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR STARTING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE OF A FOUR-WHEEL-DRIVE HYBRID VEHICLE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM STARTEN EINER VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE EINES HYBRIDALLRADFAHRZEUGES

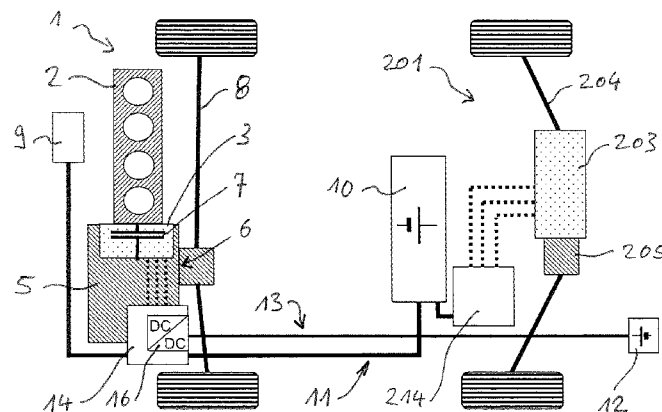


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for starting an internal combustion of a hybrid vehicle comprising a first powertrain (1) which comprises an internal combustion engine (2), a first electric machine (3), and a transmission (5). The first electric machine (3) can be coupled to the internal combustion engine (2) via a disconnect clutch (7) and to a first and/or second drive axle (4; 204) via a starting element (6). The hybrid vehicle also comprises a second powertrain (201) with a second electric machine (203) to which the first and/or second drive axle (4; 204) can be coupled, wherein a respective drive torque can be provided via the first and second electric machine (3, 203). The invention is characterized by the following steps: operating the first electric machine (3) and actuating the starting element (6) after a first point in time (t_v) such that a first electric machine (3) torque acting via the first powertrain (1) is reduced by a torque value (R) and operating the second electric machine (203) such that a second electric machine (203) torque acting via the second powertrain (201) is increased by a value (R) in a corresponding manner; and operating the first electric machine (3) and at least partly closing the disconnect clutch (7) after a second point in time (t_0) such that the rotational speed of the internal combustion engine (2) is increased until a starting criterion is reached such that the internal combustion engine (2) supports a starting process.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/180806 A1



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)

Verfahren zum Starten einer Verbrennungskraftmaschine eines Hybridfahrzeuges mit einem ersten Triebstrang (1), der eine Verbrennungskraftmaschine (2), eine erste Elektromaschine (3), und ein Getriebe (5) umfasst, wobei die erste Elektromaschine (3) über eine Trennkupplung (7) an die Verbrennungskraftmaschine (2) und über ein Anfahrerelement (6) an eine erste und/oder zweite Antriebsachse (4; 204) koppelbar ist, einem zweiten Triebstrang (201) mit einer zweiten Elektromaschine (203) die mit der ersten und/oder zweiten Antriebsachse (4; 204) koppelbar ist, wobei über die erste und zweite Elektromaschine (3, 203) jeweils ein Antriebsmoment bereitstellbar ist, gekennzeichnet durch die Schritte: ab einem ersten Zeitpunkt (tv) Betreiben der ersten Elektromaschine (3) und Betätigen des Anfahrerelements (6) derart, dass ein über den ersten Triebstrang (1) wirkendes Drehmoment der ersten Elektromaschine (3) um einen Drehmomentbetrag (R) reduziert wird, und Betreiben der zweiten Elektromaschine (203) derart, dass ein über den zweiten Triebstrang (201) wirkendes Drehmoment der zweiten Elektromaschine (203) entsprechend um einen Betrag (R) erhöht wird, ab einem zweiten Zeitpunkt (t0) Betreiben der ersten Elektromaschine (3) und wenigstens teilweise Schließen der Trennkupplung (7) derart, dass dadurch die Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine (2) bis zum Erreichen eines Startkriteriums erhöht wird, sodass die Verbrennungskraftmaschine (2) einen Startvorgang selbst unterstützt.

Beschreibung

VERFAHREN ZUM STARTEN EINER VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE EINES HYBRIDALLRADFAHRZEUGES

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Starten einer Verbrennungskraftmaschine eines Hybridfahrzeugs mit einem Triebstrang und ein Hybridfahrzeug mit einem Triebstrang.

Hybridfahrzeuge haben typischerweise sowohl eine Verbrennungskraftmaschine als auch eine Elektromaschine, die beide einzeln oder auch gleichzeitig je nach momentaner Betriebsart ein Antriebsmoment zum Antreiben eines Antriebsrades bereitstellen können.

Ein Hybridfahrzeug, bei dem gleichzeitig das Antriebsmoment von einer Elektromaschine und einer Verbrennungskraftmaschine bereitgestellt wird, wird auch Parallelhybrid genannt. Bei einem sogenannten Einwellen-Parallelhybrid sind typischerweise auf einer Getriebeeingangswelle sowohl die Verbrennungskraftmaschine als auch die erste Elektromaschine angeordnet. Solche Antriebskonzepte sind meist als Frontantrieb realisiert.

Es gibt auch Hybridfahrzeuge mit einer zusätzlichen elektrischen Hinterachse. Mit einer elektrifizierten Hinterachse kann z.B. ein elektrischer Allradantrieb, eine Steigerung der Fahrleistung und/oder eine Verbesserung der Fahrdynamik aufgrund des Antriebs sowohl der Vorder- als auch der Hinterachse hergestellt werden.

Eine Hybridsteuerung, die auch Hybridkoordinator genannt wird, steuert den jeweiligen Betriebsmodus, wie z.B. reines elektrisches Fahren über eine der beiden Antriebsachsen, reines Fahren mit Verbrennungskraftmaschine oder Mischbetrieb, bzw. Antrieb über beide Achsen. So ein Antriebskonzept ist beispielsweise aus der WO 2008/142076 A1 bekannt.

Ist das Hybridfahrzeug in einem Betriebsmodus, in dem es rein elektrisch fährt, ist die Verbrennungskraftmaschine typischerweise ausgeschaltet. Fordert die Hybridsteuerung aufgrund z.B. einer höheren Leistungsanforderung oder niedriger Batterieleistung ein Antriebsmoment von der Verbrennungskraftmaschine an, so muss die Verbrennungskraftmaschine wieder gestartet werden.

Für den Start bzw. Wiederstart einer Verbrennungskraftmaschine eines Hybridfahrzeugs sind verschiedene Ausführungen im Stand der Technik bekannt.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2009 058 133 A1 ist ein Hybridfahrzeug bekannt, bei dem eine Verbrennungskraftmaschine durch eine Hilfselektromaschine gestartet wird. Somit kann die erste Elektromaschine geringer dimensioniert werden und muss kein Drehmoment für den Startvorgang vorhalten. Ferner ist ein Schnellstart möglich, indem die Hilfselektromaschine mit zugehörigen Getriebeteilen einen entsprechenden Drehimpuls aufbaut, um diesen dann für den Start auszunutzen. Somit wird ausschließlich die Hilfselektromaschine zum Starten der Verbrennungskraftmaschine in einem komplexen System verwandt. Dementsprechend muss die Hilfselektromaschine die Leistung zum Starten der Verbrennungskraftmaschine alleine bereitstellen und entsprechend dimensioniert sein.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2007 061 895 A1 ist ein Hybridfahrzeug bekannt, bei dem eine Verbrennungskraftmaschine durch einen Anlasser gestartet wird. Somit kann die Hauptelektromaschine mit geringer Leistung ausgelegt werden, da sie kein Drehmoment für den Startvorgang vorhalten muss. Durch eine Freilaufkupplung wird sichergestellt, dass während des normalen Fahrbetriebs keine weitere Antriebsenergie durch die Hauptelektromaschine auf den Motor oder Anlasser ausgeübt wird. Somit wird ausschließlich der Anlasser zum Starten der Verbrennungskraftmaschine verwandt, der aufgrund der häufigen Starts und Wiederstarts der Verbrennungskraftmaschine entsprechend stark belastet wird.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 198 38 853 A1 ist ein Hybridfahrzeug bekannt, bei dem eine Verbrennungskraftmaschine durch einen Anlasser gestartet wird. Ferner unterstützt ein Elektromotor den Startvorgang. Der Elektromotor wird mit größerer Leistung ausgelegt, um einen Radmomenteinbruch zu verringern und um den Startvorgang der Verbrennungskraftmaschine zu unterstützen.

