

(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
02. November 2017 (02.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/186628 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60L 11/18 (2006.01) B60W 10/08 (2006.01)
B60K 6/485 (2007.10)

(72) Erfinder: JOLY, Matthieu; Griesmühlstraße 5, 85049 Ingolstadt (DE). GARO, Lanig; Gumpfenbergstr. 25a, 85057 Ingolstadt (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/059629

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

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. April 2017 (24.04.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 005 125.6
28. April 2016 (28.04.2016) DE

(71) Anmelder: AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING AN ENERGY STORAGE DEVICE OF A MILD HYBRID MOTOR VEHICLE AND STATE-OF-CHARGE CONTROL DEVICE FOR A MILD HYBRID MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM STEUERN EINER ENERGIESPEICHEREINRICHTUNG EINES MILD-HYBRID-KRAFTFAHRZEUGS SOWIE LADEZUSTANDSSTEUEREINRICHTUNG FÜR EIN MILD-HYBRID-KRAFTFAHRZEUG

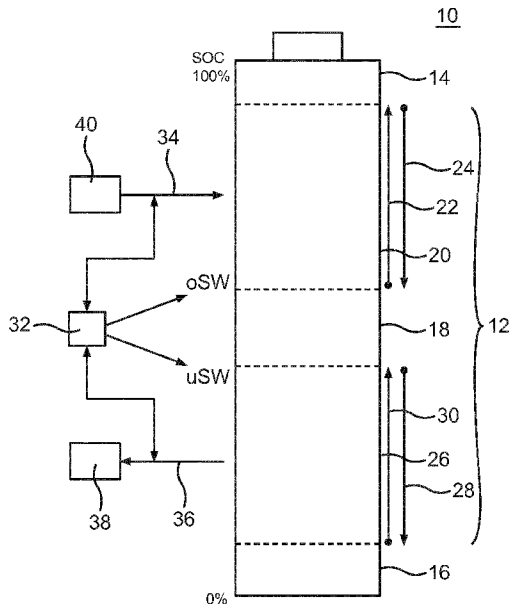


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling an energy storage device (10) of a mild hybrid motor vehicle, wherein the energy storage device (10) has an overall capacity, wherein a state-of-charge control device (32) of the energy storage device (10) sets a state of charge of the energy storage device (10) between an upper threshold value (oSW) and a lower threshold value (uSW) for a target state-of-charge range (18) of the energy storage device (10), wherein during at least one journey at least one charging process (34) and one discharging process (36) are monitored with respect to quantities of energy which are exchanged with the energy storage device (10) and quantities of energy which are to be expected with a predefinable probability for future charging processes and discharging processes are determined, and wherein the upper threshold value (oSW) and the lower threshold value (uSW) for the target state-of-charge range (18) of the energy storage device (10) are defined on the basis of the determinations in step b). The invention also relates to a corresponding state-of-charge control device (32) for a mild hybrid motor vehicle.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Energiespeichereinrichtung (10) eines Mild-Hybrid-Kraftfahrzeugs, wobei die Energiespeichereinrichtung (10) eine Gesamtkapazität aufweist, wobei durch eine Ladezustandssteuereinrichtung (32) der Energiespeichereinrichtung (10) ein Ladezustand der Energiespeichereinrichtung (10) zwischen einem oberen (oSW) und einem unteren Schwellwert (uSW) für einen Zielladezustandsbereich (18) der Energiespeichereinrichtung (10) eingestellt wird, wobei während mindestens einer Fahrt mindestens ein Lade (34)- und ein Entladevorgang (36) mit Bezug auf mit der Energiespeichereinrichtung (10) ausgetauschte Energiemengen überwacht und



WO 2017/186628 A1

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)

daraus mit einer vorgebbaren Wahrscheinlichkeit zu erwartende Energiemengen für zukünftige Lade- und Entladevorgänge ermittelt werden, und wobei basierend auf den Ermittlungen von Schritt b) der obere (oSW) und der untere Schwellwert (uSW) für den Zielladezustandsbereich (18) der Energiespeichereinrichtung (10) festgelegt werden. Die Erfindung betrifft ebenfalls eine entsprechende Ladezustandssteuereinrichtung (32) für ein Mild-Hybrid-Kraftfahrzeug.

5 Verfahren zum Steuern einer Energiespeichereinrichtung eines Mild-Hybrid-Kraftfahrzeugs sowie Ladezustandssteuereinrichtung für ein Mild-Hybrid-Kraftfahrzeug

10 BESCHREIBUNG:

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Energiespeichereinrichtung eines Mild-Hybrid-Kraftfahrzeugs, wobei die Energiespeichereinrichtung eine Gesamtkapazität aufweist, wobei durch eine Ladezustandssteuereinrichtung der Energiespeichereinrichtung ein Ladezustand der Energiespeichereinrichtung zwischen einem oberen und einem unteren Schwellwert für einen Zielladezustand der Energiespeichereinrichtung eingestellt wird. Sie betrifft überdies eine Ladezustandssteuereinrichtung für ein Mild-Hybrid-Kraftfahrzeug zum Steuern des Ladens einer Energiespeichereinrichtung des Kraftfahrzeugs, wobei die Energiespeichereinrichtung eine Gesamtkapazität aufweist, wobei die Ladezustandssteuereinrichtung ausgelegt ist, einen Ladezustand der Energiespeichereinrichtung zwischen einem oberen und einem unteren Schwellwert für einen Zielladezustandsbereich der Energiespeichereinrichtung einzustellen.

25

Unter einem Mild-Hybrid-Kraftfahrzeug (MHEV = Mild Hybrid Electric Vehicle) werden Hybridfahrzeuge verstanden, bei denen der Elektroantriebsteil den Verbrennungsmotor zur Leistungssteigerung unterstützt. Als elektromotorische Leistungen werden üblicherweise 6 bis 14 kW/t angegeben. Ein Mild-Hybrid-Kraftfahrzeug kann damit nicht rein elektrisch fahren, wodurch es sich von einem Vollhybrid unterscheidet.

30

Durch den Einsatz eines Riemenstartergenerators und einer Lithium-Ionen-Batterie als Energiespeichereinrichtung sollen insbesondere die folgenden Merkmale, so genannte MHEV-Features, ermöglicht werden:

35

- erweiterter StartStopp (StSt): Bei herkömmlichen Kraftfahrzeugen funktioniert die StartStopp-Funktion üblicherweise bis zu einer Geschwindigkeit von 7 km/h. Beim erweiterten StartStopp soll die StartStopp-Funktion bis zu einer

- Geschwindigkeit von 25 km/h ermöglicht werden. 25 km/h stellt die Grenzggeschwindigkeit zwischen einem unbefeuerten und einem befeuerten Schub dar. Bei herkömmlichen Fahrzeugen muss bei einer Geschwindigkeit unterhalb von 25 km/h das Fahrzeug unter befeuertem Schub betrieben werden, d.h. es muss Kraftstoff eingespritzt werden. Beim erweiterten StartStopp kann beispielsweise beim Abbremsen des Fahrzeugs der Motor früher abgestellt werden, wodurch eine Einsparung von Kraftstoff ermöglicht wird. Die Phase für befeuerten Schub kann dadurch deutlich reduziert werden.
- 10 - Freilauf Motor Aus (FMA): Bei dieser Funktion wird ein Ausschalten des Motors bei Geschwindigkeiten zwischen 25 km/h und beispielsweise 160 km/h ermöglicht. Bei herkömmlichen Fahrzeugen würde, wenn der Fahrer in diesem Geschwindigkeitsbereich vom Gas geht, das Fahrzeug durch die Reibung des Motors deutlich verzögern, da der Motor mit den Rädern verbunden ist. Da dies auch gewollt sein kann, beispielsweise wenn das Vorderfahrzeug bremst, kann beim Freilauf Motor Aus vorgesehen sein, dass im Fahrzeug in Abhängigkeit der momentanen Verkehrssituation ermittelt wird, ob der Motor im Freilauf betrieben werden soll oder im Schubbetrieb.
- 20 Bei den genannten beiden Funktionen muss durch die Lithium-Ionen-Batterie sichergestellt werden, dass die elektrischen Verbraucher auch bei abgestelltem Motor mit ausreichend Energie versorgt werden. Wo benötigt, kann durch elektrische Energie die Reibung durch Motor und Räder kompensiert werden.
- 25 - Schub- und Bremsrekuperation (Reku): Während in Schubphasen eines konventionellen Fahrzeugs der Schub durch Reibung eines unbefeuerten Motors verursacht wird, kann in Mild-Hybrid-Kraftfahrzeugen zusätzlich zum Motorschub oder auch alternativ mittels eines Generators verzögert werden. Hierzu wird üblicherweise ein Riemenstartergenerator verwendet. Durch die Verzögerung mittels des Riemenstartergenerators kann damit Energie erzeugt werden. Eine Rekuperation bis zu 18 kW ist möglich. Die durch den Riemenstartergenerator in einem Mild-Hybrid-Fahrzeug erzeugte Energie kann für eine Boost-Funktion oder zur Lastpunktabsenkung, siehe weiter unten, des Motors verwendet werden. Ein Riemenstartergenerator ermöglicht überdies einen Start bei Geschwindigkeiten über 7 km/h, was beispielsweise mit einem konventionellen Ritzel-Starter nicht möglich wäre.
- 30
- 35

