(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
20. Januar 2022 (20.01.2022)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/012817 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60K 6/52 (2007.10) *B60W 10/08* (2006.01)
B60K 6/44 (2007.10) *B60W 20/40* (2016.01)
B60W 10/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/065449

(22) Internationales Anmeldedatum:
09. Juni 2021 (09.06.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 208 929.9
16. Juli 2020 (16.07.2020) DE
10 2020 211 396.3
10. September 2020 (10.09.2020) DE

(71) Anmelder: **MAGNA POWERTRAIN GMBH & CO KG** [AT/AT]; Industriestraße 35, 8502 Lannach (AT).

(72) Erfinder: **LAIMGRUBER, Stefan**; Raiffeisenstraße 56/EG/2, 8010 Graz (AT). **FUCHS, Johannes**; Gradnerstraße 40k/2, 8055 Graz (AT). **LINDVAI-SOOS, Daniel**; Purgleitnerstr. 40/2, 8010 Graz (AT). **THIER, Markus**; Siebensterngasse 46/2/72A, 1070 Wien (AT). **KAIMER, Simon**; St. Ulrich 40, 8072 Heiligenkreuz am Waasen (AT).

(74) Anwalt: **RAUSCH, Gabriele**; Magna International (Germany) GmbH, Patentabteilung, Kurfürst-Eppstein-Ring 11, 63877 Sailauf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) **Title:** METHOD AND CONTROL FOR A DRIVE SYSTEM HAVING FOUR-WHEEL DRIVE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND STEUERUNG FÜR EIN ANTRIEBSSYSTEM MIT VIERRADANTRIEB

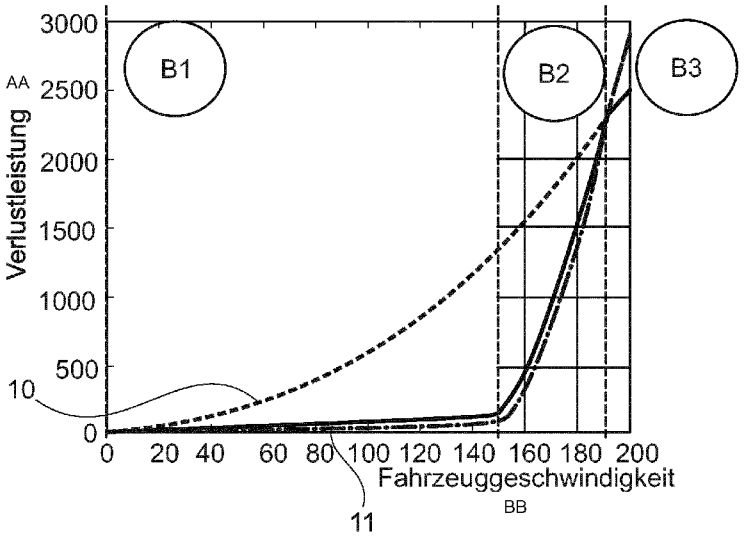


Fig. 4

AA Power loss
BB Vehicle speed

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for operating a drive train (1) comprising an internal combustion engine (VM) or an electric machine as a primary drive and an electric machine (EM) as a secondary drive, wherein the electric machine (EM) is detachably mounted, together with an inverter and controller (9), on one of the vehicle axles, wherein the electric machine (EM) and at least one switchable element is actuated in order to minimize drag losses of the electric machine (EM) during operation of the vehicle by means of the internal combustion engine (VM) over the entire speed range and to provide a defined connection time for the electric machine (EM).

(57) **Zusammenfassung:** Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs (1) mit einem Verbrennungsmotor (VM) oder einer elektrischen Maschine als Primärantrieb und einer elektrischen Maschine (EM) als Sekundärantrieb, wobei die elektrische Maschine (EM) mit In-

WO 2022/012817 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, SD, SE, SG, SK, SL, ST, 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, 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)*

verter und Steuerung (9) an einer der Fahrzeugachsen trennbar angebracht ist, wobei die elektrische Maschine (EM) und mindestens ein schaltbares Element angesteuert wird, um Schleppverluste der elektrischen Maschine (EM) im Betrieb des Fahrzeugs mit dem Verbrennungsmotor (VM) über den gesamten Geschwindigkeitsbereich zu minimieren und eine definierte Zuschaltzeit für die elektrische Maschine (EM) bereitzustellen.

Verfahren und Steuerung für ein Antriebssystem mit Vierradantrieb

Die Erfindung betrifft ein Verfahren für den Betrieb eines Antriebsstrangs mit einem Verbrennungsmotor oder einer elektrischen Maschine als Primärantrieb und einer elektrischen Maschine als Sekundärantrieb, wobei die elektrische Maschine mit Inverter und Steuerung an einer der Fahrzeugachsen trennbar angebracht ist. Die Erfindung betrifft auch eine Steuerung zur Durchführung des Verfahrens.

Stand der Technik

Der Trend zu rein elektrischen und Hybrid-Elektrofahrzeuge ist ungebremst und weltweit suchen die Hersteller von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen nach einfachen und erprobte elektrische Traktions- und Übertragungssysteme, um der raschen Entwicklung von Fahrzeugmodelle Rechnung zu tragen. Eine Komponente dieser Entwicklung ist die elektrische Achse, die eine elektrische Maschine, Getriebekomponenten und Inverter in einer Baugruppe umfasst.