Verfolgt man nun einen Ansatz, bei dem die Verbrennungskraftmaschine nur über den Elektroantriebsmotor startet, so muss dessen Leistung noch größer ausgelegt sein, um den Radmomenteinbruch beim Starten der Verbrennungskraftmaschine soweit zu verringern, dass keine Zugkraftunterbrechung spürbar ist.

Für einen komfortablen Wiederstart des Verbrennungsmotors aus dem (rein) elektrischen Fahrbetrieb heraus, muss der elektrische Antrieb ein Summendrehmoment bereitstellen, das gleichzeitig das elektrische Antriebsmoment für die Fahrenforderung, sowie das erforderliche

Drehmoment für den Wiederstart der Verbrennungskraftmaschine bereitstellt. Der elektrische Antrieb muss damit ein maximales Drehmoment darstellen können, das über das verfügbare Fahrdrehmoment hinausgeht. Diese Wiederstartreserve für die Verbrennungskraftmaschine bedingt eine „überdimensionierte“ Auslegung des elektrischen Antriebs mit meist erhöhtem Bauraumbedarf, höherem Gewicht, Kostennachteilen und einem reduzierten Wirkungsgrad.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine einfache, verbesserte Startmöglichkeit für eine Verbrennungskraftmaschine eines Hybridfahrzeugs zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Verfahren zum Starten einer Verbrennungskraftmaschine eines Hybridfahrzeuges nach Anspruch 1 und ein Hybridfahrzeug nach Anspruch 10 gelöst.

Nach einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Starten einer Verbrennungskraftmaschine eines Hybridfahrzeuges mit

- einem ersten Triebstrang, der eine Verbrennungskraftmaschine, eine erste Elektromaschine, und ein Getriebe umfasst, wobei die erste Elektromaschine über eine Trennkupplung an die Verbrennungskraftmaschine und über eine Fahrkupplung an eine erste und/oder zweite Antriebsachse koppelbar ist,
- einem zweiten Triebstrang mit einer zweiten Elektromaschine die mit der ersten und/oder zweiten Antriebsachse koppelbar ist,

wobei über die die erste und zweite Elektromaschine jeweils ein Antriebsmoment bereitstellbar ist, gekennzeichnet durch die Schritte:

- ab einem Vorlaufzeitpunkt Betreiben der ersten Elektromaschine und Betätigen der Fahrkupplung derart, dass ein über den ersten Triebstrang wirkendes Drehmoment der ersten Elektromaschine um einen Betrag reduziert wird, und Betreiben der zweiten Elektromaschine derart, dass ein über den zweiten Triebstrang wirkendes Drehmoment der zweiten Elektromaschine entsprechend um den Betrag erhöht wird,
- ab einem ersten Zeitpunkt Betreiben der ersten Elektromaschine und wenigstens teilweise Schließen der Trennkupplung derart, dass dadurch die Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine bis zum Erreichen eines Startkriteriums erhöht wird, sodass die Verbrennungskraftmaschine einen Startvorgang selbst unterstützt.

Nach einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung Hybridfahrzeug mit einem ersten Triebstrang, der eine Verbrennungskraftmaschine, eine erste Elektromaschine und ein Getriebe mit Fahrkupplung und mit einer ersten und/oder zweiten Antriebsachse koppelbar ist, und einem

zweiten Triebstrang mit einer zweiten Elektromaschine, der mit der ersten und/oder zweiten Antriebsachse koppelbar ist, wobei die erste Elektromaschine über eine Trennkupplung an die Verbrennungskraftmaschine koppelbar ist, über die die erste und zweite Elektromaschine jeweils ein Antriebsmoment bereitstellbar ist, und eine Steuerung vorgesehen ist, die dazu eingerichtet ist, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung.

Im Folgenden wird ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Starten einer Verbrennungskraftmaschine eines Hybridfahrzeuges beschrieben.

Das Hybridfahrzeug ist auf (mindestens) einer Antriebsachse z.B. als Einwellen-Parallelhybrid, wie oben beschrieben, ausgestaltet. Das Hybridfahrzeug weist einen ersten Triebstrang auf, der eine Verbrennungskraftmaschine, eine erste Elektromaschine und ein Getriebe mit einer Fahrkupplung umfasst, die als Anfahrerelement dient und auf eine erste Antriebsachse wirkt.

Die erste Elektromaschine ist über eine Trennkupplung an die Verbrennungskraftmaschine koppelbar. Die Trennkupplung kann z.B. als Reibkupplung ausgestaltet sein.

Das Getriebe kann z.B. als Doppelkupplungsgetriebe mit einer Doppelkupplung, im Folgenden auch Fahrkupplung genannt, als Anfahrerelement ausgestaltet sein. Alternativ kann das Getriebe als Stufenautomat mit hydrodynamischem Drehmomentwandler/Überbrückungskupplung als Anfahrerelement ausgestaltet sein. Alternativ kann das Getriebe auch als automatisiertes Schaltgetriebe mit einfacher, automatisierter Kupplung als Anfahrerelement ausgestaltet sein.

Die erste Elektromaschine und/oder die Verbrennungskraftmaschine stellen über den ersten Triebstrang ein Antriebsmoment bereit, das über das Anfahrerelement, z.B. die Fahrkupplung, und das Getriebe, z.B. ein Doppelkupplungsgetriebe, auf wenigstens ein Antriebsrad bzw. eine Antriebsachse und insbesondere auf eine Vorderachse – alternativ auch auf eine Hinterachse – übertragen wird.

Die zweite Elektromaschine stellt (im Betrieb) über den zweiten Triebstrang ein Antriebsmoment bereit, dass entsprechend auf die andere Antriebsachse, insbesondere auf eine Hinterachse, übertragen wird.

Es gibt auch Ausführungen, bei denen beide Triebstränge gemeinsam auf eine Achse wirken oder solche, bei denen beide Triebstränge auf alle Achsen wirken.

Das Hybridfahrzeug befindet sich in einem fahrenden Zustand, wobei es vorwärts oder rückwärts fahren kann. Die Verbrennungskraftmaschine ist typischerweise zu diesem Zeitpunkt ausgeschaltet und liefert kein Antriebskomment. Bei manchen Ausführungsbeispielen ist die Verbrennungskraftmaschine noch warm, sodass es sich bei dem Startvorgang der Verbrennungskraftmaschine um einen Warmstart handeln kann. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann es sich auch um einen Kaltstart der Verbrennungskraftmaschine handeln.

Ein zweiter Triebstrang ist mit einer zweiten Elektromaschine versehen, die gegebenenfalls über ein Getriebe wenigstens ein Rad einer weiteren Antriebsachse antreibt. Die zweite Elektromaschine kann auch über eine weitere Trennkupplung lösbar mit der zweiten Antriebsachse koppelbar sein.

Ab einem Vorbereitungszeitpunkt, der bspw. von einer Steuerung des Hybridfahrzeugs, die auch Hybridkoordinator oder Hybridsteuerung genannt wird, bestimmt werden kann, wird der Startvorgang der Verbrennungskraftmaschine eingeleitet.

Bis zu diesem Zeitpunkt befindet sich das Fahrzeug im Betriebsmodus „elektrisches Fahren“, bei dem die erste Elektromaschine z.B. die Vorderachse antreibt. Dabei ist die Fahrkupplung im sogenannten mikroschlupfgeregelten Zustand, in dem leichte Schwankungen des Fahrerwunschemoments unmittelbar nachgeführt werden. Das Fahrzeug fährt mit konstanter Geschwindigkeit, d.h. Raddrehzahl und Radmoment sind konstant, die Trennkupplung zum Verbrennungsmotor ist geöffnet und der Verbrennungsmotor selbst steht still.

Die zweite Elektromaschine, die auf die zweite Antriebsachse wirkt, bspw. auf die Hinterachse, dreht leer mit dem Getriebe mit, stellt aber kein Drehmoment zum Antrieb des Fahrzeugs bereit. Sie kann alternativ auch über eine Trennkupplung vollständig vom Getriebe bzw. der zweiten Antriebsachse abgekoppelt sein.