- Lastpunktverschiebung: In diesem Zusammenhang werden Lade- bzw. Entladekennfelder definiert und zwar aufgespannt über der Drehzahl und einem Fahrerwunschkmoment. In Abhängigkeit von der Drehzahl und dem Fahrerwunschkmoment wird ein verbrauchsoptimierter Betriebspunkt des Motors definiert.

Dazu wird auf der Basis des Fahrerwunschkmoments ein Leistungsbereich des Verbrennungsmotors festgelegt. Aus dem Leistungsbereich wird ein optimales Moment für den jeweiligen Leistungsbereich und eine Drehzahl ermittelt. Da die Anzahl der Leistungsbereiche begrenzt ist, ergibt sich eine Differenz zwischen dem optimalen Moment und dem Fahrerwunschkmoment von wenigen Nm. Wenn beispielsweise das abgeleitete optimale Moment nicht ausreicht, um einem Fahrerwunschkmoment zu entsprechen, wird der Riemenstartergenerator angesteuert, um ein entsprechendes Differenzmoment (motorisches Moment) zu erzeugen. Dabei handelt es sich um eine Lastpunktabsenkung. Die dazu nötige Energie muss vom Riemenstartergenerator geliefert werden, der dazu elektrische Energie aus der Lithium-Ionen-Batterie entnimmt. Mit anderen Worten: Der Motor liefert weniger Moment als das durch das Fahrerwunschkmoment vorgegebene Sollmoment. Die Differenz wird vom Riemenstartergenerator geliefert. Lastpunktabsenkung heißt in diesem Zusammenhang, dass die Last des Motors abgesenkt wird, um Kraftstoff zu sparen. Das Delta wird durch die Riemen-Starter-Generator kompensiert. Bei einem Mild-Hybrid-Fahrzeug kann, wenn ausreichend Energie in der Lithium-Ionen-Batterie vorhanden ist, häufiger eine Lastpunktabsenkung verwendet werden, wodurch sich Kraftstoff einsparen lässt.

Das optimale Moment kann auch größer als das Fahrerwunschkmoment sein. Bei einem Mild-Hybrid-Fahrzeug kann dann der Riemen-Starter-Generator entsprechend angesteuert werden, und die Energie zur Erzeugung des Differenzmoments (generatorisches Moment) kann in elektrische Energie umgewandelt werden. Da der Motor in diesem Fall in einem optimalen Betriebspunkt arbeitet, wird die elektrische Energie effizient erzeugt. Dabei handelt es sich um eine gesteuerte Lastpunktanhebung und keine Zwangsladung.

Eine geeignete Betriebsstrategie soll daher sicherstellen, dass möglichst jederzeit genügend Energie in der Lithium-Ionen-Batterie zur Verfügung steht, um die oben genannten MHEV-Features zu gewährleisten. Da die Gesamtkapazität derartiger, in Mild-Hybrid-Fahrzeugen eingesetzter Batterien übli-

cherweise zwischen 5 Ah und 20 Ah beträgt – und damit im Vergleich zu bei Vollhybriden eingesetzten Batterien sehr niedrig ist – soll die Energie jeweils nur kurzfristig gespeichert werden. In Abhängigkeit des Fahrer- und Streckenprofils sollen die Lade- und Entladephasen so effizient wie möglich aufeinander folgen.

Aus der DE 10 2014 009 448 A1, die zur Formulierung der Oberbegriffe der unabhängigen Patentansprüche herangezogen wurde, ist eine prädiktive Ladezustandssteuerung einer Energiespeichereinrichtung eines elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugs bekannt. Dabei werden durch eine Ladezustandssteuereinrichtung der Energiespeichereinrichtung folgende Schritte durchgeführt: Zunächst wird mindestens ein eine Information beinhaltender Datenwert empfangen, wobei die Information eine zu erwartende Fahrsituation auf einem Streckenabschnitt einer Fahrstrecke des Kraftfahrzeugs betrifft. Anhand der empfangenen Information wird ein Energiebedarf einer ersten Einrichtung eines Bordnetzes des Kraftfahrzeugs auf dem Streckenabschnitt prädiziert. Bei Unterschreiten eines vorbestimmten Schwellenwerts des prädizierten Energiebedarfs einer ersten Einrichtung des Bordnetzes wird ein Steuersignal erzeugt, das veranlasst, dass eine für die erste Einrichtung des Bordnetzes reservierte Energiemenge eines Energievorhalts der Energiespeichereinrichtung zumindest teilweise einer zweiten Einrichtung des Bordnetzes zugeteilt wird. Damit wird sichergestellt, dass keine auf dem Streckenabschnitt unnötige Energiereserve für eine Einrichtung eines Bordnetzes des Kraftfahrzeugs vorbehalten wird, falls diese Einrichtung auf dem Streckenabschnitt voraussichtlich nicht verwendet wird.

Aus der CA 2 397 074 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur adaptiven Steuerung eines Energiespeichers eines Vollhybridfahrzeugs bekannt.

Aus der US 2015/0168259 A1 ist ein System und ein Verfahren zur Entwicklung und zum Test von Hybrid-Energiespeichern eines Hybridfahrzeugs bekannt. Dabei wird ein optimaler Ladezustand der Hybrid-Energiespeicher bestimmt. Die genannte Druckschrift beschreibt insbesondere ein System zum Entwickeln, Optimieren und Testen von Hybridenergiespeichervorrichtungen und umfasst eine Testanordnung sowie eine Simulationsvorrichtung. Die Testanordnung hat einen Emulator für eine Hybridenergiespeichervorrichtung, die mit einem Betriebsemulator zum Empfangen und Ausgeben von Energie verbunden ist. Der Emulator umfasst einen ersten Energiespeichervorrichtungsemulator, einen zweiten Energiespeichervorrichtungsemulator

und eine Leistungselektronikeinheit, die eine Zurverfügungstellung von Energie in dem ersten und dem zweiten Energiespeichervorrichtungsemulator steuert und ein Entnehmen von Energie aus dem ersten und dem zweiten Energiespeichervorrichtungsemulator steuert. Die Energiespeichervorrichtungsemulatoren emulieren verschiedene Klassen von Energiespeichervorrichtungen und verschiedene Betriebszustände einer Energiespeichervorrichtung durch Variieren der Parameter der Energiespeichervorrichtung. Eine Steuervorrichtung steuert die Leistungselektronikeinheit. Die Simulationsvorrichtung simuliert den Betrieb der Energiespeichervorrichtung für verschiedene Konfigurationen der Steuervorrichtung und verschiedene Energiespeichervorrichtungsparameter.

Schließlich ist aus der WO 00/25417 ein Steuerungsverfahren und eine Vorrichtung für ein Hybridfahrzeug mit einer Verbrennungskraftmaschine bekannt, bei dem durch Tests ein Verhalten eines Hybridenergiespeichers ermittelt wird und eine Steuerung darauf angepasst wird. Der Fokus ist hierbei auf ein Lademoment, d.h. den Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors, gerichtet und nicht auf einen Ladezustand.

Wenngleich Fig. 1 zur Erläuterung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens dient, dazu weiter unten mehr, kann sie auch zur Erläuterung einer bekannten Strategie zum Steuern einer Energiespeichereinrichtung 10 eines Mild-Hybrid-Kraftfahrzeugs herangezogen werden. Auf der linken Seite ist der Ladezustand SOC (State Of Charge) der Energiespeichereinrichtung 10 angegeben. Der Ladezustand wird in Prozent vom vollgeladenen Zustand, d.h. der Gesamtkapazität, der Energiespeichereinrichtung 10 angegeben.

