

(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

5. März 2015 (05.03.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2015/028147 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60K 6/24 (2007.10) B60W 10/06 (2006.01)
B60K 6/46 (2007.10) B60W 10/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/002329

(22) Internationales Anmeldedatum:

26. August 2014 (26.08.2014)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2013 014 457.4

30. August 2013 (30.08.2013)

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

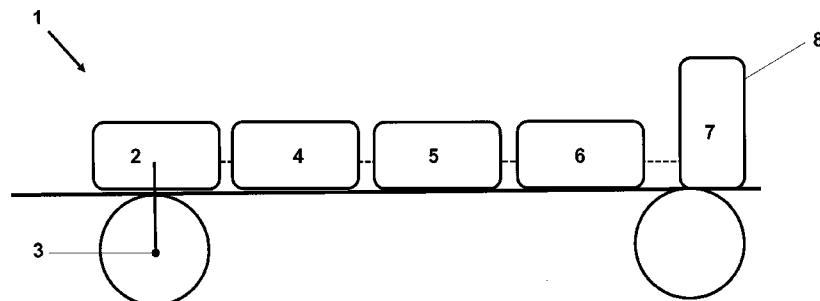
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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)

(54) Title: METHOD FOR DRIVING A MOTOR VEHICLE AND DRIVE SYSTEM FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM ANTRIEB EINES KRAFTFAHRZEUGES SOWIE ANTRIEBSSYSTEM FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG



(57) Abstract: The invention relates to a method for driving a motor vehicle and a drive system for a motor vehicle, for the solely electro-motorized forward movement of which at least one electric motor is directly or indirectly connected to a drive shaft of the motor vehicle, which electric motor is supplied with electrical energy via an energy storage unit, which energy is supplied with electrical charge current by a generator, which generator is driven by a gas engine. The invention is characterized in that the gas engine is operated during forward movement of the motor vehicle such that an average power demand, which can be allocated to the electric motor, equals an average power output, which can be allocated to the gas engine, such that a charge state, which can be allocated to the energy storage unit, does not change or changes solely within a charge state range subject to tolerances.

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird ein Verfahren zum Antrieb eines Kraftfahrzeugs sowie ein Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug, zu dessen ausschließlich elektromotorischer Fortbewegung wenigstens ein Elektromotor mittel- oder unmittelbar mit einer Antriebswelle des Kraftfahrzeugs verbunden ist, der über eine Energiespeichereinheit mit elektrischer Energie versorgt wird, die von einem Generator mit elektrischen Ladestrom versorgt wird, der von einem Gasmotor angetrieben wird. Die Erfindung zeichnet

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/028147 A1



sich dadurch aus, dass der Gasmotor während der Fortbewegung des Kraftfahrzeuges derart betrieben wird, dass ein dem Elektromotor zuordenbarer mittlerer Leistungsbedarf einer dem Gasmotor zuordenbaren mittleren Leistungsabgabe entspricht, so dass sich ein der Energiespeichereinheit zuordenbarer Ladezustand nicht oder lediglich innerhalb eines toleranzbelegten Ladezustandsbereiches ändert.

Verfahren zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges sowie Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges sowie auf ein Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug, zu dessen ausschließlich elektromotorischen Fortbewegung wenigstens ein Elektromotor mittel- oder unmittelbar mit einer Antriebswelle des Kraftfahrzeuges oder wenigstens einer Antriebsnabe eines Rades des Kraftfahrzeuges verbunden ist. Der wenigstens eine Elektromotor wird über eine Energiespeichereinheit mit elektrischer Energie versorgt, die wiederum von einem Generator mit elektrischem Ladestrom gespeist wird, der von einem Gasmotor angetrieben wird.

Stand der Technik

Die Elektromobilität gewinnt in Industrieländern zunehmend Interesse, jedoch ist die tatsächliche Verbreitung und Nutzung insbesondere von Elektrofahrzeugen weit geringer als von Industrie und Politik erwartet und erwünscht. Dies liegt zum einen an der nur geringen Reichweite elektromotorisch angetriebener Kraftfahrzeuge sowie überdies an den bislang noch zu hohen Anschaffungskosten. Die hohen Erwartungen des Verbrauchers in Bezug auf Komfort und Reichweite zwingt die Technologieentwicklung dazu, sämtliche an der elektromotorischen Antriebskette beteiligten Komponenten im Hinblick auf ihre Wirkungsgrade zu optimieren, wodurch die damit verbundenen Herstellkosten in gleicher Weis steigen. Beispielsweise werden hocheffiziente Synchronelektromotoren zum direkten Antrieb der Räder

eingesetzt, zu deren Stromversorgung Lithium-Ionen-Akkus mit besonders hoher Energiedichte eingesetzt werden.

Zusätzlich haben vollelektrisch angetriebene Fahrzeuge neben dem derzeit noch erkennbaren Reichweitenproblem ein zusätzliches Betriebsproblem, das durch zu lange Ladezeiten der im KfZ mitgeführten elektrischen Energiespeichereinheit sowie mit einer zumindest bislang noch unzureichend verbreiteten Ladeinfrastruktur begründet ist.