Die elektrische Achse ist einfach entweder an der Vorder- oder Hinterachse von Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge angebracht, abhängig von der Architektur und der Anwendung anzubringen. Neben reinen Elektrofahrzeugen sind elektrische Achsen auch für P4-Hybridfahrzeuge geeignet, in denen die elektrische Achse eine sekundäre Antriebseinheit bildet.
Eine solche elektrische Achse ist aus der DE 10 2010 050 217 A1 bekannt, mit einer elektrischen Maschine, die einen Stator und einen Rotor aufweist, mit wenigstens einem Getriebe, das ein mit dem Rotor verbundenes Eingangsglied sowie wenigstens ein Ausgangsglied aufweist, das mit einem Differential zur Verteilung von Antriebsleistung auf zwei Abtriebswellen verbindbar ist, wobei das Getriebe dazu ausgelegt ist, wenigstens zwei unterschiedliche Übersetzungen einzurichten, und mit einem Gehäuse.

Verwendet man eine elektrische Achse mit einem Verbrennungsmotor lässt sich ein P4-Hybrid darstellen. Damit wird die elektrisch angetriebene Sekundärachse bezeichnet, während der Verbrennungsmotor die Primärachse treibt. Mit einem solchen Antriebssystem, wie aus der EP 2 018 290 B1 bekannt, ist ein Vierradantrieb darstellbar, wobei der Verbrennungsmotor eine erste Fahrzeugachse und die elektrische Maschine die zweite Fahrzeugachse treibt.

Eine elektrische Achse lässt sich integrieren, ohne den Bauraum unter der Motorhaube anzutasten. Bei Verwendung eines automatisierten Schaltgetriebes lassen sich die Zugkraftunterbrechungen in dem Getriebe an der Primärachse durch Moment der elektrischen Maschinen füllen.
Die Leistung einer elektrischen Achse lässt sich auch vergleichsweise einfach skalieren, weil genügend Platz für den elektrischen Motor zur Verfügung steht. Eine P4-Anordnung braucht ähnlich viel oder wenig Raum wie das Verteilergetriebe eines Allradantriebs.
In einem hybriden Antriebssystem mit zuschaltbarem Vierradantrieb über die elektrische Achse besteht ein Zielkonflikt zwischen Schleppverlust-Reduzierung, also einer Optimierung des Wirkungsgrads unter Vermeidung des Mitschleppens der elektrischen Maschine und der Drehmoment-Ansprechzeit. Gerade bei hohen Drehzahlen ist es wichtig, dass die bereitgestellte Leistung der elektrischen Maschinen durch eine schnelle Zuschaltung der elektrischen Maschine erfolgt.

Aus der US 2004 / 147 366 A1 ist ein Verfahren zum Betrieb eines Antriebssystems mit einem Verbrennungsmotor oder einer elektrischen Maschine als Primärantrieb und einer elektrischen Maschine als Sekundärantrieb bekannt, wobei die elektrische Maschine mit Inverter und Steuerung an einer der Fahrzeugachsen trennbar angebracht ist, wobei die elektrische Maschine und mindestens ein schaltbares Element angesteuert wird, um Schleppverluste der elektrischen Maschine im Betrieb des Fahrzeugs mit dem Verbrennungsmotor über einen weiten

Geschwindigkeitsbereich zu minimieren und eine definierte Zuschaltzeit für die elektrische Maschine bereitzustellen.

Es ist Aufgabe der Erfindung ein Verfahren und eine Steuerung zum Betrieb eines hybriden Antriebssystems zur Verfügung zu stellen, die den Zielkonflikt durch eine spezielle Logik überwinden.

Beschreibung der Erfindung

Die Aufgabe wird gelöst mit einem Verfahren zum Betrieb eines Antriebssystems mit einem Verbrennungsmotor oder einer elektrischen Maschine als Primärantrieb und einer elektrischen Maschine als Sekundärantrieb, wobei die elektrische Maschine mit Inverter und Steuerung an einer der Fahrzeugachsen trennbar angebracht ist, wobei die elektrische Maschine und mindestens ein schaltbares Element angesteuert wird, um Schleppverluste der elektrischen Maschine im Betrieb des Fahrzeugs mit dem Verbrennungsmotor über einen weiten Geschwindigkeitsbereich zu minimieren und eine definierte Zuschaltzeit für die elektrische Maschine bereitzustellen.

Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt eine Optimierung eines elektrischen Allrad-Antriebssystems, was zu einer verbesserten Auslegung der Komponenten führt. Dadurch können Kosten eingespart werden. Durch die Effizienzsteigerung des Antriebssystems ist es möglich, Energie zu sparen und beispielsweise eine kleinere Batteriegröße für das Antriebssystem zu verwenden.

Die Optimierung des Antriebssystems umfasst aber auch, dass die Zuschaltzeit für die elektrische Maschine nicht über eine gewisse Schwelle ansteigen darf, um ein optimales Fahrgefühl beizubehalten.