Der üblicherweise erlaubte Bereich von Ladezuständen ist mit 12 bezeichnet. Über diesem Bereich befindet sich ein Bereich 14, der aufgrund technischer Randbedingungen nicht genutzt werden darf. Ein unterer Bereich 16 darf insbesondere deshalb nicht genutzt werden, weil eine Energiereserve vorzuhalten ist, falls das Kraftfahrzeug für eine lange Dauer abgestellt wird. Innerhalb des Bereichs 12 ist ein Zielladezustandsbereich mit 18 bezeichnet. Sein oberer Schwellwert, d.h. die Grenze zwischen den Bereichen 20 und 14, ist mit oSW, sein unterer Schwellwert, d.h. die Grenze zwischen den Bereichen 16 und 26) mit uSW bezeichnet. Der Zielladezustandsbereich 18 wird eingestellt durch entsprechende Steuerung des Sollmoments am Riemensstartergenerator. Der zwischen den Bereichen 18 und 14 gelegene Be-

reich 20 dient als Reserve für Energierückgewinnungssysteme, beispielsweise Schub- und Bremsrekuperationssysteme. Wie durch den Pfeil 22 gekennzeichnet, kann ausgehend vom Zielladezustandsbereich 18 ein Laden in den Bereich 20 hinein erfolgen durch Energierückgewinnung, wobei als Energiequelle insbesondere kinetische Energie des Kraftfahrzeugs in Betracht kommt. Ein Entladen dieses Energiebereichs 20 erfolgt, wie durch den Pfeil 24 gekennzeichnet, durch Lastpunktabsenkung insbesondere mit dem Ziel, Kraftstoff zu sparen.

Der zwischen den Bereichen 16 und 18 liegende Energiebereich 26 stellt die nötige Energie für die oben genannten MHEV-Features, insbesondere erweiterten StartStopp und Freilauf Motor Aus, zur Verfügung. Wie durch den Pfeil 28 dargestellt, wird dieser Bereich entladen durch die MHEV-Features mit dem Ziel, Kraftstoff zu sparen. Der Pfeil 30 gibt an, dass dieser Bereich durch Lastpunkterhöhung geladen werden kann muss,, wobei als Energiequelle Kraftstoff zu verwenden ist. Wenn also die untere Grenze erreicht ist, muss die Energiespeichereinrichtung 10 - möglichst effizient durch eine geeignete Lastpunktanhebung - geladen werden, um die Verfügbarkeit der MHEV-Features zu gewährleisten.

20

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein eingangs genanntes Verfahren bzw. eine eingangs genannte Ladezustandssteuereinrichtung derart weiterzubilden, dass der Wirkungsgrad eines damit ausgestatteten Kraftfahrzeugs verbessert werden kann, insbesondere der Kraftstoffverbrauch sowie der Ausstoß von Schadstoffen reduziert werden kann.

25

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 sowie durch eine Ladezustandssteuereinrichtung mit den Merkmalen von Patentanspruch 12.

30

Die vorliegende Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass ein verbesserter Wirkungsgrad erzielt werden kann, wenn der Zielladezustandsbereich optimal gewählt wird. Ein zu hoch gewählter Zielladezustandsbereich – gemeint sind die Bereichsgrenzen innerhalb der schematisch in Fig. 1 dargestellten Energiespeichervorrichtung 10 – würde weniger Reserve für eine effiziente Energierückgewinnung belassen. Stattdessen würde ineffizient Kraftstoff in elektrische Energie umgewandelt. Ein zu niedrig gewählter Zielladezustandsbereich würde die Verwendung der MHEV-Features einschränken bzw. die Abdeckung des Bordnetzbedarfs nicht mehr gewährleisten. Dies

35

müsste dann durch eine Lastpunktanhebung behoben werden und würde deshalb wiederum in einer ineffizienten Umwandlung von Kraftstoff in elektrische Energie resultieren.

- 5 Optimale Ergebnisse lassen sich erzielen, wenn der Zielladezustandsbereich so groß wie möglich und so klein wie nötig ist. Wie der Zielladezustandsbereich innerhalb dieser Vorgabe optimal zu wählen ist, lehrt die Erfindung: Erfindungsgemäß ist der aktiv nutzbare Bereich der Energiespeichereinrichtung 10 in drei Bereiche unterteilt. Wie bereits erwähnt, dient der Bereich 20 als Reserve für die Features mit Energierückgewinnung, d.h. Vorrichtungen, die Energie rückspeisen können, beispielsweise Brems- oder Schubrekuperation sowie elektronisches Fahrwerk. Durch eine geeignete Dimensionierung dieses Bereichs 20 lässt sich der obere Schwellwert oSW des Zielladezustandsbereichs 18 von oben herab definieren. Der Bereich 26 dient als Reserve für die Features, die Energie konsumieren, beispielsweise StartStopp, Freilauf Motor Aus, eFahrwerk, eTurbo. Durch eine geeignete Dimensionierung dieses Bereichs 26 lässt sich der untere Schwellwert uSW für den Zielladezustandsbereich 28 von unten ausgehend definieren. Die Reservebereiche 20 und 26 müssen jeweils so groß wie nötig und so klein wie möglich sein. Höhere Reserven führen zu einem höheren Einsatz von Kraftstoff und reduzieren daher den Wirkungsgrad.

- Erfindungsgemäß ist nunmehr zur Dimensionierung der Bereiche 26 und 20 und damit zur Festlegung des Zielladezustandsbereichs vorgesehen, dass während mindestens einer Fahrt mindestens ein Lade- und ein Entladevorgang mit Bezug auf mit der Energiespeichereinrichtung ausgetauschte Energiemengen überwacht und daraus mit einer vorgebbaren Wahrscheinlichkeit zu erwartende Energiemengen für zukünftige Lade- und Entladevorgänge ermittelt werden. Basierend auf diesen Ermittlungen werden dann der obere und der untere Schwellwert für den Zielladezustandsbereich der Energiespeichereinrichtung festgelegt.

- Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die mindestens eine Fahrt in Schritt b) an einer Recheneinrichtung simuliert wird. Alternativ kann die mindestens eine Fahrt in Schritt b) an einem realen Kraftfahrzeug durchgeführt werden. Auf diese Weise lassen sich automatisch beliebige Fahrzeugparameter bei der Ermittlung des optimalen Zielladezustandsbereichs berücksichtigen. Dies resultiert in einer besonders guten Adaption des Zielladezustandsbereichs an ein spezielles Fahrzeug, insbe-

sondere auch an einen speziellen Fahrzeugtyp, an dessen Serienbereifung, cw-Wert, und dergleichen, und resultiert daher in einer Steigerung der Effizienz des Kraftfahrzeugs. Der Vorteil der Simulation besteht in einer präzisen Reproduzierbarkeit der Simulationsergebnisse. Eine Ermittlung am Beispiel
5 einer realen Fahrt hat den Vorteil, dass Ungenauigkeiten bei der Erstellung der Simulationsparameter vermieden werden.

Es ist besonders bevorzugt, wenn die mindestens eine Fahrt nach einem vorgebbaren, insbesondere genormten Fahrzyklus durchgeführt wird. Auf
10 diese Weise lassen sich weitgehend reproduzierbare, an das spezielle Kraftfahrzeug besonders optimal angepasste Schwellwerte für den Zielladezustandsbereich ermitteln.

Schritt b) kann vor Auslieferung des Kraftfahrzeugs und/oder fortlaufend,
15 insbesondere in vorgebbaren zeitlichen Abständen oder zu vorgebbaren Ereignissen, während der Benutzung des Kraftfahrzeugs durchgeführt werden. Insbesondere durch die fortlaufende Nutzung kann eine Anpassung an sich ändernde Fahrzeugparameter oder sich ändernde Betriebsbedingungen, beispielsweise Straßenbelag, Wetter, Gewicht der Fahrzeugladung, vorge-
20 nommen werden.