Zur Vermeidung bzw. Minderung vorstehender Probleme werden Kraftfahrzeuge mit hybriden Antriebsvarianten angeboten, bei denen sowohl elektromotorische als auch verbrennungsbasierte Antriebstechniken zur Anwendung kommen. Insbesondere in Fällen, in denen sowohl der Verbrennungsmotor als auch wenigstens ein Elektromotor zum direkten Antrieb des Kraftfahrzeuges vorgesehen sind, bedarf es konstruktiv komplexer und damit in der Herstellung teurer Getriebe- und Kupplungseinheiten, die sich letztlich auch neben dem beträchtlichen Batterie- bzw. Akkumulatorgewicht merklich im Kraftfahrzeuggesamtgewicht widerspiegeln.

Demgegenüber sind hybride Antriebskonzepte für elektromotorisch angetriebene Kraftfahrzeuge bekannt, zu deren Fortbewegung wenigstens ein mit einer Antriebswelle verbundener Elektromotor dient, zu dessen Energieversorgung eine wiederaufladbare Batterie bzw. Akkumulator vorhanden ist. Zu Zwecken einer über die Ladekapazität der Batterie hinausgehende elektrische Energieversorgung dient eine zusätzlich vorgesehene Verbrennungskraftmaschine, bspw. in Form eines Diesel- oder Benzimotors, die mit einem Generator zur Stromerzeugung verbunden ist, der dem Aufladen der Batterie bzw. des Akkumulators dient. Ein derartiges Antriebskonzept ist in der Druckschrift DE 41 21 386 A1 näher erläutert, bei dem über eine KfZ-Anhängerkupplung eines ausschließlich mit Hilfe eines Elektromotors angetriebenen Kraftfahrzeuges, ein an- bzw. abkoppelbarer Energieanhänger fügbar ist, der einen Verbrennungsmotor als Antrieb für einen Generator umfasst. Die mit Hilfe des durch den Verbrennungsmotor angetriebenen Generators erzeugbare elektrische Energie dient dem Aufladen der Fahrzeubatterie, wodurch die mit dem

Elektrokraftfahrzeug durch ausschließliche Nutzung der in der Fahrzeughbatterie gespeicherten Gesamtladung erreichbare Reichweite vergrößert werden kann.

Ein ähnliches Antriebskonzept mit einem Energie liefernden Anhänger für Elektro-Automobile ist der Druckschrift DE 94 04 746.4 U1 zu entnehmen, bei dem ein Benzinmotor zum Antrieb des auf dem Energie liefernden Anhänger befindlichen Generators vorgesehen ist. Ein weiteres vergleichbares Stromaggregat auf einem Anhänger für Elektrokraftfahrzeuge ist der DE 37 32 869 A1 zu entnehmen.

Neben dem Einsatz von Diesel- und Benzinmotoren für den Antrieb des Generators zur Stromerzeugung wird in der Druckschrift DE 10 2009 045 979 A1 der Einsatz einer Gasturbine vorgeschlagen, die mit einem Gemisch aus Frischluft und einem festen, flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoff betrieben wird und so gegenüber konventionellen Diesel- bzw. Benzinmotoren wirkungsgradoptimierter sowie auch emissionsärmer betreibbar ist. Vergleichbare Hybridantriebssysteme mit einer Gasturbinen-Generator-Kombination als elektrische Energiequelle zum Aufladen der für den Elektromotorantrieb erforderlichen Batterie- bzw. Akkumulatoreinheit sind ferner den Druckschriften DE 10 2009 000 530 A1, DE 10 2005 035 313 A1 sowie US 2011/0017532 A1 zu entnehmen.

Neben Diesel-, Benzin- und Gasturbinen-Antrieben für den Antrieb eines Generators zum Stromerzeugen und Aufladen eines Akkumulators bzw. einer Batterie für die Stromversorgung eines ausschließlich mit Hilfe wenigstens eines Elektromotors angetriebenen Kraftfahrzeuges ist ebenso der Einsatz eines Gasmotors bekannt, der mit Autogas (LPG) oder komprimiertem Erdgas (CNG) betrieben werden kann, wodurch verglichen zu Diesel- und Benzinmotoren geringere Abgasemissionen erreichbar sind. Derartige mit einem Gasmotor kombinierte hybrid angetriebene Elektrofahrzeuge sind bspw. in den Druckschriften DE 10 2008 051 324 A1, DE 10 2010 028 312 A1, DE 195 09 625 A1 sowie DE 10 2009 027 294 A1 beschrieben.

Die Druckschrift DE 10 2007 004 172 A1 offenbart ein Elektrofahrzeug, dessen Elektromotor durch stete Entladung einer mitgeführten Batterie mit elektrischer Energie versorgt wird. Ein ebenfalls mitgeführter, verbrennungsmotorisch angetriebener Generator vermag die Batterie im abgestellten Zustand des Kraftfahrzeugs, d. h. im Stillstand, wieder aufzuladen. Lediglich im Falle eines Notfalls wird ein sog. Notfahrbetrieb durch Aktivieren einer Bedieneinrichtung im Fahrzeug realisiert, bei dem das Fahrzeug ohne Traktionsbatterie mit eingeschränktem Fahrbetrieb möglich ist. Hierbei wird ausnahmsweise der verbrennungsmotorisch angetriebene Generator während der Fahrt aktiviert und die über den Generator zur Verfügung gestellte elektrische Leistung dem Elektromotorantrieb direkt zur Verfügung gestellt, d. h. unter Umgehung der Traktionsbatterie.