Der Geschwindigkeitsbereich umfasst Stillstand bis Höchstgeschwindigkeit. Das schaltbare Element ist eine beliebige Kupplung, Klauenkupplung oder Lamellenkupplung.

Dabei ist es von besonderem Vorteil, dass der Geschwindigkeitsbereich des Fahrzeugs in Bereiche unterteilt wird, wobei der erste Bereich vom Stillstand des Fahrzeugs ausgeht und die elektrische Maschine und das schaltbare Element in den Bereichen unterschiedlich angesteuert wird.

Die Unterteilung des Geschwindigkeitsbereiches des Fahrzeugs in kleinere Bereiche erfolgt in Abhängigkeit von der verwendeten elektrischen Maschine. Allerdings ist der erste Bereich immer vom Stillstand des Fahrzeugs ausgehend.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die elektrische Maschine Teil einer elektrischen Achse, wobei ein Vierradantrieb zusammen mit dem Verbrennungsmotor umgesetzt wird.

Es hat sich herausgestellt, dass es vorteilhaft ist, wenn sich der erste Bereich der Fahrzeuggeschwindigkeit bis zur Höchstgeschwindigkeit nach dem WLTC Zyklus erstreckt.

Dabei ist die Grenze nicht scharf gezogen, sondern kann für das jeweilige Fahrzeug angepasst sein, aber doch im Bereich der Höchstgeschwindigkeit nach dem WLTC-Zyklus liegen.

Es ist vorteilhaft, dass in einem zweiten Bereich die elektrische Maschine so angesteuert wird, dass sie mit einer voreingestellten Geschwindigkeit rotiert, wobei die Verbindung zur Fahrzeugachse unterbrochen bleibt.

Damit erreicht man, dass die elektrische Maschine sehr schnell innerhalb der gewünschten Zuschaltzeit zur Verfügung steht, aber die Schleppverluste der elektrischen Maschine sich noch in Grenzen halten.

Dieser zweite Bereich des Geschwindigkeitsbereichs des Fahrzeugs kann definiert werden, wenn eine asynchrone elektrische Maschine verwendet wird. Dann kann der Inverter so angesteuert werden, dass sich die elektrische Maschine mit einer geringen Drehzahl dreht, das schaltbare Element aber geöffnet bleibt.

Um die gewünschten Zuschaltzeiten zu erreichen ist es von Vorteil, dass in einem dritten Bereich der Fahrzeuggeschwindigkeit, der die Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs umfasst, die elektrische Maschinen an die Fahrzeugachse angekoppelt wird und mit der Geschwindigkeit der Fahrzeugachse dreht.

Die Aufgabe wird auch gelöst durch eine Steuerung zur Durchführung des Verfahrens mit einem Steuermodul, das eine Kopplungs- und Entkopplung-Steuerung umfasst, die zustandsabhängig die elektrische Maschine als Antriebselement an- oder abkoppelt.

Beschreibung der Figuren

Fig 1 zeigt einen schematischen Antriebsstrang,
Figur 2 zeigt eine Grafik mit Verlustleistung über Drehzahl der Fahrzeugachse,
Figur 3 zeigt eine Darstellung der Zuschaltzeiten über der Fahrzeuggeschwindigkeit,
Figur 4 zeigt Bereiche der Fahrzeuggeschwindigkeit mit unterschiedlichen Zuständen der Steuerung,
Figur 5 zeigt schematisch eine Steuerung.

Fig. 1 zeigt in stark schematisierter Darstellung ein Kraftfahrzeug mit einem Antriebsstrang 1 mit zwei Antriebsmotoren, nämlich einem Verbrennungsmotor VM und einer elektrischen Maschine EM. Der Verbrennungsmotor VM ist über ein Schaltgetriebe 2 mit angekoppeltem Ausgleichsgetriebe 3 mit der Vorderachse, umfassend zwei Gelenkwellen 4a und 4b mit den Vorderrädern 5a und 5b

gekoppelt. Die elektrische Maschine EM ist über ein nicht dargestelltes Übertragungsgetriebe mit dem Differential 6 und dieses über Gelenkwellen 7a und 7b mit den Hinterrädern 8a und 8b gekoppelt. Der elektrische Hinterachsantrieb kann bei geringen Geschwindigkeiten, z.B. < 30 km/h, als einziger Antrieb des Fahrzeugs verwendet werden oder kann zu dem Vorderachsantrieb zugeschaltet werden, um einen Allradantrieb zu realisieren. Dazu dient einen nicht dargestellte Schaltkupplung. Eine Steuerung 9 kontrolliert die elektrische Maschine und die Schaltkupplung.

Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf Konfigurationen gemäß Fig. 1 beschränkt

in der Figur 2 ist in einem Graph die Verlustleistung eines Antriebsstrangs 1 über der Drehzahl der elektrifizierten Fahrzeugachse aufgetragen. Die mit 10 gekennzeichnete Kurve zeigt die Zunahme der Verlustleistung über zunehmende Fahrzeugachsengeschwindigkeit. Wird die elektrische Maschine EM entkoppelt, verbessert sich die Situation, wie in der Kurve 11 dargestellt, dramatisch.

