

(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
25. Januar 2024 (25.01.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/017773 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B60L 3/00 (2019.01) *B60L 3/12* (2006.01)
B60L 3/04 (2006.01) *G01R 31/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/069590
- (22) Internationales Anmeldedatum:
13. Juli 2023 (13.07.2023)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2022 002 626.0
18. Juli 2022 (18.07.2022) DE
- (71) Anmelder: **MERCEDES-BENZ GROUP AG** [DE/DE];
Mercedesstraße 120, 70372 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder: **CHLOUBA, Norbert**; Klosterstrasse 12, 72644 Oberboilingen (DE). **BOEHME, Urs**; Schlehenweg 30, 71139 Ehningen (DE).
- (74) Anwalt: **SCHEIDLE, Thorsten**; Mercedes-Benz Intellectual Property GmbH & Co. KG, 063-H512, 70546 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,

(54) Title: VEHICLE HAVING A HIGH-VOLTAGE ONBOARD ELECTRICAL SYSTEM AND METHOD FOR OPERATING THE HIGH-VOLTAGE ONBOARD ELECTRICAL SYSTEM

(54) Bezeichnung: FAHRZEUG MIT EINEM HOCHVOLTBOARDNETZ UND VERFAHREN ZUM BETRIEB DES HOCHVOLTBOARDNETZES

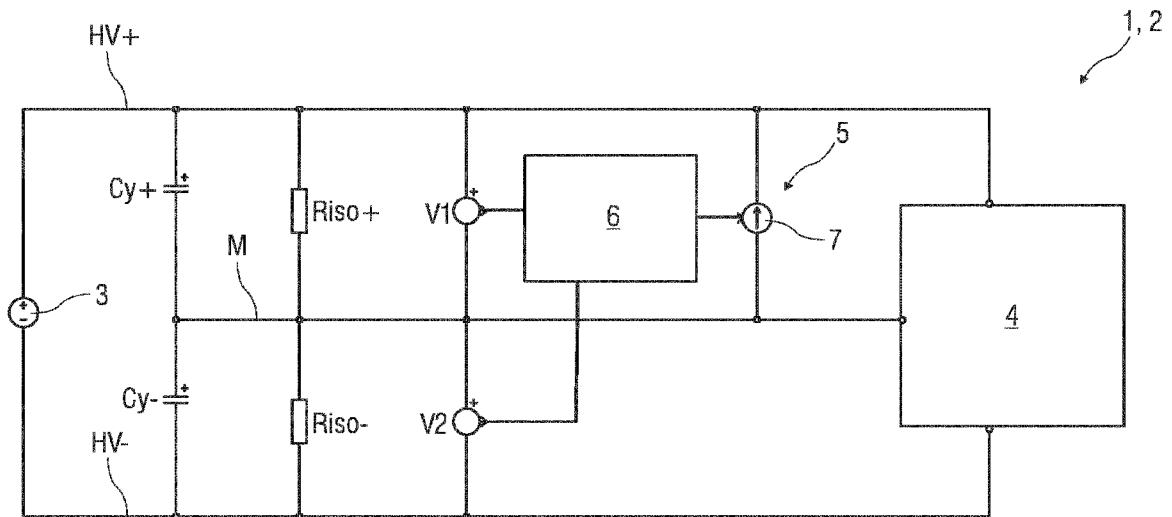


FIG 1

(57) Abstract: The invention relates to a vehicle (1) having a high-voltage onboard electrical system (2) with a traction battery (3), high-voltage potentials (HV+, HV-), a reference potential (M), insulation resistors (Riso+, Riso-), Y-capacitors (Cy+, Cy-), an insulation monitor (4), voltage measurement devices (V1, V2) between the high-voltage potentials (HV+, HV-) and the reference potential (M), a potential distribution control circuit (5) and a processing unit (6) which is designed and configured to determine a currently present vehicle status and to control the potential distribution control circuit (5) in order to prevent a potential voltage limit value for the vehicle status from being exceeded, wherein for a plurality of vehicle statuses, in each case one potential voltage limit value is specified or



WO 2024/017773 A1

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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
 - in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.
-

can be determined by the processing unit (6).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug (1) mit einem Hochvoltbordnetz (2) mit einer Traktionsbatterie (3), Hochvoltpotentialen (HV+, HV-), einem Bezugspotential (M), Isolationswiderständen (Riso+, Riso-), Y-Kapazitäten (Cy+, Cy-), einem Isolationswächter (4), Spannungsmessvorrichtungen (V1, V2) zwischen den Hochvoltpotentialen (HV+, HV-) und dem Bezugspotential (M), einer Potentialverteilungssteuerungsschaltung (5) und einer Verarbeitungseinheit (6), die ausgebildet und eingerichtet ist, einen aktuell vorliegenden Fahrzeugstatus zu ermitteln und die Potentialverteilungssteuerungsschaltung (5) zum Verhindern eines Überschreitens eines Potentialspannungsgrenzwertes für den Fahrzeugstatus anzusteuern, wobei für mehrere Fahrzeugstatus jeweils ein Potentialspannungsgrenzwert vorgegeben ist oder von der Verarbeitungseinheit (6) ermittelbar ist.