Die Druckschrift WO 2013/000534 A1 erläutert ein seriell hybrid aufgebautes Kraftfahrzeug, das einen elektrischen Energiespeicher aufweist, dessen Ladezustand mit Hilfe eines an sich bekannten Range-Extenders, der eine Brennkraftmaschine mit einem Generator umfasst, erhöht werden kann.

Die der Druckschrift entnehmbare technische Lehre bezieht sich auf eine ökonomische Leistungssteuerung der Brennkraftmaschine des Range-Extenders mit Hilfe des Generators. Hierbei ist die Brennkraftmaschine Drehzahl gesteuert, wobei die Drehzahl dadurch gesteuert wird, dass das Lastmoment des Generators gesteuert wird. Die Steuerung des Lastmomentes des Generators erfolgt wiederum aufgrund der Steuerung des Ladestroms mit dem der Generator den mitgeführten Energiespeicher auflädt.

Die Druckschrift DE 699 27 341 T2 beschreibt ein Hybridfahrzeug, das eine, einen Generator antreibende Verbrennungskraftmaschine vorsieht. Der Generator ist sowohl mit einer Batterie als auch mit einem zweiten Generator zum Antrieb der Antriebsräder verbunden. Die der Druckschrift entnehmbare technische Lehre befasst sich mit einer individuell auf die einzelnen Komponenten des Hybridfahrzeugs konzipierten Regelungslogik mit der der Betrieb zumindest des

Verbrennungsmotors und des ersten Generators in Abhängigkeit von einer Vielzahl von Korrektur- und Soll-Ist-Wertvergleichen realisiert werden soll.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges sowie auch ein diesbezügliches Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug, zu dessen ausschließliche elektromotorischen Fortbewegung wenigstens ein Elektromotor mittel- oder unmittelbar mit einer Antriebswelle des Kraftfahrzeuges oder wenigstens einer Antriebsnabe eines Rades des Kraftfahrzeuges verbunden ist, wobei der wenigstens eine Elektromotor über eine Energiespeichereinheit mit elektrischer Energie versorgt wird, die wiederum von einem Generator mit elektrischem Ladestrom versorgt wird, der von einem Gasmotor angetrieben wird, derart weiterzubilden, so dass einerseits das bei elektromotorisch angetriebenen Kraftfahrzeugen bestehende Reichweitenproblem gemindert bzw. gelöst und andererseits auf kostengünstige Komponenten zurückgegriffen werden soll. Insbesondere gilt es entgegen dem vorherrschenden Entwicklungscredo, nämlich möglichst optimierte Einzelkomponenten zusammenzufügen, um ein reichweiten- und wirkungsgradoptimiertes Elektrofahrzeug zu realisieren, auf altbewährte Technologien zurückzugreifen, diese jedoch derart einzusetzen, so dass das Reichweitenproblem gleichsam gelöst wird, dies jedoch bei weitaus günstigerem Realisierungsaufwand.

Die Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Ein losungsgem ausgebildetes Antriebssystem für ein elektromotorisch angetriebenes Fahrzeug ist Gegenstand des Anspruches 9. Den Lösungsgedanken in vorteilhafter Weise ausbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der weiteren Beschreibung zu entnehmen.

Die der Erfindung zugrunde liegende Idee greift das an sich bekannte, serielle hybride Antriebsprinzip auf, bei dem ein ausschließlich elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug wenigstens einen Elektromotor vorsieht, der mittel- oder unmittelbar mit einer KfZ-Antriebswelle oder wenigstens einer Antriebsnabe eines Rades des

Kraftfahrzeuges verbunden ist und von einer Energiespeichereinheit mit elektrischer Energie versorgt wird, wobei die Energiespeichereinheit über eine mit einem Gasmotor angetriebenen Generator aufgeladen wird. Jedoch wendet sich der Lösungsgedanke bewusst von der vorherrschenden Entwicklungs- und Betriebstrategie von gattungsgemäßen Hybridfahrzeugen ab, indem die Energiespeichereinheit gerade nicht im Hinblick auf ihre Energiedichte und maximale Ladekapazität optimiert ausgelegt wird. Vielmehr ist die maximale Ladekapazität der Energiespeichereinheit derart dimensioniert, dass die darin gespeicherte elektrische Energie allenfalls für die Bewältigung einer Mindestreichweite bei ausschließlich elektromotorisch angetriebener Fahrweise, d.h. ohne eine Aufladung der Energiespeichereinheit mit der mitgeführten Gasmotor-Generator-Einheit, reicht. Durch das ausdrücklich sehr beschränkt gewählte Energiespeichervermögen der Energiespeichereinheit soll zumindest sichergestellt sein, dass eine Mindestreichweite von ca. 20 bis 50 km sichergestellt sein soll. Reichweitenbestimmend ist vielmehr der mitgeführte Treibstoff zur Verbrennung im Gasmotor, durch den der Generator angetrieben wird, der für ein Laden der Energiespeichereinheit sorgt.

Das lösungsgemäße Antriebskonzept stellt auf dem Gebiet der elektromotorischen Antriebstechnik einen Paradigmenwechsel dar, der sich klar gegen die allgemein erklärten Entwicklungsziele auf dem Gebiet von Elektro- bzw. Elektrohybridantriebssystemen, die eine Wirkungsgradoptimierung jeder einzelnen Komponente betreffen. Es steht außer Frage, dass derartige technisch optimierte Systeme hohe Entwicklungskosten aufwerfen, die sich letztlich für den Verbraucher in sehr hohen Anschaffungskosten äußern, so dass derartig hochmoderne, elektromotorisch angetriebene Kraftfahrzeuge lediglich einem begrenzten Interessentenkreis, der über das nötige Kapital verfügt, vorbehalten bleiben.