In Figur 3 ist dargestellt, wie sich die zu Schaltzeiten über der Geschwindigkeit der Fahrzeugachse bzw. bezüglich der zweiten Skala der Fahrzeuggeschwindigkeit entwickeln.

Die Kurve 12 zeigt die Synchronisationszeit, die abhängig von der Spitzenleistung der elektrischen Maschine ist.

Kurve 13 beschreibt die rein mechanische Zuschaltzeit, die durch die Kupplung und deren maximale Einkuppelgeschwindigkeit vorgegeben ist.

Beispielhaft sind Zuschaltzeiten von 250 ms und 300 ms als waagrechte gestrichelte Linien eingezogen.

Je nach Festlegung der Schwelle für die Zuschaltzeiten ist in dieser beispielhaften Darstellung eine Zuschaltung der elektrischen Maschine aus dem Stillstand bis 128 km/h bzw. bis 145 km/h je nach Zuschaltzeit möglich.

Wählt man also eine Zuschaltzeit von 300 ms aus, lässt sich der Bereich der Fahrzeuggeschwindigkeit von 0 bis deutlich über 140 km/h abdecken, was dem kompletten WLTC Geschwindigkeitsbereich entspricht. Der „Worldwide harmonized Light duty driving Test Cycle“ WLTC ist das von der UNECE vorgegeben Testverfahren für Fahrzeuge.

Um ein Optimum zu erreichen wird, wie in Figur 4 dargestellt, der gesamte Geschwindigkeitsbereich des Fahrzeugs in diesem Fall von 0 bis 200 km/h in 3 Bereiche aufgeteilt. In ersten Bereich B1 ist die elektrische Maschine EM von der Steuerung 9 über die schaltbaren Elemente von der Fahrzeugachse 8a, 8b entkoppelt und die Verluste entwickeln sich entsprechend der Kurve 11.
Im zweiten Bereich B2 wären die gewünschten Zuschaltzeiten nicht mehr umsetzbar. Daher schaltet die Steuerung 9 die elektrische Maschine EM aktiv und dreht die elektrische Maschine EM mit einer geringen Drehzahl, ohne sie mit der Fahrzeugachse 8a, 8b zu verbinden. Dadurch entstehen zwar Schleppverluste und elektrische Verluste in der elektrischen Maschiene und im Inverter, doch nicht so stark wie bei rein passiven Mitschleppen der elektrischen Maschine EM. Zudem kann man dadurch die Zuschaltzeiten der elektrischen Maschine EM verkürzen.
Im dritten Bereich B3 oberhalb von 190 km/h wird die elektrische Maschine EM angekoppelt und rotiert mit der Geschwindigkeit der Fahrzeugachse 8a, 8b mit.
Der Bereich 3wird festgelegt, wenn die Verluste in der elektrischen Maschine EM beim Halten einer bestimmten vorgegebenen Geschwindigkeit höher werden als die Schleppverluste der korrespondierenden Geschwindigkeit der Fahrzeugachse 8a,8b. Die einzelnen Bereiche sind beispielhaft für ein Fahrzeug simuliert. Die Bereiche müssen je nach Fahrzeug angepasst werden.

Die Steuerung 9 kontrolliert sowohl die schaltbaren Elemente als auch die elektrische Maschine EM. Die 3 Kontrollzustände sind:

- Von 0km/h bis zu 145 km/h im ersten Bereich B1 ist die elektrische Maschine EM entkoppelt und im Stillstand, die schaltbaren Elemente sind geöffnet und der Inverter ist in einem Bereitschaftszustand.
- Von 145 km/h bis 190 km/h ist die elektrische Maschine EM entkoppelt und rotiert mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit, um die erforderliche Zuschaltzeit zu erreichen. Der Inverter ist aktiviert und kontrolliert die Geschwindigkeit der elektrischen Maschine, die schaltbaren Elemente sind geöffnet.
- Von 190 km/h bis zur Höchstgeschwindigkeit wird die elektrische Maschine EM angekoppelt und rotiert mit Fahrzeuggeschwindigkeit, da die Aufrechterhaltung einer der vorbestimmten Geschwindigkeit weniger effizient ist als die Schleppverluste bei der entsprechenden Geschwindigkeit. Der Inverter befindet sich wieder in einem Bereitschaftszustand, die schaltbaren Elemente sind geschlossen., was man mit einer Asynchronmaschinen umsetzen kann.

Über eine solche bereichsweise Steuerung wird die Verfügbarkeit der Entkopplung deutlich ausgeweitet, nämlich vom ersten in den zweiten Bereich. Dies optimiert die Gesamteffizienz des Fahrzeugs und hält die gesamte Zeit des Entkopplungsvorgangs so lange aufrecht, dass die dynamische Zuschaltzeit der elektrischen Maschine von 300 ms oder für den gesamten Geschwindigkeitsbereich bis zur Höchstgeschwindigkeit nicht überschritten wird.

Die mehrstufige Steuerung ist vorteilhaft, da sie zu verbesserten WLTC-Ergebnissen im Geschwindigkeitsbereich bis 135 km/h führt, also zu Energieeinsparungen des Antriebsstranges.