Zu diesem Vorbereitungszeitpunkt wird ein Wiederstart der Verbrennungskraftmaschine angefordert, gleichzeitig wird gegebenenfalls ein Warmstart bzw. Kaltstartkriterium (z.B. über die Betriebstemperatur) bestimmt. Dabei wird zunächst das elektrische Antriebsdrehmoment und damit auch die Kupplungskapazität der ersten Elektromaschine auf der Antriebsachse (z.B.

die Vorderachse) sukzessive reduziert, bis die erste Elektromaschine eine Drehmomentreserve aufgebaut hat. Diese Drehmomentreduktion an der Vorderachse wird gleichzeitig durch eine entsprechende Anhebung des Drehmoments der zweiten, auf die Hinterachse wirkenden Elektromaschine kompensiert, so dass insgesamt das Antriebsdrehmoment konstant bleibt und sich der Fahrzustand des Fahrzeugs nicht spürbar verändert.

Der eigentliche Start bzw. der Wiederstart der Verbrennungskraftmaschine erfolgt dann über die erste Elektromaschine, die dann in der nachfolgend beschriebenen Weise ihre Drehmomentreserve (Wiederstartreserve) zum Starten der Verbrennungskraftmaschine zur Verfügung stellt. Das Wiederstartverfahren läuft dann bspw. folgendermaßen ab.

Durch das Betreiben der ersten Elektromaschine kann ein Drehmoment auf die Verbrennungskraftmaschine über das Koppellement ausgeübt werden und dadurch die Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine erhöht werden bis ein Startkriterium der Verbrennungsmaschine erreicht ist, sodass die Verbrennungskraftmaschine entweder ab einem bestimmten Zeitpunkt den Startvorgang selbst unterstützen kann (sogenannter „Schlupfstart“) oder über einen aufgebauten Drehimpuls der ersten Elektromaschine und schnelles Ankoppeln schnell gestartet wird (sog. „Impulsstart“).

Die Verbrennungskraftmaschine erhält ab einem bestimmten Zeitpunkt zum Beispiel Kraftstoff aus einer Einspritzung und stellt folglich ein Drehmoment bereit, welches sie zum Erhöhen der eigenen Drehzahl verwendet. Die erste Elektromaschine kann dabei über die schlupfende Trennkupplung so mit der Verbrennungskraftmaschine gekoppelt sein, dass ein variabler Anteil des elektrischen Drehmoments zur Drehzahlerhöhung der Verbrennungskraftmaschine verwendet wird. Insbesondere kann die Trennkupplung geöffnet werden, so dass in dieser Phase das von der Verbrennungskraftmaschine selbst erzeugte Drehmoment ausschließlich zur Steigerung der eigenen Drehzahl verwendet werden.

Sobald die Verbrennungskraftmaschine in Betrieb ist, kann die Trennkupplung wenigstens teilweise geschlossen werden. Dabei kann die erste Elektromaschine weiterhin im Wesentlichen das Antriebsmoment über die Fahrkupplung bereitstellen und gleichzeitig ein Drehmoment über die Trennkupplung auf die Verbrennungskraftmaschine ausüben.

Das Schließen der Trennkupplung kann „schnell“ oder „langsam“ erfolgen. Je „schneller“ die Trennkupplung geschlossen wird, desto höher ist der Drehimpulsanteil der von der ersten Elektromaschine auf die Verbrennungskraftmaschine übertragen wird („Impulsstart“) und je

„langsamer“ die Trennkupplung geschlossen wird, desto höher ist der Drehmomentanteil der allmählich von der ersten Elektromaschine auf die Verbrennungskraftmaschine („Schleppstart“) übertragen wird.

Dadurch, dass die zweite Elektromaschine den zum Start der Verbrennungskraftmaschine erforderlichen Betrag des Antriebsmoments übernimmt, also insgesamt weiterhin das gleiche Antriebsmoment bereitsteht, bemerkt bspw. ein Fahrer des Hybridfahrzeugs den Startvorgang der Verbrennungskraftmaschine nicht, da es keine oder nahezu keine Veränderung des anliegenden Antriebsmoments gibt. Damit wird eine Schnellstartmöglichkeit für die Verbrennungskraftmaschine geschaffen, bei der eine merkbare Reduktion des Antriebsmoments am Antriebsrad wenigstens teilweise vermieden wird, ohne dass Zusatzaggregate zum Start der Verbrennungskraftmaschine erforderlich wären.

Damit die erste Elektromaschine gleichzeitig das Antriebsmoment und ein Drehmoment zur Unterstützung des Startvorgangs der Verbrennungskraftmaschine bereitstellen kann, ist vorgesehen, vor dem eigentlichen Einleiten des Startvorgangs die erste Elektromaschine zu entlasten, indem ein Teil des Antriebsmoment über die zweite Elektromaschine über den anderen Antriebsstrang bereitgestellt wird. Dementsprechend kann auf eine Hilfselektromaschine, die den Startvorgang der Verbrennungskraftmaschine durchführt, verzichtet werden. Dadurch, dass die Verbrennungskraftmaschine selbst ab einer bestimmten Drehzahl ein Drehmoment bereitstellt, kann das von der ersten Elektromaschine für den Startvorgang der Verbrennungskraftmaschine bereitzustellende Drehmoment von da an verringert werden.

Bei manchen Ausführungsbeispielen ist folglich die Teilnahme eines konventionellen elektrischen Ritzelstarters, d.h. eines konventionellen Anlassers der die Verbrennungskraftmaschinen alleine ohne Unterstützung der ersten Elektromaschine starten kann, für den Startvorgang nicht erforderlich und bei manchen Ausführungsbeispielen kann sogar ganz auf ihn verzichtet werden.

Bei manchen Ausführungsbeispielen wird eine im Mikroschlupf betriebene Fahrkupplung bzw. ein im Mikroschlupf betriebenes Anfahelement ab dem ersten Zeitpunkt von einem Mikroschlupfbetrieb in einen Makroschlupfbetrieb gesetzt. In dem Mikroschlupfbetrieb ist nur eine geringe Abweichung zwischen der Drehzahl des Doppelkupplungsgetriebes und der der ersten Elektromaschine (bzw. des Verbrennungskraftmotors) zulässig, wodurch die Motormomente radmomentenbestimmend werden, während im Makroschlupfbetrieb dieser

Unterschied größer sein kann (hier ist das Kupplungsmoment radmomentenbestimmend). Dies wird bei manchen Ausführungsbeispielen ausgenutzt, um die Drehzahl der ersten Elektromaschine zu erhöhen und damit das Antriebsmoment und gleichzeitig das den Startvorgang unterstützende Drehmoment bereitstellen zu können. Im Mikroschlupfbetrieb ist zum Beispiel bei Ottomotoren und im elektrischen Betrieb eine Drehzahldifferenz von 6 Umdrehungen pro Minute für Zug- und Schubzustand üblich, ohne dass die vorliegende Erfindung darauf beschränkt sein soll. Im Mikroschlupf kann die Fahrkupplung so betrieben werden, dass sie nach außen wie eine starre Welle wirkt. Im Makroschlupfbetrieb gibt es bei manchen Ausführungsbeispielen keine Einschränkung der Differenzdrehzahl und, wie erwähnt, ist die Fahrkupplung das momentenbestimmende Glied.

Bei manchen Ausführungsbeispielen wird entsprechend bereits ab dem ersten Zeitpunkt die Drehzahl der ersten Elektromaschine erhöht. Bei diesen Ausführungsbeispielen kann, wie erwähnt, auch das Anfahelement, z.B. die Fahrkupplung ab dem ersten Zeitpunkt in den Makroschlupfbetrieb gesetzt sein, damit die Drehzahl der ersten Elektromaschine erhöht werden kann, ohne das Antriebsmoment, das auf das wenigstens eine Antriebsrad des Hybridfahrzeugs wirkt, zu erhöhen. Durch die Erhöhung der Drehzahl ab diesem Zeitpunkt kann auch bei manchen Ausführungsbeispielen der überschüssige Drehimpuls erhöht werden, der durch schnelles Schließen der ersten Trennkupplung auf die Verbrennungskraftmaschine übertragen werden kann, wie oben bereits ausgeführt wurde.

Bei manchen Ausführungsbeispielen wird entsprechend die Trennkupplung zu dem zweiten Zeitpunkt derart geschlossen, dass ein Drehimpuls der ersten Elektromaschine auf die Verbrennungskraftmaschine übertragen wird. Der Drehimpuls entsteht bei manchen Ausführungsbeispielen dadurch, dass die Fahrkupplung von dem oben genannten Mikroschlupfbetrieb in einen Makroschlupfbetrieb geschaltet wird und dann die Drehzahl der ersten Elektromaschine über die Synchrondrehzahl hinaus angehoben wird.