Bei der Festlegung in Schritt c) wird bevorzugt ein oberer, nicht nutzbarer Ladebereich der Energiespeichereinrichtung und ein unterer, nicht nutzbarer Ladebereich der Energiespeichereinrichtung, insbesondere weiterhin ein
25 oberer Deratingbereich (Deratingbereich volle Batterie) und ein unterer Deratingbereich (Deratingbereich leere Batterie) der Energiespeichereinrichtung, berücksichtigt. Ein Deratingbereich unterscheidet sich von einem nicht nutzbaren Bereich dadurch, dass ein Deratingbereich prinzipiell genutzt werden kann, seine Nutzung aber möglichst vermieden werden soll. In einem Deratingbereich ist die Batterieleistung reduziert.
30

Bevorzugt wird in Schritt b) als Ladevorgang mindestens einer der folgenden Ladevorgänge erfasst: Laden, insbesondere Rückspeisen, durch ein elektrisches Fahrwerk; Laden, insbesondere Rekuperieren, durch eine Schub-
35 und/oder Bremsrekuperationsvorrichtung; sowie Laden, insbesondere Rückspeisen, durch eine elektromechanische aktive Wankstabilisierung.

Es ist weiterhin bevorzugt, wenn in Schritt b) als Entladevorgang mindestens einer der folgenden Entladevorgänge erfasst wird: Entladen durch einen

elektronischen Abgasverdichter; Entladen durch das Bordnetz; Entladen zur Aufrechterhaltung eines vorgebbaren zeitlichen Abstands zu einem Stoppverbot eines Verbrennungsmotors des Kraftfahrzeugs; sowie Entladen während einer Aktivierungszeit eines Riemenstartergenerators des Kraftfahrzeugs, in der dieser nicht für Ladevorgänge bereitsteht.

Bevorzugt wird demnach in Schritt c) der obere Schwellwert für den Zielladezustandsbereich festgelegt wie folgt: oberer Schwellwert = Gesamtkapazität – (oberer, nicht nutzbarer Energiebereich) – (erwartete Energiemenge für Ladevorgänge gemäß Schritt b)). Weiterhin bevorzugt wird in Schritt c) der untere Schwellwert für den Zielladezustandsbereich festgelegt wie folgt: unterer Schwellwert = unterer, nicht nutzbarer Energiebereich + (erwartete Energiemenge für Entladevorgänge gemäß Schritt b)). Der jeweilige Deringbereich kann, soweit vorgesehen und so gewünscht, als nicht nutzbarer Energiebereich berücksichtigt werden.

Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung wird Schritt b) in Abhängigkeit der Fahrzeugausstattung des Kraftfahrzeugs durchgeführt und in Schritt c) der obere und untere Schwellwert für den Zielladezustandsbereich in Abhängigkeit der Fahrzeugausstattung festgelegt. Insbesondere sind hier Vorrichtungen der Fahrzeugausstattung zu berücksichtigen, die die Energiespeichereinrichtung laden und entladen, also insbesondere die Vorrichtungen, deren Lade- und Entladevorgänge, siehe weiter oben, in Schritt b) zu berücksichtigen sind. Für unterschiedliche Fahrzeugausstattungen ergeben sich dadurch unterschiedliche optimale Zielladezustandsbereiche.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend, soweit anwendbar, für eine erfindungsgemäße Ladezustandssteuereinrichtung.

Im Nachfolgenden werden nunmehr Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Diese zeigen in:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung zur Erläuterung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Steuern einer Energiespeichereinrichtung eines Mild-Hybrid-Kraftfahrzeugs;
- 5 Fig. 2 den zeitlichen Verlauf verschiedener Parameter eines Kraftfahrzeugs bei der Durchführung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens;
- 10 Fig. 3 in tabellarischer Form die bei der Durchführung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens gewonnenen Ergebnisse; und
- 15 Fig. 4 in schematischer Darstellung ein Signalablaufdiagramm für ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

Im Nachfolgenden werden für gleiche und gleichwirkende Bauelemente dieselben Bezugszeichen verwendet.

- 20 Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist die in Fig. 1 dargestellte Energiespeichereinrichtung 10 eine Gesamtkapazität von 9,6 Ah auf. Bei einer Nennspannung von 48,1 V entspricht die in der Energiespeichereinrichtung gespeicherte Gesamtenergie 461 Wh.
- 25 Wie bereits erwähnt, betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Steuern einer Energiespeichereinrichtung eines Mild-Hybrid-Kraftfahrzeugs. Bei einem PHEV (Plug-In Hybrid Electric Vehicle) werden Batterien mit deutlich größerer Kapazität verwendet. Bei PHEVs ist der untere Schwellwert u_{SW} belanglos, da wegen der Batteriegröße der obere Schwellwert o_{SW} durch Rekuperation nicht erreicht wird. Aufgrund der sehr viel größeren Kapazität betragen die Bereiche 14 und 16 bei PHEVs lediglich 2% der Gesamtkapazität der jeweiligen Energiespeichereinrichtung. Bei einem Mild-Hybrid-Kraftfahrzeug, wie vorliegend, ist jedoch die Energiespeichereinrichtung 10 aus Gründen der Gewichtsersparnis, wie erwähnt, sehr klein dimensioniert. Aus diesem Grund lassen sich Ladestrategien von PHEVs nicht auf MHEVs übertragen.
- 30
35

Ein Mild-Hybrid-Kraftfahrzeug kann im Gegensatz zu einem Plug-in-Hybridfahrzeug nur über den Generator des Kraftfahrzeugs geladen werden.

Eine Ladung der Energiespeichereinrichtung durch eine externe Quelle ist bei einem Mild-Hybrid-Kraftfahrzeug nicht möglich.

5 Erfindungsgemäß wird während mindestens einer Fahrt mindestens ein Lade- und ein Entladevorgang mit Bezug auf mit der Energiespeichereinrichtung 10 ausgetauschte Energiemengen überwacht und daraus mit einer vorgebbaren Wahrscheinlichkeit zu erwartende Energiemengen für zukünftige Lade- und Entladevorgänge ermittelt. Basierend auf diesen Ermittlungen werden von der Ladezustandssteuereinrichtung 32 der obere und der untere
10 Schwellwert oSW, uSW für den Zielladezustandsbereich (Ziel-SOC) 18 der Energiespeichereinrichtung 10 festgelegt. Zu diesem Zweck wird als Ladevorgang mindestens ein Ladevorgang 34 durch eine Energierückgewinnungsvorrichtung 40 erfasst. Dabei kann es sich um die Rückspeisung durch ein elektrisches Fahrwerk handeln, um eine Rückspeisung durch eine
15 Schub- und/oder Bremsrekuperationsvorrichtung oder um eine Rückspeisung durch eine elektromechanische aktive Wankstabilisierung. In gleicher Weise wird als Entladevorgang mindestens ein Entladevorgang 36 durch eine Entladevorrichtung 38 erfasst. Dabei kann es sich um das Entladen durch einen elektronischen Abgasverdichter, das Entladen durch das Bord-
20 netz, das Entladen zur Aufrechterhaltung eines vorgebbaren zeitlichen Abstands zu einem Stoppverbot des Verbrennungsmotors oder das Entladen während einer Aktivierungszeit eines Riemenstartergenerators des Kraftfahrzeugs, in der dieser nicht für Ladevorgänge bereitsteht, handeln.

25 Hieraus ergibt sich, dass die Erfassung der Lade- und Entladevorgänge in Abhängigkeit der Fahrzeugausstattung durchgeführt wird, d.h. wenn beispielsweise das Fahrzeug in der speziellen Ausstattung keinen elektronischen Abgasverdichter aufweist, werden auch keine Entladevorgänge durch diese Vorrichtung erfasst. Dies führt dazu, dass für die spezielle Fahrzeug-
30 ausstattung ein optimaler Zielladezustandsbereich durch eine optimale Festlegung des oberen und unteren Schwellwerts oSW, uSW erfolgt. Die Energiespeichereinrichtung 10 kann daher fahrzeugausstattungsabhängig optimal genutzt werden.

35 Die oben erwähnten, vorgebbaren Wahrscheinlichkeiten können beispielsweise derart festgelegt werden, dass der Zielladezustandsbereich 18 derart festzulegen ist, dass der momentane Ladezustand nur in weniger als 10% der Zeitdauer, bevorzugt in weniger als 5% der Zeitdauer außerhalb der

durch den oberen und unteren Schwellwert oSW , uSW des Zielladezustandsbereichs 18 vorgegebenen Grenzen liegen darf.