In Figur 5 ist beispielhaft die Steuerung 9 mit ihren Modulen dargestellt. Modul 9A ist der Kontrollbereich, in dem die Bereiche B1, B2, B3 hinterlegt sind und in dem die Entscheidung getroffen wird, welcher der Bereiche vorliegt und ob eine Kopplung der elektrischen Maschine EM erfolgen soll.

Dazu dienen die Fahrzeuggeschwindigkeit v, der Fahrmodus DM und das verfügbare Drehmoment T als Eingangsgrößen. Als Ergebnis wird der Zuschaltmodus ZM ausgegeben.

Das Modul 9B beschreibt die Kontrolle der Zuschaltung der elektrischen Maschine EM für einen Vierradantrieb. Eingangsseitig wird hier die Fahrzeuggeschwindigkeit, das angeforderte Drehmoment, Straßenbedingungen, Längsbeschleunigungen, Querbeschleunigungen und Gierfaktor abgefragt. Am Ausgang wird dann die Zuschaltung CR1 angefordert.

Ein dynamischer Controller des Fahrzeugs kann über einen anderen Eingang ebenfalls die Zuschaltung CR2 anfordern.

Die Anforderungen CR1 und CR2 gelangen zum Modul 9C, das Drehmoment und Fahrmodus koordiniert. Das Modul 9C gibt gegebenenfalls dann ein Signal CC aus, um die schaltbaren Elemente zu schließen. Weiterhin werden Signale CEM zur Kontrolle der elektrischen Maschine EM sowie der Geschwindigkeitsanforderung VR an die elektrische Maschine EM ausgegeben.

Figur 5 ist eine schematische Darstellung, die einzelnen Module 9A, 9B und 9C sind exemplarisch dargestellt und müssen nicht in einer solchen Aufteilung oder Anordnung vorliegen. Die einzelnen Steueraufgaben können in unterschiedlichen physikalischen Controller ablaufen.

Ansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstrangs (1) mit einem Verbrennungsmotor (VM) oder einer elektrischen Maschine als Primärantrieb und einer elektrischen Maschine (EM) als Sekundärantrieb, wobei die elektrische Maschine (EM) des Sekundärantriebs mit Inverter und Steuerung (9) an einer der Fahrzeugachsen trennbar angebracht ist, wobei die elektrische Maschine (EM) und mindestens ein schaltbares Element angesteuert wird, um Schleppverluste der elektrischen Maschine (EM) im Betrieb des Fahrzeugs mit dem Verbrennungsmotor (VM) über den gesamten Geschwindigkeitsbereich zu minimieren und eine definierte Zuschaltzeit für die elektrische Maschine (EM) bereitzustellen, wobei der Geschwindigkeitsbereich des Fahrzeugs in Bereiche unterteilt wird, wobei der erste Bereich (B1) vom Stillstand des Fahrzeugs ausgeht und die elektrische Maschine (EM) und das mindestens ein schaltbares Element in den Bereichen (B1, B2, B3) unterschiedlich angesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, dass sich der erste Bereich (B1) der Fahrzeuggeschwindigkeit bis zur Höchstgeschwindigkeit nach dem WLTC-Zyklus erstreckt und dass in einem zweiten Bereich (B2) die elektrische Maschine (EM) so angesteuert wird, dass sie mit einer voreingestellten Geschwindigkeit rotiert, wobei die Verbindung zur Fahrzeugachse (8a, 8b) unterbrochen bleibt und dass in einem dritten Bereich (B3) der Fahrzeuggeschwindigkeit, der die Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs umfasst, die elektrische Maschine (EM) an die Fahrzeugachse (8a, 8b) angekoppelt wird und mit der Geschwindigkeit der Fahrzeugachse (8a, 8b) dreht.

2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine (EM) Teil einer elektrischen Achse ist, wobei ein Vierradantrieb

zusammen mit dem Verbrennungsmotor (VM) oder der elektrischen Maschinen des Primarantriebs umgesetzt wird.

3. Steuerung (9) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Steuermodul, das eine Kopplungs- und Entkopplung-Steuerung (9A, 9C) umfasst, die zustandsabhängig die elektrische Maschine (EM) als Antriebselement an- oder abkoppelt.