Die erste Trennkupplung kann bei manchen Ausführungsbeispielen auch langsam geschlossen werden, sodass ein entsprechender Schlupf über längere Zeit vorhanden ist, und folglich Drehmoment von der ersten Elektromaschine in die Verbrennungskraftmaschine übertragen wird. Bei diesen Ausführungsbeispielen gibt es folglich zu/ab diesem dritten Zeitpunkt vier Drehmomentquellen, nämlich ein erstes Drehmoment, das von der zweiten Elektromaschine bereitgestellt wird, ein zweites Drehmoment, das von der Verbrennungskraftmaschine selbst durch den eingeleiteten Startvorgang bereitgestellt wird, ein drittes Drehmoment, das von der

erste Elektromaschine bereitgestellt wird und ein viertes Drehmoment, das aus dem überschüssigen Drehimpuls der erste Elektromaschine bereitgestellt wird.

Ab einem dritten Zeitpunkt kann bei manchen Ausführungsbeispielen auch die Trennkupplung vollständig geschlossen werden, sodass die Verbrennungskraftmaschine und die erste Elektromaschine vollständig aneinander gekoppelt sind und folglich eine synchrone Drehzahl haben. Dadurch kann die Verbrennungskraftmaschine auch über den ersten Triebstrang wirken. Diese synchrone Drehzahl kann noch oberhalb der Synchrondrehzahl liegen. Um die Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine und der ersten Elektromaschine an die Synchrondrehzahl anzupassen, kann die Fahrkupplung kontinuierlich von einem Makroschlupfbetrieb in einen Mikroschlupfbetrieb überführt werden.

Ab einem vierten Zeitpunkt kann bei manchen Ausführungsbeispielen das von der ersten Elektromaschine bereitgestellte Antriebsmoment verringert werden und die Verbrennungskraftmaschine steigert ihre Drehmomentabgabe, sodass ab einem fünften Zeitpunkt das Antriebsmoment vollständig durch die Verbrennungskraftmaschine bereitgestellt werden kann. Dies geschieht bspw. dadurch, dass die elektrische Leistung der ersten Elektromaschine verringert wird, während die Leistung der Verbrennungskraftmaschine entsprechend gesteigert wird. Dadurch kann die Verbrennungskraftmaschine allmählich die Aufgabe übernehmen, das Antriebsmoment anteilig und schlussendlich vollständig bereitzustellen.

Bei manchen Ausführungsbeispielen umfasst das Verfahren folglich vier Phasen, eine erste Phase, in der das Hybridfahrzeug rein elektrisch fährt und eine (Wieder)startreserve an der ersten Elektromaschine aufgebaut wird, indem die zweite Elektromaschine einen Teil des Antriebsmoments liefert, eine zweite Phase, in der die Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine zum (Wieder-)Starten mittels der verfügbaren Wiederstartreserve der ersten Elektromaschine angehoben wird, eine dritte Phase in der das Drehmoment der ersten Elektromaschine verringert und das der Verbrennungskraftmaschine entsprechend erhöht wird, auch Momentenüberblendung genannt, und eine vierte Phase, in der das Hybridfahrzeug hybridisch mit Unterstützung der Verbrennungskraftmaschine fährt.

In der zweiten Phase, in der die Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine angehoben wird, können, wie oben beschrieben, bei manchen Ausführungsbeispielen die vier oben genannten Drehmomentquellen ausgenutzt werden.

Bei manchen Ausführungsbeispielen kann ein Startmanagement der Verbrennungskraftmaschine entsprechend durch Ausnutzen der oben genannten vier Drehmomentquellen je nach einer gewünschten Anforderung dahingehend ausgestaltet werden, ob z.B. ein dynamischer, schneller Start der Verbrennungskraftmaschine oder ein möglichst energieeffizienter Start der Verbrennungskraftmaschine gewünscht ist. Dazu müssen nur, wie oben ausgeführt, die verschiedenen Drehmomentquellen und Verfahrensschritte je nach Anforderung an den entsprechenden Zeitpunkten miteinander kombiniert werden, wobei, wie erwähnt, die Reihenfolge der Zeitpunkte auch vertauscht werden kann.

Es gibt Ausführungsbeispiele bei denen die zweite Elektromaschine derart betrieben wird, dass deren über den zweiten Triebstrang wirkendes Drehmoment entsprechend dem Drehmoment, das die Verbrennungskraftmaschine und/oder die erste Elektromaschine auf die erste Antriebsachse ausübt, angepasst wird. So kann der Startvorgang der Verbrennungskraftmaschine durch eine entsprechende, dynamische Antriebs-/Lastverteilung zwischen erster und zweiter Elektromaschine vollständig kompensiert und für den Fahrer „neutralisiert“ werden. Der Wiederstart kann auf diese Weise sogar während Beschleunigungsvorgängen durchgeführt werden, wenn die zweite Elektromaschine hinreichend großes Drehmomentpotential aufweist.

Manche Ausführungsbeispiele betreffen ein Hybridfahrzeug mit einem ersten Triebstrang und zweiten Triebstrang, wie oben ausgeführt. Der erste Triebstrang umfasst eine Verbrennungskraftmaschine, eine erste Elektromaschine, ein Getriebe mit Anfaehrelement, wie oben im Detail erläutert, und wirkt auf eine oder mehrere Antriebsachsen. Über den zweiten Triebstrang wirkt eine zweite Elektromaschine, die mit wenigstens einer der Antriebsachsen koppelbar ist (d.h. dauerhaft gekoppelt oder auch über eine Getriebe, ggf. mit zusätzlichem Anfaehrelement, gekoppelt).

Die erste Elektromaschine ist über eine (erste) Trennkupplung an die Verbrennungskraftmaschine koppelbar.

Die erste Elektromaschine stellt ein Antriebsmoment bereit, wie oben ausgeführt. Die Steuerung ist dazu eingerichtet, das oben beschriebene Verfahren wenigstens teilweise auszuführen.

Eine vorgesehene Steuerung kann eine Hybridsteuerung, auch Hybridkoordinator genannt, sein und/oder andere Steuerungen oder Steuerungselemente umfassen, wie z.B. ein Steuerungselement für die Motorsteuerung (Einspritzung), Steuerelemente zur Steuerung der

Fahrkupplung, Trennkupplungen, des Getriebes und Anfahrelements, etc. Da die Steuerung der einzelnen Komponenten eines Hybridfahrzeugs grundsätzlich bekannt ist, ist eine detaillierte Beschreibung der Steuerung und ihrer Komponenten nicht erforderlich.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun beispielhaft und unter Bezugnahme auf die beigelegte Zeichnung beschrieben, in der:

Fig. 1 schematisch ein Ausführungsbeispiel eines Hybridfahrzeugs veranschaulicht;

Fig. 2 schematisch eine Steuerung für ein Hybridfahrzeug zeigt;

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel eines ersten Bestandteils eines Verfahrens zum Wiederstarten einer Verbrennungskraftmaschine zeigt;

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel eines zweiten Bestandteils eines Verfahrens zum Wiederstarten einer Verbrennungskraftmaschine zeigt;

Ein Ausführungsbeispiel eines Hybridfahrzeugs mit einem ersten und zweiten Triebstrang 1, 201 ist in Fig. 1 veranschaulicht. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel handelt es sich um einen sogenannten Parallelhybrid, bei dem auf einer Getriebeeingangswelle sowohl eine Verbrennungskraftmaschine 2 als auch eine erste Elektromaschine 3 angeordnet sind.

Die erste Elektromaschine 3 ist über einen Wechselrichter 14 an eine als elektrischer Energiespeicher dienende Hochvoltbatterie 10 angebunden.

Die Getriebeeingangswelle mündet in ein automatisches Doppelkupplungsgetriebe 5 mit Fahrkupplungen 6, die die Verbrennungskraftmaschine 2 und die erste Elektromaschine 3 an wenigstens ein Antriebsrad (in der Regel an beide Räder) der Vorderachse 8 koppeln, sodass ein von der Verbrennungskraftmaschine 2 und/oder ersten Elektromaschine 3 erzeugtes Antriebsmoment entsprechend auf das wenigstens eine Antriebsrad übertragen wird. Die Verbrennungskraftmaschine 2 und die erste Elektromaschine 3 sind über eine (erste) Trennkupplung 7 miteinander koppelbar.