Es kann vorgesehen sein, dass die Ermittlung der Lade- und Entladevorgänge vor Auslieferung des Kraftfahrzeugs erfolgt. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass diese fortlaufend, insbesondere in vorgebbaren zeitlichen Abständen oder zu vorgebbaren Ereignissen, während der Benutzung des Kraftfahrzeugs durchgeführt werden. Auf diese Weise kann beispielsweise bei einem dynamischen Fahrer berücksichtigt werden, dass er häufiger den elektronischen Abgasverdichter in Anspruch nimmt, sodass die für den elektronischen Abgasverdichter reservierte Energiemenge dann entsprechend angehoben wird. Entsprechend können die für andere Lade- und Entladevorrichtungen reservierten Energiemengen fahrerspezifisch oder streckenspezifisch oder witterungsspezifisch oder beladungsspezifisch modifiziert werden, um so die Ladestrategie für eine Energiespeichereinrichtung 10 zu optimieren.

Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung den zeitlichen Verlauf verschiedener, für die vorliegende Erfindung relevanter Parameter bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Auf der linken Seite der Darstellung sind die Wertebereiche für den Ladezustand SOC, die Geschwindigkeit v , den Batteriestrom I_{Bat} sowie die Fahrpedalstellung FP angegeben. In der Mitte der Darstellung ist der zeitliche Verlauf der genannten vier Größen angegeben. Überdies ist der obere Schwellwert oSW und der untere Schwellwert uSW für den Zielladezustandsbereich 18 eingezeichnet. Weiterhin sind zwei Cursorpositionen C1, C2 eingezeichnet. Die zu den Cursorpositionen C1, C2 ermittelten Werte für den Ladezustand SOC, den Batteriestrom I_{Bat} , die Geschwindigkeit v sowie die Fahrpedalstellung FP sind auf der rechten Seite der Darstellung von Fig. 2 angegeben.

Wie deutlich zu erkennen ist, findet in den Phasen, in denen sich das Fahrpedal FP in Ruhestellung befindet, d.h. $FP=0$, eine Rekuperation durch Schub- und/oder Bremsbetrieb statt, erkennbar an den positiven Werten des Batteriestroms I_{Bat} , die demnach zur Ladung der Energiespeichereinrichtung 10 führen.

Gemäß Fig. 2 liegt der Zielladezustandsbereich konstant zwischen 30 und 60 % (relativ) der Gesamtkapazität der Energiespeichereinrichtung 10. Der untere Schwellwert uSW beträgt hier 30% der Gesamtkapazität, der obere

Schwellwert 60% der Gesamtkapazität. Der Bordnetzbedarf beträgt konstant $I_{\text{Bat}} = -16\text{A}$. Der aktuelle Ladezustand SOC stößt zu keiner Zeit gegen den oberen Schwellwert oSW bzw. den unteren Schwellwert uSW des Zielladezustandsbereichs 18. Würde der aktuelle Ladezustand SOC den oberen Schwellwert oSW erreichen, könnten zu diesem Zeitpunkt keine Ladevorgänge durch Energierückgewinnungssysteme mehr vorgenommen werden, sodass deren Energie nicht mehr genutzt werden könnte. Würde der untere Schwellwert uSW erreicht werden, müsste eine Lastpunktanhebung durch Aktivieren des Brennstoffmotors vorgenommen werden. Dadurch wird Kraftstoff verbraucht, wodurch der Wirkungsgrad des Antriebs des Kraftfahrzeugs reduziert wird. Mit anderen Worten wird in dem dargestellten zeitlichen Abschnitt kein Kraftstoff zum Laden der Energiespeichereinrichtung 10 eingesetzt. Es gibt auch keine Lastpunktabsenkung. Die Energie wird durch die Energierückgewinnungssysteme, hier insbesondere Brems- und Schubrekuperation, erzeugt und deckt den Bordnetzbedarf ab.

Grundsätzlich ist ein möglichst breiter Zielladezustandsbereich 18 energetisch vorteilhaft, sodass die Regel gilt, den Zielladezustandsbereich so groß wie möglich und so klein wie nötig zu dimensionieren. Ungünstige Dimensionierungen führen zu einer Reduktion des Wirkungsgrads. Im Einzelnen:

Untere Reserve (Bereich 26) zu groß: Früherer Einsatz von Kraftstoff zur Erhaltung des Ladezustands SOC nötig.

Untere Reserve (Bereich 26) zu klein: Verbrauchersysteme können nicht mit ausreichend Energie aus der Energiespeichereinrichtung 10 versorgt werden, was wiederum zu einem höheren Einsatz von Kraftstoff führt.

Obere Reserve (Bereich 20) zu groß: Durchführung unnötiger Lastpunktabsenkungen. Eine Lastpunktabsenkung ist erst dann effizient, wenn dadurch vermieden wird, dass eine Energierückgewinnung wegen einer vollgeladenen Energiespeichereinrichtung 10 nicht mehr möglich ist. Ansonsten ist die Energiebilanz einer Lastpunktabsenkung nicht optimal. Die rückgewonnene Energie wird am besten eingesetzt, wenn sie direkt für den Bordnetzbedarf oder für die sonstigen Verbraucher genutzt wird und nicht für die Lastpunktabsenkung.

Obere Reserve (Bereich 20) zu klein: Von den Energierückgewinnungssystemen bereitgestellte Energie kann häufig nicht aufgenommen werden und geht somit verloren.

- 5 Die erfindungsgemäße Ladestrategie führt zu einer optimalen Einstellung des oberen und des unteren Schwellwerts oSW, uSW und damit zu einer optimalen Auslegung des oberen Bereichs 20, des Zielladezustandsbereichs 18 sowie des unteren Bereichs 26. Dadurch wird eine besonders effiziente Nutzung der Energiespeichereinrichtung 10 ermöglicht.

10

Die in Fig. 2 dargestellte Fahrt kann an einer Recheneinrichtung simuliert werden oder einem realen Kraftfahrzeug durchgeführt werden. Sie findet insbesondere nach einem genormten Fahrzyklus statt. Genormte Fahrzyklen sind dem Fachmann einschlägig bekannt.

15

Anstatt durch Ausprobieren unter Nutzung der erwähnten genormten Fahrzyklen kann auch durch abschnittsweises Integrieren der Lade- und Entladeströme über vorgebbare Zeitdauern eine optimale, für die Energierückgewinnungssysteme bereitzustellende sowie eine optimale, für Entladevorrichtungen bereitzustellende Energiemenge ermittelt werden.

20

Wird die Fahrt gemäß Fig. 2 an einem realen Kraftfahrzeug vorgenommen, wird automatisch dessen Ausstattungsvariante hinsichtlich Energierückgewinnungssysteme und Energieverbrauchssysteme berücksichtigt. Wird die
25 Fahrt gemäß Fig. 2 simuliert, sind die zu berücksichtigenden Energieverbrauchs- und Energierückgewinnungssysteme bei der Simulation zu spezifizieren.

25

Während in der Darstellung von Fig. 2 jeweils der gesamte Batteriestrom I_{Bat}
30 dargestellt ist, kann dieser auch, insbesondere in der Simulation, für einzelne Energierückgewinnungs- und Energieverbrauchssysteme ermittelt werden. In diesem Zusammenhang wird auf Fig. 3 verwiesen. In der ersten Spalte der Tabelle von Fig. 3 ist die Bezeichnung des jeweiligen Energiebereichs der Energiespeichervorrichtung 10 angegeben, insbesondere auch durch Angabe,
35 für welche Vorrichtung der jeweilige Energiebereich reserviert ist. Die zweite Spalte gibt die Leistung dieses Energiebereichs in W an, die dritte Spalte die Dauer der Aktivierung der zum jeweiligen Energiebereich gehörenden Vorrichtung innerhalb eines vorgebbaren Testzeitraums. Dieser kann beispielsweise 3 Minuten betragen. Die vierte Spalte gibt die für den jeweili-