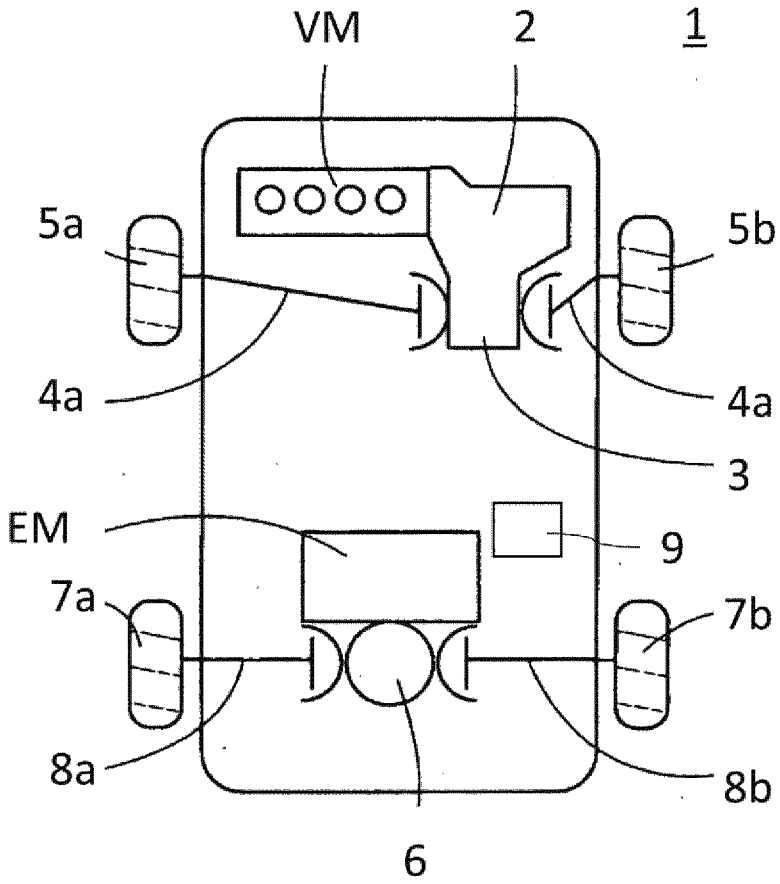


Fig. 1

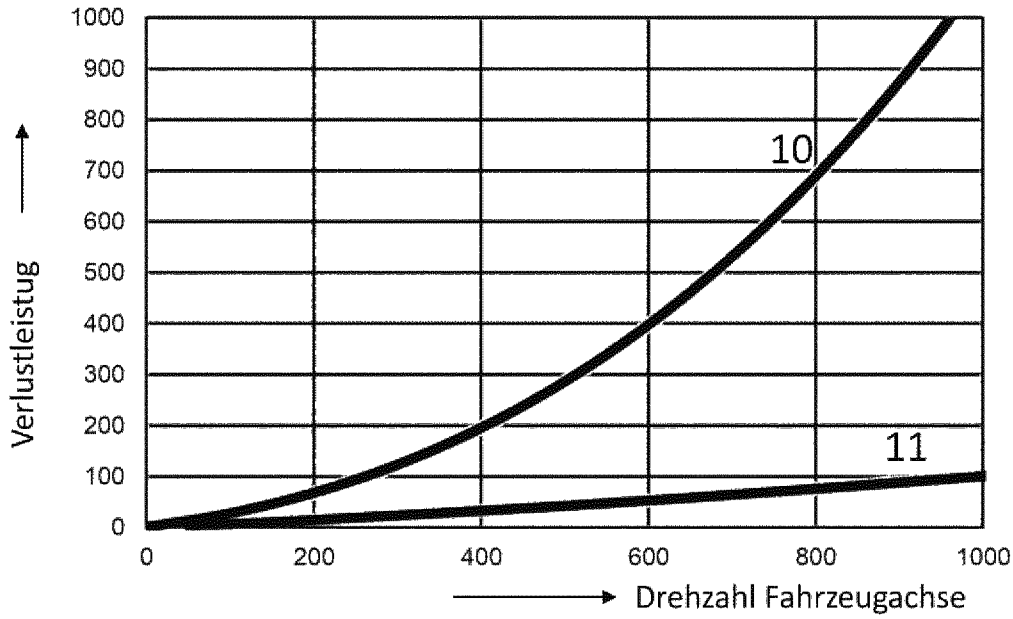

1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Verlustleistug
10
11
0
200
400
600
800
1000
Drehzahl Fahrzeugachse