Außerdem ist als zweiter Antriebsstrang 201 eine zweite Elektromaschine 203 vorgesehen, welche über ein Zwischengetriebe 205 auf wenigstens ein Rad (oder auch beide Räder) der Hinterachse 204 wirkt, die hier die zweite Antriebsachse bildet. Die zweite Elektromaschine 203

wird wie die erste Elektromaschine 3 aus der Hochvoltbatterie 10 über einen Wechselrichter 214 gespeist. Die zweite Elektromaschine 203 kann so betrieben werden, dass sie kein Drehmoment (s. Drehmomentverlaufs EMH) an die zweite Antriebsachse 204 liefert und lediglich mit einer bestimmten Drehzahl leer mitläuft, die durch die Raddrehzahl und ggf. das zwischengeschaltete Getriebe 205 bestimmt wird.

Die zweite Elektromaschine 203 ist bspw. als asynchrone Maschine ausgeführt, die während dieses Betriebszustandes elektrisch enterregt schaltbar ist, um Schleppverluste der Maschine zu vermeiden. Alternativ oder zusätzlich kann auch eine Trennkupplung zwischen der zweiten Elektromaschine 203 und der zweiten Antriebsachse 204 bzw. zwischen dem Getriebe 205 und der zweiten Antriebsachse 204 vorgesehen sein, um die Schleppverluste noch weiter zu verringern.

Ferner zeigt Fig. 1 beispielhaft eine elektrische Klima-Kompressor-Einheit 9, die ebenfalls zum ersten Triebstrang 1 gehört.

Eine Hochvolt-Batterie 10 ist über eine Hochvolt-Bordnetz 11 mit der ersten und zweiten Elektromaschine 3, 203 und der Klima-Kompressor-Einheit 9 elektrisch gekoppelt. Außerdem ist eine 12 V-Batterie 12 über ein 12 V-Bordnetz 13 mit nicht weiter dargestellten Verbrauchern gekoppelt. Zum Umwandeln der Spannungen des Hochvoltnetzes 11 auf die Spannung des 12 V-Bordnetzes 13 ist ein Gleichspannungswandler (DC-DC-Wandler) 16 zwischen dem 12 V-Bordnetz 13 und dem Hochvolt-Bordnetz 11 gekoppelt.

Es ist auch möglich für die erste und zweite Elektromaschine 3, 203 jeweils eine eigene Spannungsversorgung bereitzustellen.

Fig. 2 veranschaulicht schematisch eine Steuerung 15, die zur Steuerung des ersten und zweiten Triebstranges 1, 201 des Hybridfahrzeugs ausgelegt ist und die dazu eingerichtet ist, die hier beschriebenen Verfahren wenigstens teilweise auszuführen.

Die Steuerung 15 ist mit den einzelnen anzusteuernenden Komponenten des Triebstranges 1 und 201 verbunden, nämlich mit der Verbrennungskraftmaschine 2, der ersten Elektromaschine 3, der zweiten Elektromaschine 203, dem Doppelkupplungsgetriebe 5 mit Fahrkupplungen 6 und mit der (ersten) Trennkupplung 7. Diese Verbindung zwischen der Steuerung 15 und den einzelnen anzusteuernenden Komponenten der Triebstränge 1 und 201 ist hier nur logisch zu verstehen und nicht als tatsächliche, physikalische Verbindung.

Ähnliches gilt für die Steuerung 15 selbst, die in den Ausführungsbeispielen eine Vielzahl von Steuerungen bzw. Steuerelementen umfassen kann, um die einzelnen hierin beschriebenen Steuerungsaufgaben und Verfahrensschritte umzusetzen.

Fig. 3 veranschaulicht nun einen ersten Verfahrensabschnitt eines Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Starten einer Verbrennungskraftmaschine eines Hybridfahrzeuges mit ersten und zweiten Elektromaschine 3, 103.

Fig. 3 zeigt auf der Abszisse die Zeit und auf der Ordinate im untersten Drittel Drehzahlverläufe „EMV“ für die erste (vordere) Elektromaschine 3, „EMH“ für die zweite (hintere) Elektromaschine 203, „VKM“ für die Verbrennungskraftmaschine 2 und „Rad“ für das wenigstens eine angetriebene Rad und/oder die mitlaufenden Räder. Im mittleren Drittel zeigt Fig. 3 entsprechend die Drehmomentverläufe „EMV“ für die Erste Elektromaschine 3, „EMH“ für die zweite Elektromaschine 203, den Fahrmomentverlauf „VKM“ der Verbrennungskraftmaschine 2 und den kombinierten Antriebsmomentenverlauf „Rad“ an wenigstens einem Rad der ersten Achse (Vorderachse 8) und/oder der zweiten Achse (Hinterachse 204), welcher konstant ist. Das oberste Drittel der Fig. 1 zeigt den Kupplungskapazitätsverlauf „K12“ für die Fahrkupplung 6.

Das Hybridfahrzeug befindet sich bei dem hier beschriebenen Szenario zunächst in einem Betriebszustand reinen elektrischen Fahrens, der zunächst bis zum Zeitpunkt t_v vorliegt. Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine Konstantfahrgeschwindigkeit, d.h. Raddrehzahl und Radmoment sind konstant, wie sich der Fig. 3 entnehmen lässt. Bis zum Zeitpunkt t_0 befindet sich die Fahrkupplung 6 in einem mikroschlupfgeregelten Zustand und führt leichte Schwankungen im Fahrerwunschmodent unmittelbar nach (siehe Pfeil 21 des Kupplungskapazitätsverlaufes K12). Aufgrund der konstanten Fahrgeschwindigkeit sind das Drehmoment und die Drehzahl der Ersten Elektromaschine 3 ebenfalls konstant, wie aus dem Drehmomentverlauf EMV bzw. dem Drehzahlverlauf EMV ersichtlich ist. Die Verbrennungskraftmaschine 2 ist bis zum Zeitpunkt t_0 ausgeschaltet und hat folglich ein Drehmoment und eine Drehzahl von Null (siehe Drehzahlverlauf VKM).

Stellt die Steuerung 15 fest, dass die Verbrennungskraftmaschine 2 benötigt wird, so initiiert sie das im Folgenden beschriebene Startverfahren für die Verbrennungskraftmaschine 2.

Das Startverfahren beginnt zum Vorbereitungszeitpunkt t_v mit dem von der Steuerung 15 gegebenen Startkommando. Vom Zeitpunkt t_v an wird die Kupplungskapazität K_{12} der Fahrkupplung 6 mikroschlupfgeregelt herabgesetzt (s. Pfeil 34), gleichzeitig wird das Drehmoment der ersten Elektromaschine 3 um einen Betrag R herabgesetzt, dessen Höhe von der Steuerung 15 gemäß einem Kaltstart- bzw. Warmstartkriterium festgelegt wird. Gleichzeitig wird das Antriebsdrehmoment der zweiten Elektromaschine 203 entsprechend erhöht, so dass das resultierende Gesamtdrehmoment an den Rädern konstant bleibt und keine spürbare Zustandsänderung des Fahrbetriebs eintritt.

Diese so gewonnene Wiederstartreserve R (freies Drehmomentpotential des ersten Elektromotors 3) steht dann für den eigentlichen Start -/Wiederstartvorgang zur Verfügung, der nachfolgend anhand der Fig. 4 beschrieben wird.

Von t_0 an wird die Drehzahl der ersten Elektromaschine 3 unter Nutzung der Wiederstartreserve R (freies Drehmomentpotential) erhöht und ein Drehimpuls wird aufgebaut und parallel dazu wird ab dem Zeitpunkt t_0 der Zustand der Fahrkupplung 6 in einen makroschlupf-gesteuerten Zustand überführt.. Das heißt die Fahrkupplung 6 wird von einem Mikroschlupfbetrieb mit nur wenigen Umdrehungen Differenzdrehzahl in einen Makroschlupfbetrieb mit entsprechend höherer Differenzdrehzahl gesetzt, wobei das Kupplungsmoment idealerweise wie das Fahrerwunschmoment gewählt wird (hier konstant dargestellt). Dementsprechend liegt ab dem Zeitpunkt t_0 die Drehzahl der ersten Elektromaschine 3 oberhalb der Synchrondrehzahl des Doppelkupplungsgetriebes 5 (siehe Pfeil 32, der auf eine gestrichelte Linie zeigt, die die Synchrondrehzahl repräsentiert).