35

- gen Bereich gemäß der ersten Spalte zu reservierende Energiemenge in Prozent der Gesamtkapazität der Energiespeichereinrichtung 10 an, die fünfte Spalte dasselbe in Prozent des aktiv nutzbaren Bereichs (siehe Bezugszeichen 12 in Fig. 1). Die sechste Spalte gibt die zugehörige Energiemenge in Wh an, während in der siebten Spalte ein Kommentar zur Berechnung angegeben ist. Die achte und neunte Spalte geben die Schwellen relativ, bezogen auf den nutzbaren Bereich 12, bzw. absolut, bezogen auf die Gesamtkapazität der Energiespeichereinrichtung 10, an.
- 10 Für den oberen, nicht nutzbaren Bereich 14 sind in dem dargestellten Ausführungsbeispiel demnach 20% der Gesamtkapazität reserviert, für den unteren, nicht nutzbaren Bereich ebenfalls 20%. Ein oberer Deratingbereich ist mit 10% berücksichtigt, ein unterer Deratingbereich ebenfalls mit 10%. Zu den Energierückgewinnungsvorrichtungen: Die Reserve für eine elektromechanische aktive Wankstabilisierung (eAWS) beträgt absolut 0,3 %, relativ 0,5 %. Die Reserve für die Schub-/Bremsrekuperation beträgt 6,0 % absolut bzw. 10 % relativ. Die gemäß den Zeilen 1 bis 4 vorgesehenen Energiebereiche begrenzen den Ziel-SOC von oben.
- 20 Auf der Verbraucherseite ist berücksichtigt der Energievorrat zur Aufrechterhaltung eines vorgebbaren zeitlichen Abstands zu einem Stoppverbot des Verbrennungsmotors. Da das Stoppverbot auch im Staubetrieb des Kraftfahrzeugs aufrechterhalten werden soll, wird vorliegend davon ausgegangen, dass die Energiespeichereinrichtung 10 den Energievorrat in dem untersuchten Zeitbereich zumindest für drei StartStopp-Funktionen bereitstellen kann. Dies bedeutet, wenn der Verbrennungsmotor des Kraftfahrzeugs gestoppt wird, soll im Ausführungsbeispiel, siehe Spalte „Kommentar“, frühestens nach 30 s ein erneuter Start des Verbrennungsmotors vorgenommen werden können, d.h. nach einem Stopp des Motors soll dieser mindestens
- 25 30 s aus sein, bevor er wieder gestartet werden muss, um die Batterie zu laden. Gemäß der Kommentarzeile ist hier während eines Zeitraums von 30 s ein durchschnittlicher Bordnetzverbrauch des spezifischen Fahrzeugs von 1,5 kW berücksichtigt.
- 35 Die Reserve für die Bordnetzabdeckung berücksichtigt, dass dann, wenn der Verbrennungsmotor ausgeschaltet wurde, beispielsweise beim erweiterten StartStopp oder beim FMA, dieser Ausschaltzustand über eine vorgebbare Mindestzeit aufrechterhalten werden kann, in der er nicht wegen Bedarf des Bordnetzes wieder gestartet werden muss. Hier ist, siehe Spalte „Kommen-

tar“, eine Zeitdauer von 30 s berücksichtigt, in der durchschnittlich 1,5 kW vom Bordnetz bereitgestellt werden müssen.

5 Die Reserve für die Aktivierungszeit Ladestrategie berücksichtigt, dass eine bestimmte Zeit nach einer Beschleunigungsphase oder nach einem kalten Motorstart der Riemenstartergenerator nicht sofort einsetzbar ist, da dies beispielsweise mit unerwünscht starken Vibrationen einhergehen würde. Die Zeitdauer, bis der Riemenstartergenerator einsetzbar ist, muss daher von der Energiespeichereinrichtung 10 übernommen werden.

10

Weiterhin wird für einen elektronischen Abgasverdichter zur Bereitstellung einer Boost-Funktion eine Energiemenge bereitgestellt.

15 Durch die Addition der unteren nutzbaren Bereiche, des unteren Deratingbereichs sowie der für die vorgegebenen Verbraucher zu reservierenden Energiebereiche, wird der untere Schwellwert uSW des Ziel-SOCs 18 festgelegt. Der absolute untere Schwellwert uSW des Ziel-SOCs beträgt vorliegend 43,5 %, die relative untere Schwellwert 39,2 %. Der obere Schwellwert oSW für den Ziel-SOC 18 beträgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel relativ
20 72,8 %, absolut 63,7 %. Die Breite des Ziel-SOCs 18 beträgt demnach absolut 21,9 %, relativ 36,5 %.

Wie der Darstellung von Fig. 3 zu entnehmen ist, ergeben sich bei unterschiedlicher Fahrzeugausstattung andere obere und untere Schwellwerte
25 oSW, uSW bzw. eine andere Breite des Ziel-SOCs. 18

Fig. 4 zeigt in schematischer Darstellung ein Signalablaufdiagramm für ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Demnach wird in Schritt 100 durch eine Ladezustandssteuereinrichtung 32 der Energiespeichereinrichtung 10 ein Ladezustand der Energiespeichereinrichtung 10 zwischen einem oberen und einem unteren Schwellwert oSW, uSW für einen Zielladezustandsbereich 18 der Energiespeichereinrichtung 10 eingestellt. In Schritt 110 wird während mindestens einer Fahrt mindestens ein Lade- und ein Entladevorgang mit Bezug auf mit der Energiespeichereinrichtung 10
30 ausgetauschte Energiemengen überwacht und daraus mit einer vorgebbaren Wahrscheinlichkeit zu erwartende Energiemengen für zukünftige Lade- und Entladevorgänge ermittelt. Schließlich wird in Schritt 120 basierend auf den Ermittlungen von Schritt 110 der obere und der untere Schwellwert oSW,

uSW für den Zielladezustandsbereich 10 der Energiespeichereinrichtung 10 festgelegt.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zum Steuern einer Energiespeichereinrichtung (10) eines Mild-Hybrid-Kraftfahrzeugs, wobei die Energiespeichereinrichtung (10) eine Gesamtkapazität aufweist, folgenden Schritt umfassend:
- 5 a) durch eine Ladezustandssteuereinrichtung (32) der Energiespeichereinrichtung (10) wird ein Ladezustand der Energiespeichereinrichtung (10) zwischen einem oberen (oSW) und einem unteren Schwellwert (uSW) für einen Zielladezustandsbereich (18) der Energiespeichereinrichtung (10) eingestellt,
- 10 gekennzeichnet durch folgenden Schritt:
- b) während mindestens einer Fahrt werden mindestens ein Lade- (34) und ein Entladevorgang (36) mit Bezug auf mit der Energiespeichereinrichtung (10) ausgetauschte Energiemengen überwacht und daraus mit einer vorgebbaren Wahrscheinlichkeit zu erwartende Energiemengen für zukünftige Lade- und Entladevorgänge ermittelt, und
- 15 c) basierend auf den Ermittlungen von Schritt b) werden der obere (oSW) und der untere Schwellwert (uSW) für den Zielladezustandsbereich (18) der Energiespeichereinrichtung (10) festgelegt.
- 20
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Fahrt in Schritt b) an einer Recheneinrichtung simuliert wird.
- 25
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Fahrt in Schritt b) an einem realen Kraftfahrzeug durchgeführt wird.
- 30
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Fahrt nach einem vorgebbaren, insbesondere genormten Fahrzyklus durchgeführt wird.
- 35
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Schritt b) vor Auslieferung des Kraftfahrzeugs und/oder fortlaufend, insbesondere in vorgebbaren zeitlichen Abständen oder zu vorgebbaren

Ereignissen, während der Benutzung des Kraftfahrzeugs durchgeführt wird.

- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
bei der Festlegung in Schritt c) ein oberer, nicht nutzbarer Ladebereich (14) der Energiespeichereinrichtung (10) und ein unterer, nicht nutzbarer Ladebereich (16) der Energiespeichereinrichtung (10), insbesondere weiterhin ein oberer, nicht nutzbarer Deratingbereich und ein unterer, nicht nutzbarer Deratingbereich der Energiespeichereinrichtung (10), berücksichtigt wird.
- 10
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 in Schritt b) als Ladevorgang (34) mindestens einer der folgenden Ladevorgänge erfasst wird:
- Laden durch ein elektrisches Fahrwerk (40) ,
- Laden durch eine Schub- und/oder Bremsrekuperationsvorrichtung (40),
20 - Laden durch eine elektromechanische aktive Wankstabilisierung (40).
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 in Schritt b) als Entladevorgang (36) mindestens einer der folgenden Entladevorgänge erfasst wird:
- Entladen durch einen elektronischen Abgasverdichter (38),
- Entladen durch das Bordnetz (38),
- Entladen zur Aufrechterhaltung eines vorgebbaren zeitlichen Abstands zu einem Stoppverbot eines Verbrennungsmotors des Kraftfahrzeugs,
30 - Entladen während einer Aktivierungszeit eines Riemenstartergenerators des Kraftfahrzeugs, in der dieser nicht für Ladevorgänge bereitsteht.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
35 in Schritt c) der obere Schwellwert (oSW) für den Zielladezustandsbereich (18) festgelegt wird wie folgt:
oberer Schwellwert (oSW) = Gesamtkapazität – (oberer, nicht nutzbarer Energiebereich (14)) – (erwartete Energiemenge für Ladevorgänge gemäß Schritt b))