Eben gegen dieses technische Paradigma, das durch ein ständiges Verschieben technischer Leistungsgrenzen geprägt ist, wendet sich das lösungsgemäße Antriebskonzept mit dem Anspruch auf Basis vorhandener, altbewährter Technologien das bei Elektromobilen bestehende zentrale Reichweitenproblem

gleichsam intelligent zu lösen, jedoch mit kostengünstigen Komponenten, die sich letztlich in einem signifikant reduzierten Anschaffungspreis äußern, um auf diese Weise die Akzeptanz und letztlich die Verbreitung von elektromotorisch angetriebenen Fahrzeugen deutlich zu maximieren.

Lösungsgemäß wird daher der Gasmotor während der Fortbewegung des Kraftfahrzeugs derart betrieben, dass ein dem Elektromotor zuordenbarer mittlerer Leistungsbedarf einer dem Gasmotor zuordenbaren mittleren Leistungsabgabe entspricht, so dass sich ein der Energiespeichereinheit zuordenbarer Ladezustand nicht oder lediglich innerhalb eines toleranzbelegten Ladezustandsbereiches ändert. Dies bedeutet, dass die im Mittel von dem Elektromotor aus der Energiespeichereinheit abgeforderte Leistung zur Fortbewegung des Kraftfahrzeugs mittelbar von dem mitgeführten Gasmotor erbracht wird, der vorzugsweise während des Kraftfahrzeugbetriebes kontinuierlich betrieben wird. Hierbei dient die Energiespeichereinheit lediglich als Energiezwischenspeicher, der durch die Stromerzeugung mit Hilfe der Gasmotor-Generatoreinheit kontinuierlich geladen wird, während der zum Antrieb des Kraftfahrzeugs dienende wenigstens eine Elektromotor von der Energiespeichereinheit elektrische Energie erhält. Selbstverständlich kann die seitens des wenigstens einen Elektromotors von der Energiespeichereinheit abgegriffene elektrische Ladung nicht mathematisch exakt der von Seiten des Generators der Energiespeichereinheit zugeführten elektrischen Ladung entsprechen, vielmehr schwankt der Ladezustand der Energiespeichereinheit durch die während des Kraftfahrzeugbetriebes vorherrschenden kontinuierlichen Entlade- und Ladevorgänge innerhalb eines Toleranzbereiches von etwa $\pm 30\%$ um einen der Energiespeichereinheit zuordenbaren Ladezustand.

In einem Ausführungsbeispiel wäre es denkbar die Energiespeichereinheit lediglich als eine Art geeignet dimensionierten, elektrischen Kondensator auszubilden, dessen Ladekapazität prinzipbedingt im Vergleich zur schwergewichtigen Akkumulatoren gering ist. Durch die während des Betriebes des Kraftfahrzeugs ununterbrochene Aufladung des Kondensators sowie der in der gleichen Größenordnung erfolgenden

Entladung durch den wenigstens einen Elektromotor ist die Bevorratung einer über den mittleren Energiebedarf des Elektromotors hinausreichende Ladungsmenge innerhalb der Energiespeichereinheit nicht erforderlich. Gleichwohl sollte die Ladekapazität der Energiespeichereinheit stets so gewählt sein, dass ein kurzfristig abrufbarer erhöhter Energiebedarf durch den wenigstens einen Elektromotor möglich ist, der bspw. durch einen kurzfristigen Beschleunigungsvorgang, bspw. im Wege eines Überholvorganges, verursacht sein kann.

Um eine kurzfristige erhöhte Entladung der Energiespeichereinheit durch einen kurzfristig erhöhten Leistungsbedarf des wenigstens einen Elektromotors zu kompensieren, gilt es den Gasmotor, der vorzugsweise wirkungsgrad- und abgasoptimiert mit einer diskret vorgegebenen Drehzahl betrieben wird, innerhalb eines toleranzbelegten Drehzahlbereiches zu betreiben.

Alternativ ist es möglich den Gasmotor bei unterschiedlichen diskreten Drehzahlen zu betreiben, an denen der Gasmotor ebenso wirkungsgrad- und emissions- bzw. abgasoptimiert betrieben wird. Treten betriebsbedingte Fahrsituationen auf, bei denen ein erhöhter länger andauernder Energieverbrauch durch den wenigstens einen Elektromotor auftritt, bspw. wenn das Kraftfahrzeug lang anhaltende Steigungen zu überwinden hat, so wird der Gasmotor mit einer diskret vorgegebenen erhöhten Drehzahl betrieben, durch die die Energiespeichereinheit gleichfalls angepasst an den erhöhten Energiebedarf des wenigstens einen Elektromotors mit einem erhöhten Ladestrom beaufschlagt wird.