Zu einem Zeitpunkt t_1 wird die Trennkupplung 7 schnell geschlossen. Dadurch wird der in der Trägheit der ersten Elektromaschine 3 gespeicherte Drehimpuls auf die Verbrennungskraftmaschine 2 übertragen, um die Verbrennungskraftmaschine 2 zu beschleunigen. Das Drehmoment der ersten Elektromaschine 3 wird zunächst weiter beibehalten und zur Anhebung der Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine 2 genutzt. In dem kurzen Intervall zwischen dem Zeitpunkt t_1 und dem kurz darauffolgenden Zeitpunkt t_2 wird die Trennkupplung 7 bis zum Zeitpunkt t_2 vollständig geschlossen. In diesem Zeitintervall wird die Verbrennungskraftmaschine 2 durch den Übertrag von Drehimpuls von der ersten Elektromaschine 3 beschleunigt (in einem Zeitraum von maximal 20 bis 30ms), wie sich auch aus der steil steigenden Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine 2 aus dem Drehzahlverlauf VKM aus Fig. 4 ergibt.

Ab einem Zeitpunkt t_2 sind die Drehzahlen der Verbrennungskraftmaschine 2 und der erste Elektromaschine 3 synchronisiert und die Trennkupplung 7 ist vollständig geschlossen. Dies ist aus den zugehörigen Drehzahlverläufen EMV und VKM und dem zugehörigen Kupplungskapazitätsverlauf K0 ersichtlich. Bis zum Zeitpunkt t_3 schließt sich ein Aufkoppelvorgang an, der die gemeinsame Drehzahl von erster Elektromaschine 3 und Verbrennungskraftmaschine 2 auf die Synchroendrehzahl (siehe Pfeil 32) des Doppelkupplungsgetriebes 5 überführt.

Ab dem Zeitpunkt t_3 findet eine Momentenüberblendung statt, die das geforderte Fahrmoment oder Antriebsmoment von der ersten Elektromaschine 3 (siehe Drehmomentverlauf EMV) in die Verbrennungskraftmaschine 2 (siehe Drehmomentverlauf VKM1) überführt. Außerdem wird die Fahrkupplung 6 wieder in den Mikroschlupfbetrieb gesetzt (siehe Pfeil 33).

In dem hier gezeigten Fall wird der elektrische Antrieb durch die erste Elektromaschine 3 nach Beendigung der Momentenüberblendung ab einem Zeitpunkt t_4 in einen generatorischen Betrieb durch eine entsprechende Lastpunktanhebung überführt, sodass die Hochvolt-Batterie 10 durch die erste Elektromaschine 3 nachgeladen wird. Außerdem werden die Fahrkupplungen 6 wieder in den Mikroschlupfbetrieb gesetzt. Ab dem Zeitpunkt t_4 übernimmt die Verbrennungskraftmaschine 2 das vor dem Umlastvorgang (zwischen t_V und t_0) von der ersten Elektromaschine 3 aufgebrauchte Antriebsmoment vollständig.

Im Zeitraum t_0 bis t_3 übernimmt die zweite Elektromaschine 203 den umgelasteten Drehmomentanteil der ersten Elektromaschine 3. So bleibt das Summenradmoment konstant. Im Zeitraum t_3 bis t_4 werden dann während der Aufblendung des Moments der Verbrennungskraftmaschine 2 die Momente der ersten und zweiten Elektromaschine 3 und 203 so abgesenkt, dass auch in diesem Zeitraum das Summenradmoment konstant bleibt. Die Drehzahl der zweiten Elektromaschine 203 bleibt während des gesamten Vorgangs konstant. Bei einer Ausführung, bei welcher die zweite Elektromaschine 203 mechanisch abkoppelbar angebunden ist, kann Sie vor oder nach dem Wiederstartvorgang (vor t_V oder nach t_4) auch vollständig stillgelegt werden.

Der Wiederstart der Verbrennungskraftmaschine ist zum Zeitpunkt t_4 durch Beendigung der Momentenüberblendung von der ersten Elektromaschine 3 auf die Verbrennungskraftmaschine 2 abgeschlossen.

Ohne Beschränkung der Allgemeinheit sind die Verfahrensabschnitte der Fig. 3 und 4 für den sogenannten Zug-Betrieb eines Hybridfahrzeugs erklärt worden. Beim „Zug“ wird das Hybridfahrzeug von der ersten Elektromaschine 3, der zweiten Elektromaschine 103 und/oder der Verbrennungskraftmaschine 2 angetrieben, im Gegensatz zum Schub, bei dem das Hybridfahrzeug die erste Elektromaschine 3 und/oder der Verbrennungskraftmaschine 2 „antreibt“ (Bergabfahrt oder dergleichen).

Zusammenfassend kommen folglich bei manchen Ausführungsbeispielen folgende Verfahrensschritte wenigstens teilweise vor. Außerdem ist bei manchen Ausführungsbeispielen die Reihenfolge der Zeitpunkte austauschbar, z.B. können Schritte zum Zeitpunkt t2 vor Schritten zum Zeitpunkt t3 liegen, etc., wie es oben bereits teilweise ausgeführt wurde.

- tv: tv-a Vorbereitungskommando
- tv-b Absenken Antriebsdrehmoments der ersten Elektromaschine am ersten Triebstrang und gleichzeitiges Aufbauen des Antriebsdrehmomentes der zweiten Elektromaschine am zweiten Triebstrang
- t0: t0-a Startkommando
- t0-b Aussetzen des Mikroschlupfbetriebs der Fahrkupplung (des Anfahrlements); oder Öffnen einer Wandlerüberbrückungskupplung; oder: Schlupfaufbau über der Fahrkupplung eines ASG (automatischen Schaltgetriebes)
- t0-c Eintritt in vorbereitenden Schlupfaufbau
- t0-d Darstellung Momenteneingriff Erste Elektromaschine, um eine Schlupfreserve für den Start der Verbrennungskraftmaschine bereitzustellen
- t1: Momentenaufbau der ersten Trennkupplung (7) durch schnelles oder langsames Schließen
- t2: Einspritzbeginn der Verbrennungskraftmaschine zur Darstellung Startmoment+Reibmoment
- t2-a Rücknahme des Startmoments in der Verbrennungskraftmaschine
- t2-b Rücknahme des Momenteneingriffs der Erste Elektromaschine (siehe t0-d)
- t2-c Eintritt in Aufkopplungsphase, in der die gemeinsame Drehzahl der Erste Elektromaschine und der Verbrennungskraftmaschine an die Synchrondrehzahl angepasst wird
- t2-d vollständiges Schließen der ersten Trennkupplung (7)
- t3: t3-a Eintritt in Mikroschlupfbetrieb Fahrkupplung (6) (des Anfahrlements), oder: Schließen der Wandlerüberbrückung, oder: Schließen der Fahrkupplung beim ASG

t3-b Beginn Momentenüberblendung von Erste Elektromaschine auf
Verbrennungskraftmaschine

t4: Ende Momentenüberblendung und Beginn der Betriebsart „Fahren VKM und EM“

Bezugszeichenliste

1	erster Triebstrang
201	zweiter Triebstrang
2	Verbrennungskraftmaschine
3	erste Elektromaschine
203	zweite Elektromaschine
4	erste Antriebsachse
204	zweite Antriebsachse
5	Doppelkupplungsgetriebe
6	Fahrkupplung von 5 (Anfahrelement)
7	(erste) Trennkupplung (für Erste Elektromaschine)
8	Vorderachse
9	Klima-Kompressor-Einheit
10	Hochvolt-Batterie
11	Hochvolt-Bordnetz
12	12 V-Starterbatterie
13	12 V-Bordnetz
14	Wechselrichter
214	Wechselrichter
15	Steuerung
16	Gleichspannungswandler
31	Pfeil – Mikroschlupfbetrieb
32	Pfeil – Synchrondrehzahl
33	Pfeil – Mikroschlupfbetrieb
34	Pfeil – Absenken Kupplungskapazität im Mikroschlupfbetrieb
K12	Kupplungskapazitätsverlauf der Fahrkupplung 6
K0	Kupplungskapazitätsverlauf für Trennkupplung 7 (für Erste Elektromaschine)
EMV	Drehmoment- bzw. Drehzahlverlauf der Erste Elektromaschine 3
EMH	Drehmoment- bzw. Drehzahlverlauf der Zweite Elektromaschine 203
VKM	Drehmoment bzw. Drehzahlverlauf der Verbrennungskraftmaschine 2
Rad	Drehzahl- bzw. Drehmomentverlauf für wenigstens ein angetriebenes Rad