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
in Schritt c) der untere Schwellwert (uSW) für den Zielladezustandsbe-
reich (18) festgelegt wird wie folgt:
5 unterer Schwellwert (uSW) = unterer, nicht nutzbarer Energiebereich (16)
+ (erwartete Energiemenge für Entladevorgänge gemäß Schritt b))
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, dass
Schritt b) in Abhängigkeit der Fahrzeugausstattung durchgeführt wird und
in Schritt c) der obere (oSW) und untere Schwellwert (uSW) für den Ziel-
ladezustandsbereich (18) in Abhängigkeit der Fahrzeugausstattung fest-
gelegt wird.
15
12. Ladezustandssteuereinrichtung (32) für ein Mild-Hybrid-Kraftfahrzeug
zum Steuern des Ladens einer Energiespeichereinrichtung (10) des
Kraftfahrzeugs, wobei die Energiespeichereinrichtung (10) eine Gesamt-
kapazität aufweist, wobei die Ladezustandssteuereinrichtung (32) ausge-
20 legt ist, einen Ladezustand der Energiespeichereinrichtung (10) zwischen
einem oberen (oSW) und einem unteren Schwellwert (uSW) für einen
Zielladezustandsbereich (18) der Energiespeichereinrichtung (10) einzu-
stellen,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 die Ladezustandssteuereinrichtung (32) ausgelegt ist, während mindes-
tens einer Fahrt mindestens einen Lade (34)- und einen Entladevorgang
(36) mit Bezug auf mit der Energiespeichereinrichtung (10) ausgetausch-
te Energiemengen zu überwachen und daraus mit einer vorgebbaren
Wahrscheinlichkeit zu erwartende Energiemengen für zukünftige Lade-
30 und Entladevorgänge zu ermitteln,
wobei die Ladezustandssteuereinrichtung (32) weiterhin ausgelegt ist,
basierend auf den ermittelten, zu erwartenden Energiemengen den obe-
ren (oSW) und den unteren Schwellwert (uSW) für den Zielladezu-
standsbereich (18) der Energiespeichereinrichtung (10) festzulegen.