Das lösungsgemäße Betriebskonzept für den Antrieb eines Kraftfahrzeuges zu dessen ausschließlich elektromotorischen Fortbewegung wenigstens ein Elektromotor mittel- oder unmittelbar mit der Antriebswelle des Kraftfahrzeuges verbunden ist, nutzt als reichweitenbestimmende Energiequelle nicht die maximale Ladekapazität der mitgeführten Energiespeichereinheit, sondern vielmehr die Menge an mitgeführtem Brennstoff der zum Antrieb des Gasmotors und des damit zur Stromerzeugung verbundenen Generators dient. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Ladekapazität der Energiespeichereinheit sowie der

Gasmotor und die zum Betrieb des Gasmotors mitgeführte Menge an Brennstoff derart aufeinander abgestimmt gewählt, so dass der elektrische Energieanteil, der durch die ausschließliche Verbrennung des mitgeführten Brennstoffes innerhalb des Gasmotors und des damit verbundenen Antriebs des Generators gewonnen wird, mindestens 60%, vorzugsweise mindestens 70% bis maximal 90% der mit dem Kraftfahrzeug erreichbaren maximalen Reichweite beträgt. Das bedeutet, dass der in einer voll aufgeladenen Energiespeichereinheit bevoorratete elektrische Energieanteil lediglich 10% bis maximal 40% zur Maximalreichweite des lösungsgemäß ausgebildeten Antriebssystems beiträgt. Denkbar wäre überdies der Betriebsfall, bei dem die Energieversorgungseinheit vollständig entladen ist, was bei Erreichen der maximalen Reichweite des Kraftfahrzeuges der Fall ist. Sollte es in diesem Fall nur möglich sein den Brennstoftank, d.h. den Gastank zu befüllen, nicht jedoch die elektrische Energiespeichereinheit, so würde in diesem Fall die maximale Reichweite des Kraftfahrzeuges ausschließlich vom technisch nutzbaren Energieinhalt der Brennstoffmenge abhängen, d.h. der Anteil des Brennstoffes an der maximal erreichbaren Reichweite wäre 100 %.

Gleichwohl das lösungsgemäße Betriebskonzept vom Dogma der ausschließlichen Nutzung elektrischer Energie im Sinne eines Null-Emissionsfahrzeuges abweicht, vermeidet das lösungsgemäße Antriebskonzept gewichtsbedingte und ladekapazitätsbedingte Reichweitenprobleme und ermöglicht darüber hinaus eine kostengünstige Realisierung von Elektro-Kraftfahrzeuge unter Verwendung herkömmlicher Technologien, wie bspw. dem Einsatz von konventionellen und kostengünstigen Akkumulatoren, vorzugsweise auf Basis einer Nickel-Metallhydrid-, Alkali-Mangan-, Zinkchlorid- oder Zink-Kohle-Batterie.

Auch besteht bereits eine umfangreich und flächendeckende Infrastruktur in Bezug auf Brennstoffe für Gasmotoren, vorzugsweise in Form von Autogas (LPG) oder verdichtetem Erdgas (CNG).

Neben der Möglichkeit des Aufladens des Energiespeichers während der Fortbewegung des Kraftfahrzeuges durch den erläuterten Gasmotor-Generator

Betrieb sowie auch durch eine Energierückgewinnung während Bremsvorgängen, bei denen das umgekehrte elektrodynamische Prinzip genutzt wird, ist es ebenfalls möglich, bei entsprechendem Vorrat an Brennstoff das Kraftfahrzeug im Stillstand mit Hilfe des Gasmotors und dem damit verbundenen Generator aufzuladen. Somit kann das Kraftfahrzeug auch unabhängig von möglichen elektrischen Aufladestationen betrieben werden, so insbesondere in Gegenden, in denen eine Infrastruktur zum Aufladen von rein elektrisch angetriebenen Fahrzeugen fehlt oder noch nicht im ausreichenden Maße vorhanden ist.

Zur Realisierung des lösungsgemäß ausgebildeten Antriebssystems für ein Kraftfahrzeug mit wenigstens einem Elektromotor, der mittel- oder unmittelbar mit einer Antriebswelle des Kraftfahrzeuges verbunden ist, einer elektrischen Energiespeichereinheit, die zur elektrischen Energieversorgung mit dem Elektromotor elektrisch verbunden ist, sowie einem Gasmotor, der zur elektrischen Stromerzeugung mit einem Generator in Wirkverbindung steht, der zur Ladestromversorgung elektrisch mit der elektrischen Energiespeichereinheit verbunden ist, sorgt ein monovalenter Gasmotor, der vorzugsweise mit LPG- oder CNG-Brennstoff angetrieben wird, wobei die mitgeführte Brennstoffmenge einen die maximale Reichweite des Kraftfahrzeuges wesentlich bestimmenden Energieinhalt besitzt. Hingegen weist die elektrische Energiespeichereinheit eine für das Kraftfahrzeug nicht reichweitenbestimmende Ladekapazität auf. Auch kann ein quasi-monovalenter Gasmotor zum Einsatz kommen, der neben der reinen Verbrennung von Autogas oder CNG bedarfsweise auch mit Benzin betrieben werden kann.

Der Einsatz eines Gasmotors im Unterschied zu konventionellen Benzinmotoren ermöglicht signifikant geringere Emissionswerte speziell unmittelbar nach dem Kaltstart, zumal Gasmotoren gegenüber konventionellen Verbrennungsmotoren aufgrund der höheren Verdichtung einen höheren Wirkungsgrad aufweisen. Ferner ist es möglich, den Wirkungsgrad von Gasmotoren zu steigern, indem der Gasmotor bei einem optimalen Betriebspunkt, d. h. bei einer diskret vorgegebenen Drehzahl betrieben wird. Darüber hinaus verfügen Gasmotoren gegenüber konventionellen

Benzin- oder Dieselkraftstoff angetriebenen Verbrennungsmotoren über den Vorteil, dass ein Nachtanken grundsätzlich auch durch Anschluss an Gebäuden mit Gasanschluss möglich ist.