Patentansprüche

1. Verfahren zum Starten einer Verbrennungskraftmaschine eines Hybridfahrzeuges mit einem ersten Triebstrang (1), der eine Verbrennungskraftmaschine (2), eine erste Elektromaschine (3), und ein Getriebe (5) umfasst, wobei die erste Elektromaschine (3) über eine Trennkupplung (7) an die Verbrennungskraftmaschine (2) und über ein Anfaherelement (6) an eine erste und/oder zweite Antriebsachse (4; 204) koppelbar ist, einem zweiten Triebstrang (201) mit einer zweiten Elektromaschine (203) die mit der ersten und/oder zweiten Antriebsachse (4; 204) koppelbar ist, wobei über die erste und zweite Elektromaschine (3, 203) jeweils ein Antriebsmoment bereitstellbar ist, gekennzeichnet durch die Schritte:
ab einem ersten Zeitpunkt (t_v) Betreiben der ersten Elektromaschine (3) und Betätigen des Anfaherelements (6) derart, dass ein über den ersten Triebstrang (1) wirkendes Drehmoment der ersten Elektromaschine (3) um einen Drehmomentbetrag (R) reduziert wird, und Betreiben der zweiten Elektromaschine (203) derart, dass ein über den zweiten Triebstrang (201) wirkendes Drehmoment der zweiten Elektromaschine (203) entsprechend um einen Betrag (R) erhöht wird,
ab einem zweiten Zeitpunkt (t_0) Betreiben der ersten Elektromaschine (3) und wenigstens teilweise Schließen der Trennkupplung (7) derart, dass dadurch die Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine (2) bis zum Erreichen eines Startkriteriums erhöht wird, sodass die Verbrennungskraftmaschine (2) einen Startvorgang selbst unterstützt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Drehmomentbetrag (R) in Abhängigkeit von einem Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine (2) bestimmbar ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Drehmomentbetrag (R) bei einem Kaltstartkriterium höher ist als bei einem Warmstartkriterium.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Trennkupplung (7) derart geschlossen wird, dass ein Drehimpuls der ersten Elektromaschine (3) auf die Verbrennungskraftmaschine (2) übertragen wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit Betreiben der ersten Elektromaschine (3) ab einem dritten Zeitpunkt (t_3) derart, dass die erste Elektromaschine (3) weiterhin einen Bestandteil des Antriebsmoments über das Anfaherelement (6)

bereitstellt und Betreiben der Verbrennungskraftmaschine (2) derart, dass sie ein Drehmoment über die Trennkupplung (7) auf die erste Elektromaschine (3) und damit über den ersten Triebstrang (1) ausübt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ab einem zweiten Zeitpunkt (t2) die Drehzahlen der Verbrennungskraftmaschine (2) und der ersten Elektromaschine (3) synchron sind.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei ab dem zweiten Zeitpunkt (t2) die Fahrkupplung (6) kontinuierlich von einem Makroschlupfbetrieb in einen Mikroschlupfbetrieb gesetzt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ab einem dritten Zeitpunkt (t3) das von der ersten Elektromaschine (3) bereitgestellte Antriebsmoment verringert wird und ab einem vierten Zeitpunkt (t4) durch die Verbrennungskraftmaschine (2) bereitgestellt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, mit Betreiben der zweiten Elektromaschine (203) derart, dass deren über den zweiten Triebstrang (201) wirkendes Drehmoment entsprechend dem Drehmoment, das die Verbrennungskraftmaschine (2) und/oder die erste Elektromaschine (3) über den ersten Triebstrang (1) ausübt, angepasst wird.
10. Hybridfahrzeug mit einem ersten Triebstrang (1), der eine Verbrennungskraftmaschine (2), eine erste Elektromaschine (3) und ein Getriebe (5) mit einem Anfahrlement (6) umfasst und mit einer ersten und oder zweiten Antriebsachse (4; 204) koppelbar ist, und einem zweiten Triebstrang (201) mit einer zweiten Elektromaschine (203), der mit der ersten und/oder der zweiten Antriebsachse (204) koppelbar ist, wobei die erste Elektromaschine (3) über eine Trennkupplung (7) an die Verbrennungskraftmaschine (2) koppelbar ist, und über die die erste und/oder zweite Elektromaschine (3, 203) jeweils ein Antriebsmoment bereitstellbar ist, und eine Steuerung (15) vorgesehen ist, die dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 auszuführen.