Fig. 2

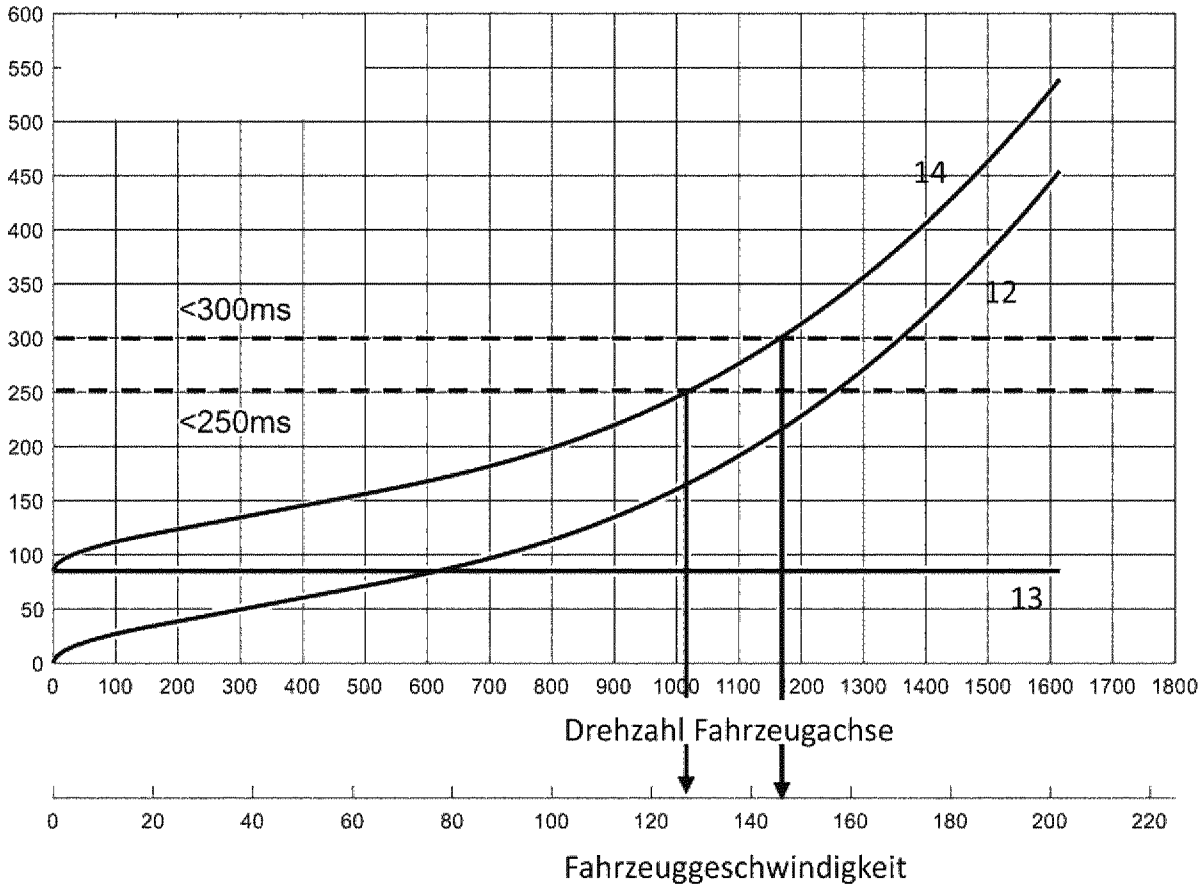

600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
<300ms
<250ms
14
12
13
0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800
Drehzahl Fahrzeugachse
0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220
Fahrzeuggeschwindigkeit

Fig. 3

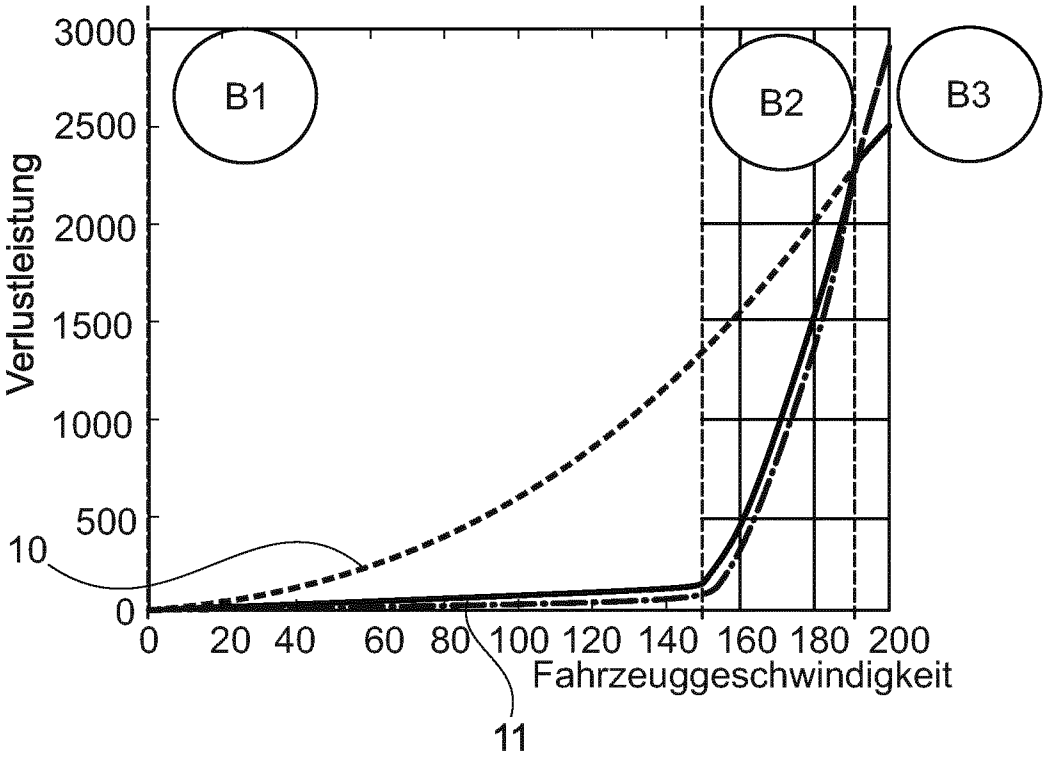

3000
2500
2000
1500
1000
500
0
Verlustleistung
B1
B2
B3
10
11
0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200
Fahrzeuggeschwindigkeit