Kurze Beschreibung der Erfindung

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die einzige Zeichnung exemplarisch beschrieben, diese zeigt:

Schematische Darstellung aller Komponenten für ein lösungsgemäßes elektromotorisch angetriebenes Kraftfahrzeug.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

In der einzigen Figur ist das lösungsgemäße Antriebskonzept basierend auf einem ausschließlich elektromotorisch angetriebenen Kraftfahrzeug 1 illustriert, bei dem der zum Antrieb erforderliche wenigstens eine Elektromotor 2, der zum Antrieb der Antriebswelle 3 dient, mit einem elektrischen Energiespeicher 4 verbunden ist, der mit Hilfe eines mono- oder bivalenten Gasmotor 6 angetriebenen Generators 5 elektrisch aufgeladen wird. Der Brennstoff 7 zum Betrieb des Gasmotors 6 ist in einem vom Kraftfahrzeug 1 mitgeführten, geeigneten Brennstoftank 8 bevoorratet. Die lösungsgemäße Betriebsweise gründet auf einer Angleichung des mittleren Leistungsbedarfes des Elektromotors 2 und der mittleren Leistungsabgabe des Gasmotors 6. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass sich der Ladezustand der mitgeführten Energiespeichereinheit 4 während der Fahrt des Kraftfahrzeuges 1 nicht oder nicht wesentlich ändert.

Erst durch diese Betriebsweise wird es möglich, die elektrische Energiespeichereinheit 4 nicht wie im Falle aller bisher bekannten Lösungen als eine die Reichweite bestimmende Energiequelle auszubilden, vielmehr dient die Energiespeichereinheit 4 lediglich als Puffer- bzw. Zwischenspeichereinheit für die mit Hilfe des Gasmotors 6 und dem nachgeschalteten Generators 5 erzeugten

elektrischen Energie. In einem theoretischen Extremfall könnte die elektrische Energiespeichereinheit 4 auch in Form eines bloßen Kondensators ausgebildet sein, dessen Ladekapazität systembedingt begrenzt ist und lediglich der Weiterleitung der im Kondensator zwischengespeicherten elektrischen Energie zum Elektromotor 2 dient. Typischerweise ist die Energiespeichereinheit 4 in Form einer Nickel-Metallhydrid, Alkali-Mangan-, Zinkchlorid- oder Zink-Kohle-Batterie ausgebildet.

Durch die vollkommen anders gelagerte Funktionsweise der Energiespeichereinheit 4 im Unterschied zu ladungskapazitätsoptimierten, hochmodernen Batteriesystemen, bestehen in Bezug auf Ladekapazitätseigenschaft keine qualitativ hochwertigen Ansprüche, so dass das lösungsgemäße Antriebskonzept den Einsatz von konventionellen, und insbesondere kostengünstigen Energiespeichereinheiten ermöglicht. Hinzukommt, dass das lösungsgemäße Verfahren den Betrieb eines Gasmotors 6 bei wenigstens einem optimierten Arbeitspunkt ermöglicht, so dass trotz konventioneller Antriebstechnik höchsten ökonomischen sowie auch ökologischen Ansprüchen entsprochen wird. Die mit dem lösungsgemäßen Antriebskonzept erreichbare maximale Reichweite des elektromotorisch angetriebenen Kraftfahrzeuges 1 wird in maßgeblicher Weise durch den mitgeführten Brennstoff 7, bspw. Autogas (LPG) oder verdichtetes Erdgas (CNG), zur Befeuierung des Gasmotors 6 bestimmt. Auf diese Weise werden Reichweiten ermöglicht, die den Reichweiten konventionell angetriebener Kraftfahrzeuge 1 entsprechen, so dass für den Endkunden keine Reichweiten-Ressentiments bestehen, wie dies bei Elektromobilen neuster Bauart der Fall ist.

Bezugszeichenliste

- 1 Kraftfahrzeug
- 2 Elektromotor
- 3 An- bzw. Antriebsnabe
- 4 Energiespeichereinheit
- 5 Generator
- 6 Gasmotor
- 7 Brennstoff
- 8 Brennstofftank