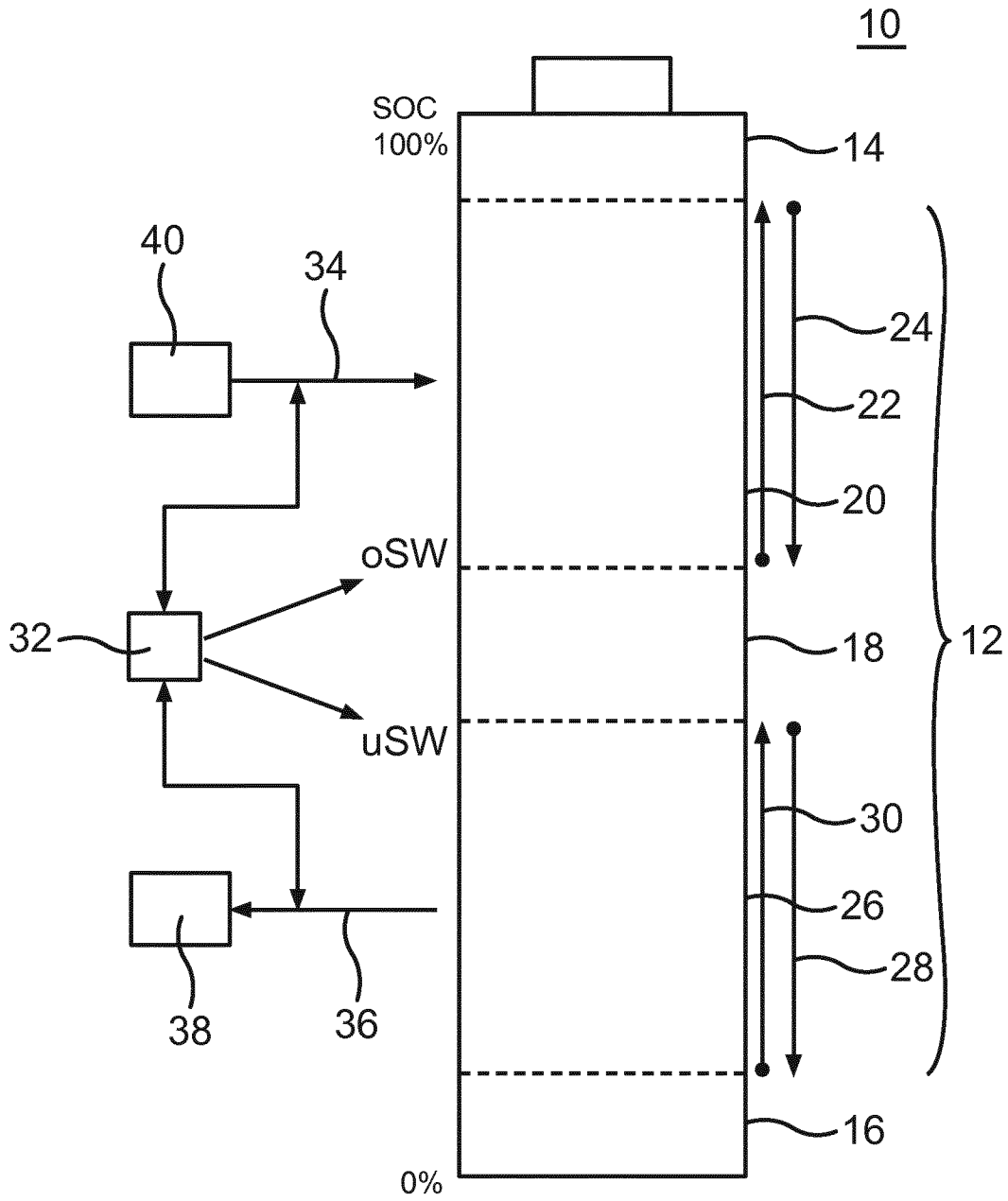


Fig.1

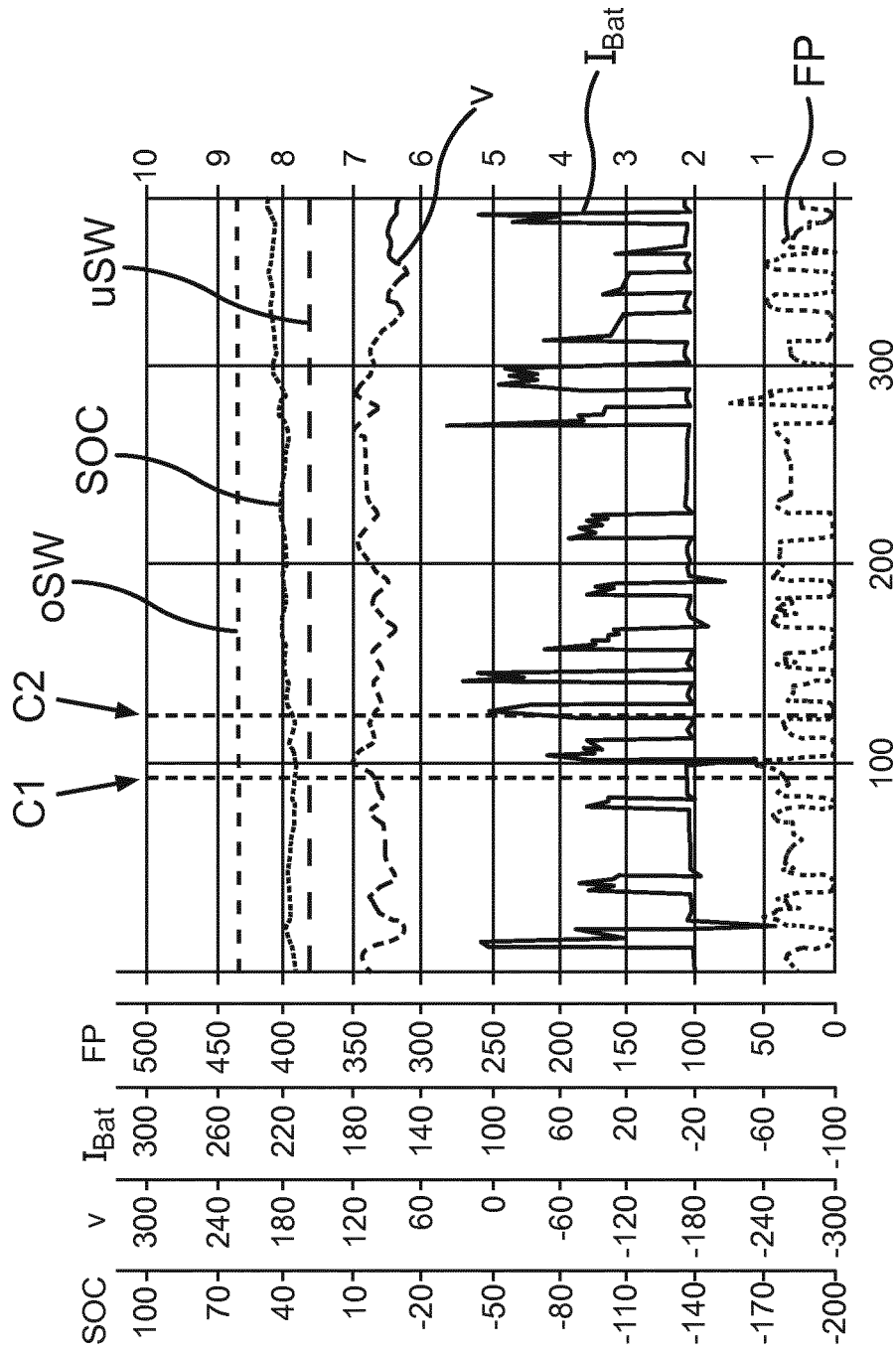


Fig.2

Leistung[W]	Dauer[s]	SOC brutto/absolut	SOC Nutzbar/relativ	Energie-menge[Wh]	Kommentar	Schwellen relativ	Schwellen absolut
10	14	20,0%	-	92	SOC max 80%	100%	80,0%
20	46	10,0%	16,7%	46		83,3%	70,0%
20	1	0,3%	0,5%	1		82,8%	69,7%
20	28	6,0%	10,0%	28		72,8%	63,7%
18	101	21,9%	36,5%	101		39,2%	43,5%
1500	90	8,1%	13,6%	38	3 Mal 1,5kW@30s	25,7%	35,4%
1500	30	2,7%	4,5%	13	1,5kW @30s	21,2%	32,7%
2000	5	0,6%	1,0%	3		17,2%	30,3%
5000	1	0,3%	0,5%	1		16,7%	30,0%
16	46	10,0%	16,7%	46		0%	
	92	20,0%	-	92	SOC min 20%		
Summe		100,000%	100,000%	461			

Fig.3

4/4

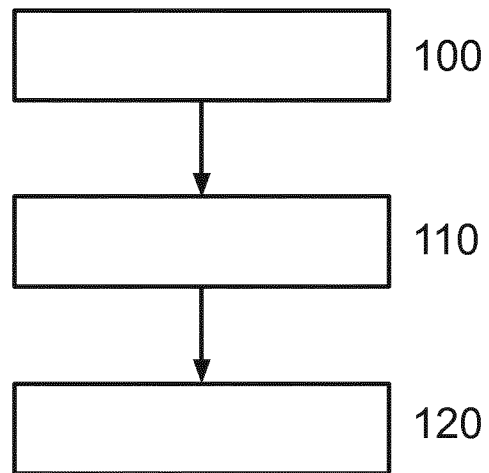


Fig.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/059629

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60L11/18 B60K6/485 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)
B60L 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	DE 10 2013 112678 A1 (PORSCHE AG [DE]) 21 May 2015 (2015-05-21) abstract; figures 1,3,4,5,7 paragraph [0006] - paragraph [0019] paragraph [0043] - paragraph [0047]; claims 1,8	1,3-5, 7-12 1-5,7-12 6
Y A	DE 601 17 960 T2 (AZURE DYNAMICS INC [CA]) 30 November 2006 (2006-11-30) paragraph [0053] - paragraph [0058]; figures 2,3,4,6-9	1-5,7-12 6
X	WO 2014/099354 A1 (EMERALD AUTOMOTIVE LLC [US]) 26 June 2014 (2014-06-26) paragraph [0027]; claim 1; figures 1,3-10	1,2
	----- -/--	

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 18 July 2017	Date of mailing of the international search report 27/07/2017
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 Berkus, Frank

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/059629

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2014 222007 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 30 April 2015 (2015-04-30) paragraph [0002] - paragraph [0002]; figure 1 paragraph [0054] - paragraph [0058]; figure 6	1,2
A	----- DE 11 2012 006106 T5 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 15 January 2015 (2015-01-15) paragraph [0046]; figures 2-7 -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/059629

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102013112678 A1	21-05-2015	NONE	

DE 60117960 T2	30-11-2006	AT 320358 T	15-04-2006
		AU 2992401 A	07-08-2001
		CA 2397074 A1	02-08-2001
		DE 60117960 T2	30-11-2006
		EP 1252036 A1	30-10-2002
		ES 2260196 T3	01-11-2006
		US 6242873 B1	05-06-2001
		WO 0154940 A1	02-08-2001

WO 2014099354 A1	26-06-2014	EP 2847027 A1	18-03-2015
		US 2015134174 A1	14-05-2015
		WO 2014099354 A1	26-06-2014

DE 102014222007 A1	30-04-2015	CN 104590246 A	06-05-2015
		DE 102014222007 A1	30-04-2015
		US 2015120107 A1	30-04-2015

DE 112012006106 T5	15-01-2015	CN 104203694 A	10-12-2014
		DE 112012006106 T5	15-01-2015
		JP 5817920 B2	18-11-2015
		JP W02013145104 A1	03-08-2015
		KR 20140139036 A	04-12-2014
		US 2015046011 A1	12-02-2015
		WO 2013145104 A1	03-10-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60L11/18 B60K6/485 B60W10/08 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60L 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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y A	DE 10 2013 112678 A1 (PORSCHE AG [DE]) 21. Mai 2015 (2015-05-21) Zusammenfassung; Abbildungen 1,3,4,5,7 Absatz [0006] - Absatz [0019] Absatz [0043] - Absatz [0047]; Ansprüche 1,8 -----	1,3-5, 7-12 1-5,7-12 6
Y A	DE 601 17 960 T2 (AZURE DYNAMICS INC [CA]) 30. November 2006 (2006-11-30) Absatz [0053] - Absatz [0058]; Abbildungen 2,3,4,6-9 -----	1-5,7-12 6
X	WO 2014/099354 A1 (EMERALD AUTOMOTIVE LLC [US]) 26. Juni 2014 (2014-06-26) Absatz [0027]; Anspruch 1; Abbildungen 1,3-10 ----- -/--	1,2
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
18. Juli 2017		27/07/2017
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 Berkus, Frank

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2014 222007 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 30. April 2015 (2015-04-30) Absatz [0002] - Absatz [0002]; Abbildung 1 Absatz [0054] - Absatz [0058]; Abbildung 6 -----	1,2
A	DE 11 2012 006106 T5 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 15. Januar 2015 (2015-01-15) Absatz [0046]; Abbildungen 2-7 -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/059629

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013112678 A1	21-05-2015	KEINE	

DE 60117960 T2	30-11-2006	AT 320358 T	15-04-2006
		AU 2992401 A	07-08-2001
		CA 2397074 A1	02-08-2001
		DE 60117960 T2	30-11-2006
		EP 1252036 A1	30-10-2002
		ES 2260196 T3	01-11-2006
		US 6242873 B1	05-06-2001
		WO 0154940 A1	02-08-2001

WO 2014099354 A1	26-06-2014	EP 2847027 A1	18-03-2015
		US 2015134174 A1	14-05-2015
		WO 2014099354 A1	26-06-2014

DE 102014222007 A1	30-04-2015	CN 104590246 A	06-05-2015
		DE 102014222007 A1	30-04-2015
		US 2015120107 A1	30-04-2015

DE 112012006106 T5	15-01-2015	CN 104203694 A	10-12-2014
		DE 112012006106 T5	15-01-2015
		JP 5817920 B2	18-11-2015
		JP W02013145104 A1	03-08-2015
		KR 20140139036 A	04-12-2014
		US 2015046011 A1	12-02-2015
		WO 2013145104 A1	03-10-2013