Fig. 4

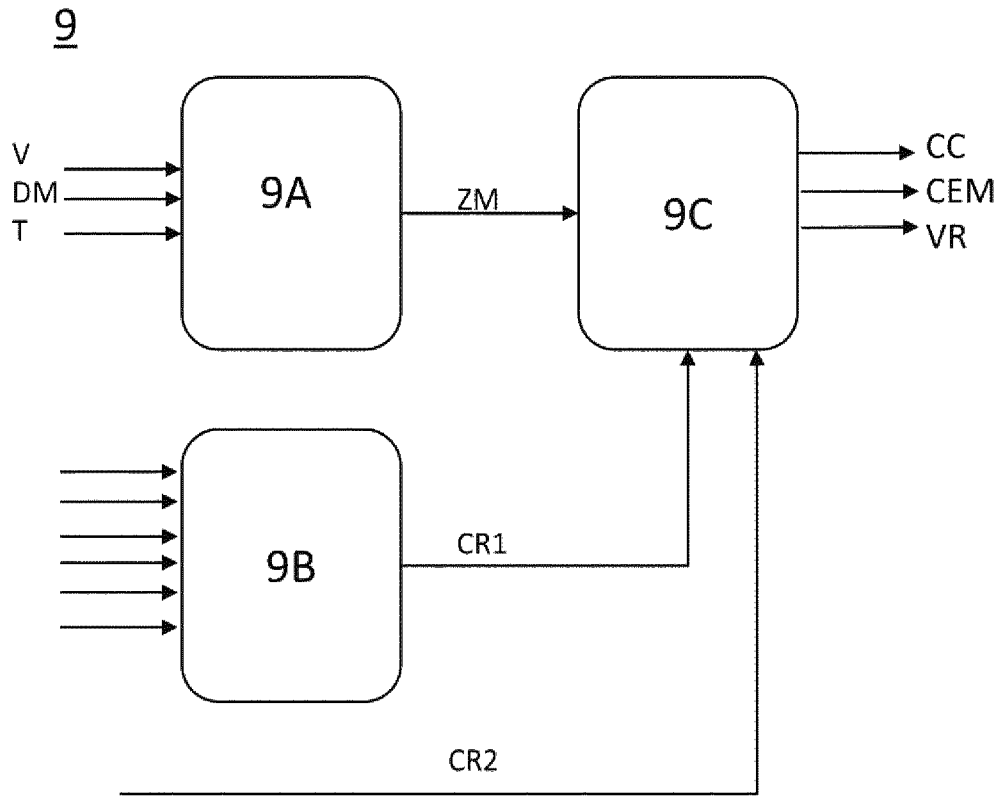

9
V
DM
T
9A
ZM
9C
CC
CEM
VR
9B
CR1
CR2

Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2021/065449

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60K 6/52(2007.10)i; ***B60K 6/44***(2007.10)i; ***B60W 10/02***(2006.01)i; ***B60W 10/08***(2006.01)i; ***B60W 20/40***(2016.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60K; 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.
A	US 2004147366 A1 (AOKI TAKASHI [JP] ET AL) 29 July 2004 (2004-07-29) cited in the application paragraphs [0012] - [0013], [0100] - [0112]; figures 1,3,4	1-3
A	US 2015046011 A1 (IMAI KEITA [JP] ET AL) 12 February 2015 (2015-02-12) paragraphs [0037] - [0040]; figures 1,3	1-3
A	EP 2018290 B1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 28 September 2011 (2011-09-28) cited in the application paragraphs [0032], [0063]; figure 1	1-3

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 August 2021	**07 September 2021**

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2021/065449

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2004147366	A1	29 July 2004	NONE			
US	2015046011	A1	12 February 2015	CN	104203694	A	10 December 2014
				DE	112012006106	T5	15 January 2015
				JP	5817920	B2	18 November 2015
				JP	WO2013145104	A1	03 August 2015
				KR	20140139036	A	04 December 2014
				US	2015046011	A1	12 February 2015
				WO	2013145104	A1	03 October 2013
EP	2018290	B1	28 September 2011	AT	526192	T	15 October 2011
				DE	102007010369	A1	29 November 2007
				DE	102007010370	A1	18 September 2008
				EP	2018290	A2	28 January 2009
				WO	2007131616	A2	22 November 2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2021/065449

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60K6/52 B60K6/44 B60W10/02 B60W10/08 B60W20/40
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
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.
A	US 2004/147366 A1 (AOKI TAKASHI [JP] ET AL) 29. Juli 2004 (2004-07-29) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0012] - [0013], [0100] - [0112]; Abbildungen 1,3,4	1-3
A	US 2015/046011 A1 (IMAI KEITA [JP] ET AL) 12. Februar 2015 (2015-02-12) Absätze [0037] - [0040]; Abbildungen 1,3	1-3
A	EP 2 018 290 B1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 28. September 2011 (2011-09-28) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0032], [0063]; Abbildung 1	1-3

☐ 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
30. August 2021	07/09/2021

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

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2021/065449

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004147366 A1	29-07-2004	KEINE	
US 2015046011 A1	12-02-2015	CN 104203694 A	10-12-2014
		DE 112012006106 T5	15-01-2015
		JP 5817920 B2	18-11-2015
		JP WO2013145104 A1	03-08-2015
		KR 20140139036 A	04-12-2014
		US 2015046011 A1	12-02-2015
		WO 2013145104 A1	03-10-2013
EP 2018290 B1	28-09-2011	AT 526192 T	15-10-2011
		DE 102007010369 A1	29-11-2007
		DE 102007010370 A1	18-09-2008
		EP 2018290 A2	28-01-2009
		WO 2007131616 A2	22-11-2007