Patentansprüche

1. Verfahren zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges (1), zu dessen ausschließlich elekromotorischer Fortbewegung wenigstens ein Elektromotor (2) mittel- oder unmittelbar mit einer Antriebswelle (3) oder Antriebsnabe des Kraftfahrzeuges (1) verbunden ist, der über eine Energiespeichereinheit (4) mit elektrischer Energie versorgt wird, die von einem Generator (5) mit elektrischen Ladestrom versorgt wird, der von einem Gasmotor (6) angetrieben wird,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Gasmotor (6) während der Fortbewegung des Kraftfahrzeuges (1) derart betrieben wird, dass ein dem Elektromotor (2) zuordenbarer mittlerer Leistungsbedarf einer dem Gasmotor (6) zuordenbaren mittleren Leistungsabgabe entspricht, so dass sich ein der Energiespeichereinheit (4) zuordenbarer Ladezustand nicht oder lediglich innerhalb eines toleranzbelegten Ladezustandsbereiches ändert.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Gasmotor (6) mit einer konstanten Drehzahl oder mit einer Drehzahl innerhalb eines toleranzbelegten Drehzahlbereiches betrieben wird, bei der, einem sogenannten Drehzahlbetriebspunkt, der Gasmotor (6) wirkungsgrad- und/oder abgasoptimiert betrieben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Gasmotor (6) bei unterschiedlichen diskreten Drehzahlen, bei sogenannten Drehzahlbetriebspunkten, oder mit einer um diese Drehzahlbetriebspunkte innerhalb eines toleranzbelegten Drehzahlbereiches derart betrieben wird, dass bei Überschreiten eines den mittleren Leistungsbedarf übersteigenden Leistungsbedarf des Elektromotors (2), die Drehzahl des Gasmotors (6) stufenweise bzw. schaltbar oder im Rahmen des toleranzbelegten Drehzahlbereiches erhöht wird, und dass der Gasmotor (6) wirkungsgrad- und/oder abgasoptimiert betrieben wird.

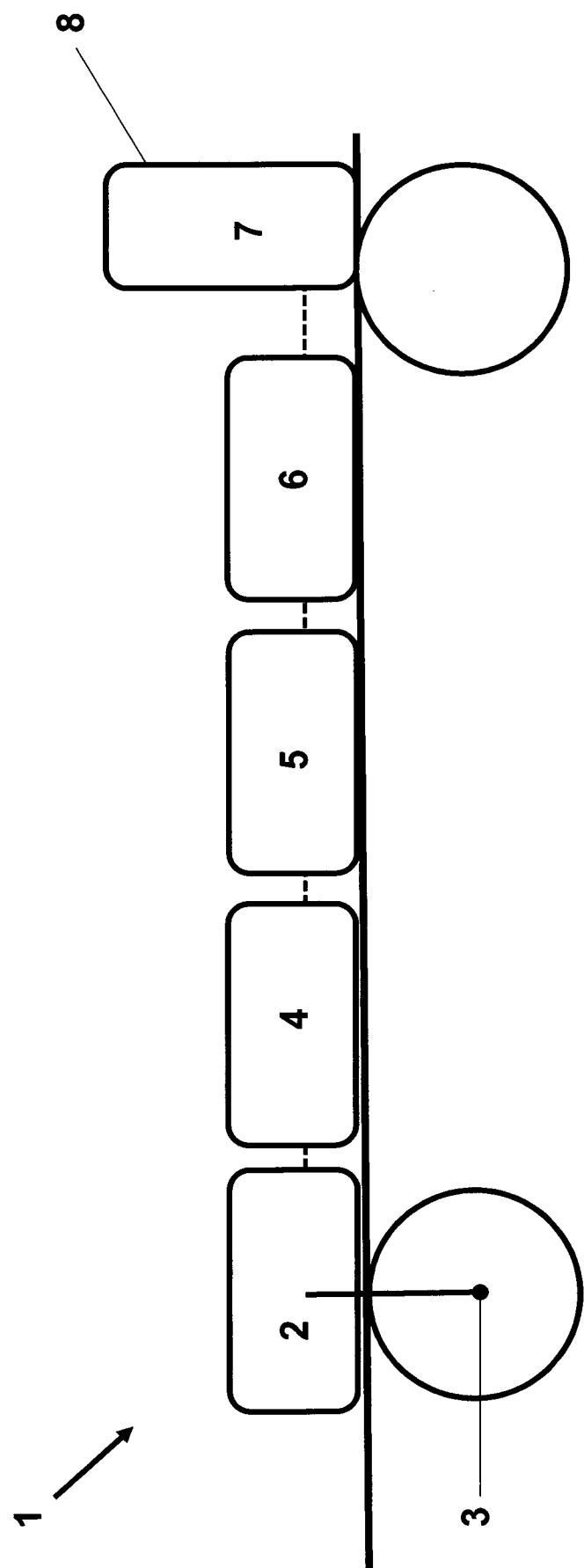
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Gasmotor (6) ausgehend von dem wenigstens einen Drehzahlbetriebspunkt mit einer zeitlich begrenzten, drehzahlvariablen Boostfunktion betrieben wird, so dass ein Überschreiten eines den mittleren Leistungsbedarf übersteigenden Leistungsbedarfs des Elektromotors (2) ermöglicht wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Gasmotor (6) mit einem Brennstoff in Form von Autogas (LPG) oder verdichtetem Erdgas (CNG) betrieben wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch **gekennzeichnet**, dass eine der Energiespeichereinheit (4) zuordenbare maximale Ladekapazität sowie eine mit dem Kraftfahrzeug (1) mitgeführte maximale Menge an Brennstoff (7) derart gewählt werden, dass eine mit dem Kraftfahrzeug (1) erreichbare maximale Reichweite zu einem Anteil der Reichweite durch ausschließliches Verbrennen des Brennstoffes (7) innerhalb des Gasmotors (6) und Umwandeln mittels des Generators (5) in elektrische Energie zum Antrieb des Kraftfahrzeuges (1) erzielt wird, und
dass der Anteil wenigstens 60 %, vorzugsweise wenigstens 70%, besonders bevorzugt wenigstens 90% beträgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der toleranzbelegte Ladezustandsbereich maximal $\pm 30\%$ des der Energiespeichereinheit zuordenbaren Ladezustandes beträgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die elektrische Energiespeichereinheit (4) im Stillstand des Kraftfahrzeuges (1) durch Betrieb des Gasmotors (6) geladen wird.

9. Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug (1) mit wenigstens einem Elektromotor (2), der mittel- oder unmittelbar mit einer Antriebswelle (3) oder Antriebsnabe des Kraftfahrzeuges (1) verbunden ist, einer elektrischen Energiespeichereinheit (4), die zur elektrischen Energieversorgung mit dem Elektromotor (2) elektrisch verbunden ist, sowie einem Gasmotor (6), der zur elektrischen Stromerzeugung mit einem Generator (5) in Wirkverbindung steht, der zur Ladestromversorgung elektrisch mit der elektrischen Energiespeichereinheit (4) verbunden ist, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Gasmotor (6) ein mono- oder bivalenter Gasmotor ist, und die elektrische Energiespeichereinheit (4) eine für das Kraftfahrzeug (1) nicht reichweitenbestimmende Ladekapazität aufweist.

10. Antriebssystem nach Anspruch 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass die maximale Ladekapazität der Energiespeichereinheit (4) sowie eine mit dem Kraftfahrzeug (1) mitgeführte maximale Menge an Brennstoff (7) derart gewählt sind, dass eine mit dem Kraftfahrzeug (1) erreichbare maximale Reichweite zu einem Anteil der Reichweite durch ausschließliches Verbrennen des Brennstoffes (7) innerhalb des Gasmotors (6) und Umwandeln mittels des Generators (5) in elektrische Energie zum Antrieb des Kraftfahrzeuges (1) erzielbar ist, und dass der Anteil wenigstens 60 %, vorzugsweise wenigstens 70%, besonders bevorzugt wenigstens 90% beträgt.

11. Antriebssystem nach Anspruch 9 oder 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass die elektrische Energiespeichereinheit (4) ein kostengünstiger Akkumulator ist, vorzugsweise in Form einer Nickel-Metallhydrid, Alkali-Mangan-, Zinkchlorid- oder Zink-Kohle-Batterie.

12. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Gasmotor (6) einen Brennstoftank (8) für Autogas (LPG) oder verdichtetes Erdgas (CNG) aufweist.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/002329

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60K6/24 B60K6/46 B60W10/06 B60W10/08
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)
B60K B60W B60L

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	US 5 632 352 A (JEANNERET RENE [CH] ET AL) 27 May 1997 (1997-05-27) abstract; figures column 4, lines 15-21 column 6, line 58 - column 7, line 21 column 14, line 62 - column 15, line 14 column 17, lines 33-38 ----- A DE 10 2011 105618 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 3 January 2013 (2013-01-03) the whole document -----	1-12
A		1-12



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

24 October 2014

05/11/2014

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

Meritano, Luciano

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/002329

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5632352	A 27-05-1997	AT	183452 T	15-09-1999
		AU	677328 B2	17-04-1997
		AU	6687294 A	20-12-1994
		BR	9405390 A	08-09-1999
		CN	1111904 A	15-11-1995
		DE	69420105 D1	23-09-1999
		DE	69420105 T2	02-03-2000
		EP	0652835 A1	17-05-1995
		ES	2139073 T3	01-02-2000
		FR	2705928 A1	09-12-1994
		IL	109753 A	16-07-2000
		JP	H07509837 A	26-10-1995
		SG	85069 A1	19-12-2001
		TW	247301 B	11-05-1995
		US	5632352 A	27-05-1997
		WO	9427837 A1	08-12-1994
		ZA	9403664 A	27-01-1995
DE 102011105618 A1	03-01-2013	DE 102011105618 A1	03-01-2013	
		WO 2013000534 A1	03-01-2013	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/002329

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B60K6/24 B60K6/46 B60W10/06 B60W10/08
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B60K B60W B60L

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	US 5 632 352 A (JEANNERET RENE [CH] ET AL) 27. Mai 1997 (1997-05-27) Zusammenfassung; Abbildungen Spalte 4, Zeilen 15-21 Spalte 6, Zeile 58 - Spalte 7, Zeile 21 Spalte 14, Zeile 62 - Spalte 15, Zeile 14 Spalte 17, Zeilen 33-38 -----	1-12
A	DE 10 2011 105618 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 3. Januar 2013 (2013-01-03) das ganze Dokument -----	1-12

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 erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher 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
24. Oktober 2014	05/11/2014

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

Meritano, Luciano

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/002329

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5632352	A 27-05-1997	AT 183452	T	15-09-1999
		AU 677328	B2	17-04-1997
		AU 6687294	A	20-12-1994
		BR 9405390	A	08-09-1999
		CN 1111904	A	15-11-1995
		DE 69420105	D1	23-09-1999
		DE 69420105	T2	02-03-2000
		EP 0652835	A1	17-05-1995
		ES 2139073	T3	01-02-2000
		FR 2705928	A1	09-12-1994
		IL 109753	A	16-07-2000
		JP H07509837	A	26-10-1995
		SG 85069	A1	19-12-2001
		TW 247301	B	11-05-1995
		US 5632352	A	27-05-1997
		WO 9427837	A1	08-12-1994
		ZA 9403664	A	27-01-1995
<hr/>				
DE 102011105618	A1 03-01-2013	DE 102011105618	A1	03-01-2013
		WO 2013000534	A1	03-01-2013
<hr/>				