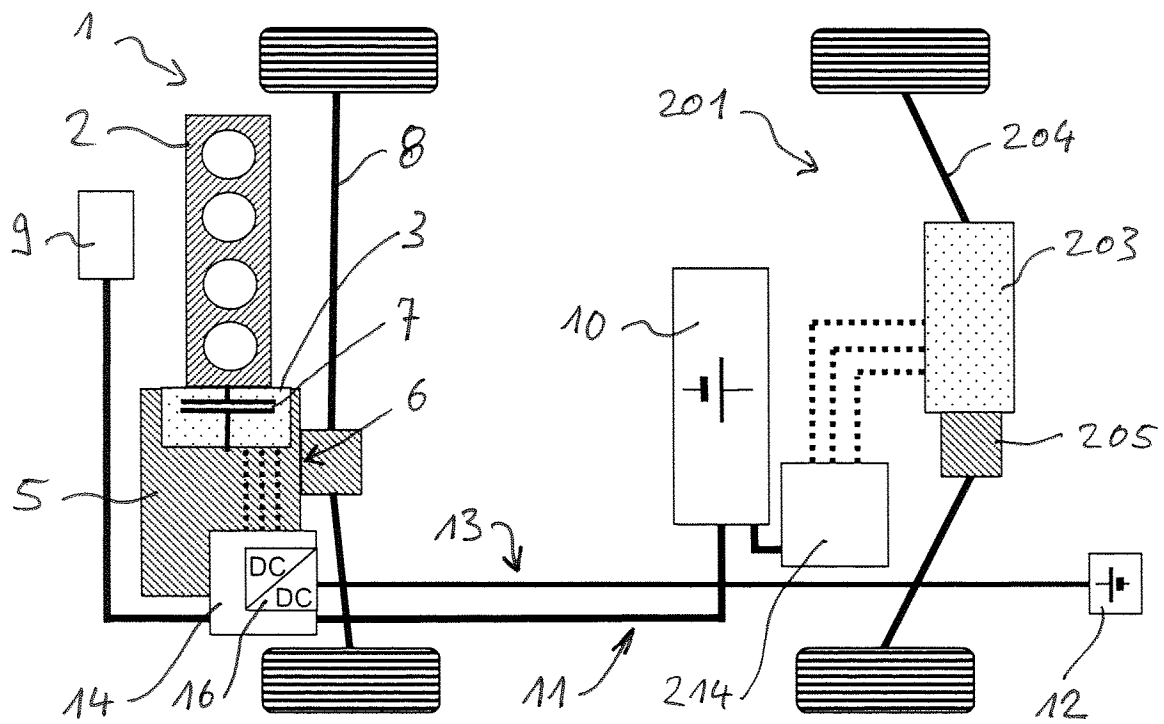


Fig. 1

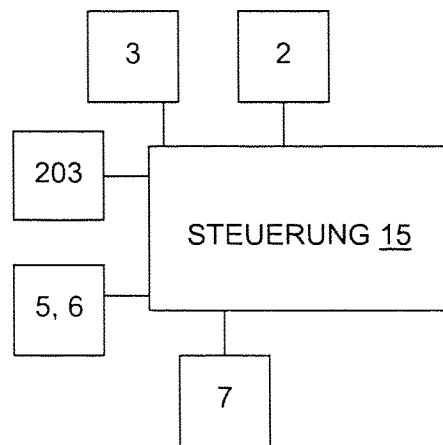


Fig. 2

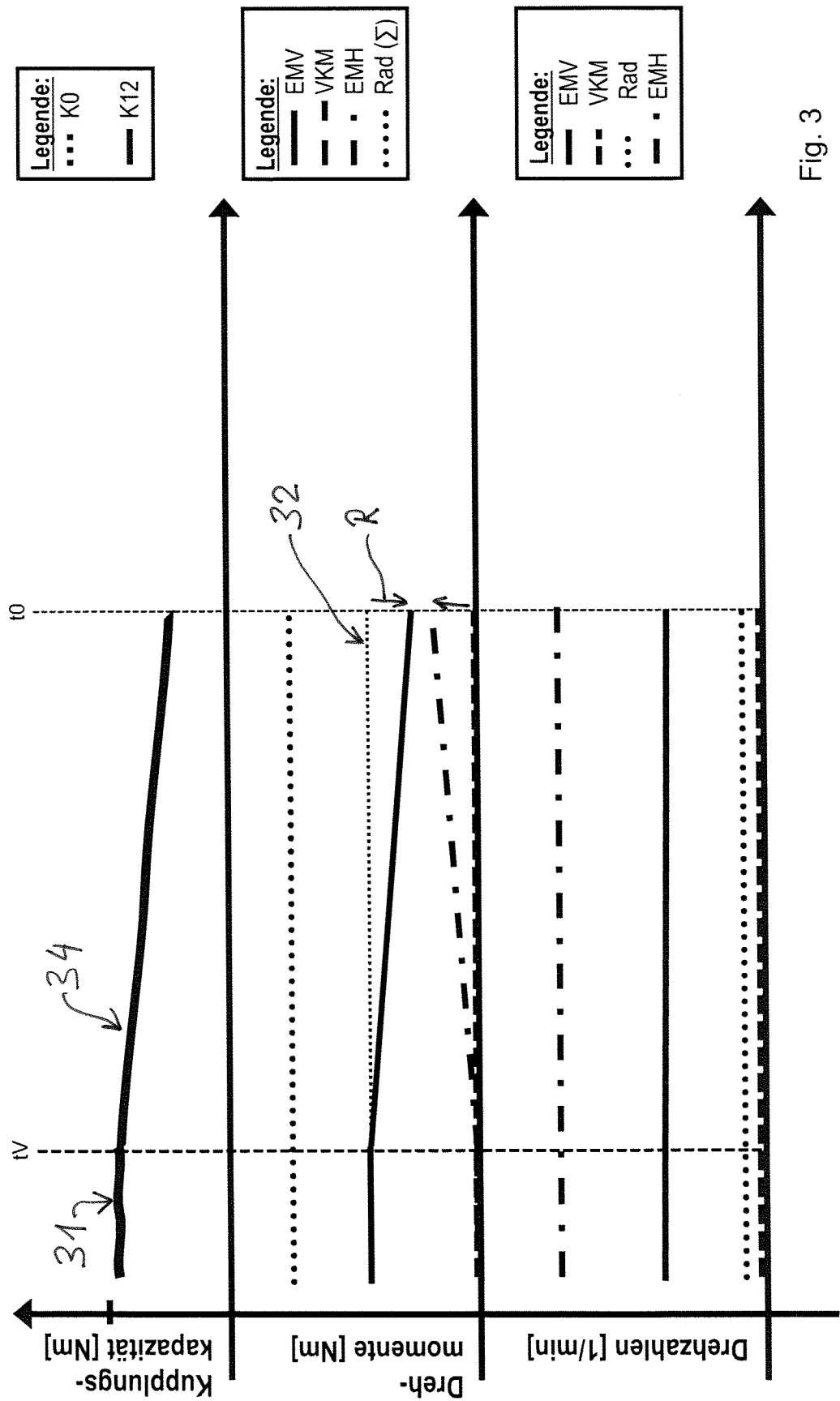


Fig. 3

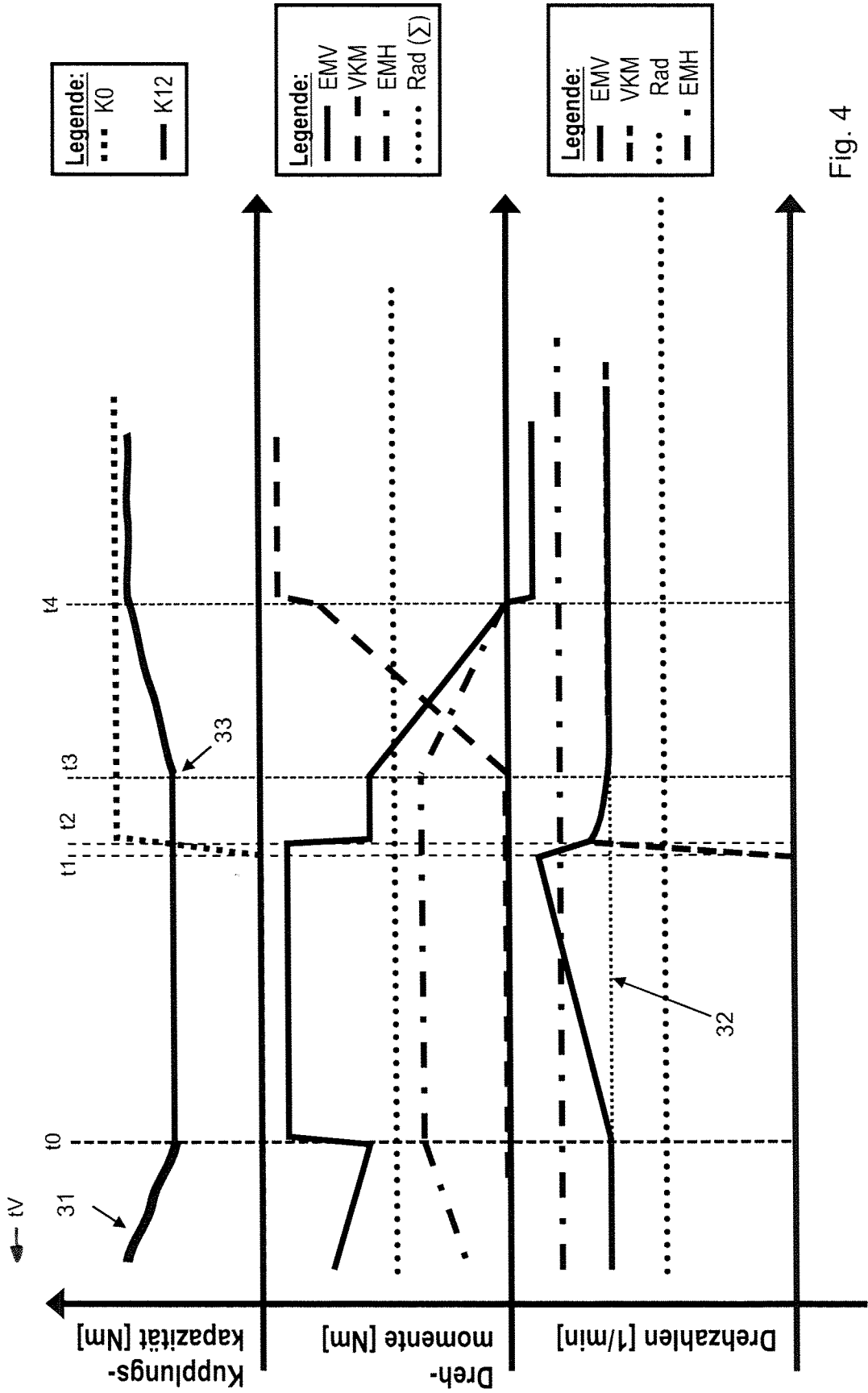


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/060385

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02N5/04 B60K6/24 B60K6/26 B60K6/48 B60K6/52
F02N11/00 B60W20/10 B60W30/192 B60K6/44

ADD.

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)

F02N B60K B60W

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	DE 10 2013 016756 A1 (AUDI AG [DE]) 16 April 2015 (2015-04-16) the whole document -----	1-10
X	DE 10 2012 211920 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 9 January 2014 (2014-01-09) the whole document -----	1-10
A	DE 10 2014 200253 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 2 April 2015 (2015-04-02) abstract; claims 1-10; figures 1-5 -----	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

12 July 2016

Date of mailing of the international search report

21/07/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mineau, Christophe

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/060385

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102013016756 A1	16-04-2015	NONE	
DE 102012211920 A1	09-01-2014	NONE	
DE 102014200253 A1	02-04-2015	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F02N5/04 B60K6/24 B60K6/26 B60K6/48 B60K6/52
 F02N11/00 B60W20/10 B60W30/192 B60K6/44

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F02N B60K B60W

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	DE 10 2013 016756 A1 (AUDI AG [DE]) 16. April 2015 (2015-04-16) das ganze Dokument -----	1-10
X	DE 10 2012 211920 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 9. Januar 2014 (2014-01-09) das ganze Dokument -----	1-10
A	DE 10 2014 200253 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 2. April 2015 (2015-04-02) Zusammenfassung; Ansprüche 1-10; Abbildungen 1-5 -----	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

12. Juli 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/07/2016

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

Mineau, Christophe

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/060385

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013016756 A1	16-04-2015	KEINE	
DE 102012211920 A1	09-01-2014	KEINE	
DE 102014200253 A1	02-04-2015	KEINE	