Fahrzeug mit einem Hochvoltbordnetz und Verfahren zum Betrieb des Hochvoltbordnetzes

Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit einem Hochvoltbordnetz nach den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Betrieb des Hochvoltbordnetzes.

Aus dem Stand der Technik sind, wie in der DE 10 2018 211 625 A1 beschrieben, eine Bordnetzanordnung für ein Kraftfahrzeug, ein Kraftfahrzeug und ein Verfahren zum Überwachen einer Bordnetzsymmetrie bekannt. Die Bordnetzanordnung umfasst einen Hochvolt-Energiespeicher zur Bereitstellung eines ersten und eines zweiten Hochvolt-Potentials, zwischen welchen eine Gesamtspannung abgreifbar ist, einen ersten Isolationswiderstand zwischen dem ersten Hochvolt-Potential und einer Masse, und einen zweiten Isolationswiderstand zwischen dem zweiten Hochvolt-Potential und der Masse. Dabei ist die Bordnetzanordnung derart symmetrisch ausgebildet, dass sich zumindest in einem bestimmten Zustand der Bordnetzanordnung der erste Isolationswiderstand vom zweiten Isolationswiderstand maximal um ein vorbestimmbares Maß unterscheidet. Die Bordnetzanordnung weist eine Symmetrieüberwachungseinrichtung auf, die zur Überwachung der Bordnetzsymmetrie dazu ausgelegt ist, zu überprüfen, ob sich der erste Isolationswiderstand vom zweiten Isolationswiderstand um mehr als das vorbestimmbare Maß unterscheidet, und falls dies der Fall ist, eine vorbestimmte Maßnahme auszulösen.

In der DE 10 2018 116 055 B3 werden ein Verfahren und ein Isolationswächter zur widerstandsadaptiven Isolierungsüberwachung beschrieben. In dem Verfahren zur Isolationsüberwachung eines HV-Systems, welches eine erste Leitung mit einem ersten Spannungswert und eine zweite Leitung mit einem zweiten Spannungswert aufweist, werden ein erster Potentialunterschied zwischen dem ersten Spannungswert und Masse und ein zweiter Potentialunterschied zwischen dem zweiten Spannungswert und Masse gebildet. Eine erste Serienschaltung eines ersten Halbleiterschalters mit einem ersten Widerstand wird zwischen dem ersten Spannungswert und Masse angeordnet und eine zweite Serienschaltung eines zweiten Halbleiterschalters mit einem zweiten Widerstand

wird zwischen dem zweiten Spannungswert und Masse angeordnet. Auf den beiden Halbleiterschaltern werden eine erste und eine zweite Pulsweitenmodulation ausgeführt, wobei mittels der jeweiligen Pulsweitenmodulation ein erstes und ein zweites Paar an Widerstandswerten der beiden Serienschaltungen moduliert wird. Zu dem ersten Paar an Widerstandswerten wird eine erste Spannungsmessung durchgeführt und dadurch ein erstes Wertepaar aus erstem und zweitem Potentialunterschied ermittelt. Zu dem zweiten Paar an Widerstandswerten wird eine zweite Spannungsmessung durchgeführt und dadurch ein zweites Wertepaar aus erstem und zweitem Potentialunterschied ermittelt. Mit den beiden Wertepaaren werden ein erster Isolationswiderstand der ersten Leitung und ein zweiter Isolationswiderstand der zweiten Leitung berechnet.

Aus der DE 10 2021 003 843 A1 sind ein Isolationswächter für ein Hochvolt-Bordnetz eines Kraftfahrzeugs und ein Verfahren zum Betrieb des Isolationswächters bekannt. Das Bordnetz umfasst eine HV-Batterie und ist von einer Fahrzeugmasse galvanisch getrennt. Es ist jeweils eine Y-Kapazität zwischen dem positiven Potenzial und der Fahrzeugmasse sowie zwischen dem negativen Potenzial und der Fahrzeugmasse vorgesehen. Der Isolationswächter weist eine Stromquelle oder eine Spannungsquelle auf. Des Weiteren umfasst der Isolationswächter einen Spannungsmesser zum Messen mindestens eines der Potentiale. Der Isolationswächter ist dazu konfiguriert, bei Überschreiten eines vorgegebenen oberen Wertes durch das vom Spannungsmesser gemessene Potenzial mittels der Stromquelle einen negativen Strom aufzuprägen und bei Unterschreiten eines vorgegebenen unteren Wertes durch das vom Spannungsmesser gemessene Potenzial mittels der Stromquelle einen positiven Strom aufzuprägen, der auf einen maximal zulässigen Berührstrom im Falle eines Isolationsfehlers begrenzt ist, und anhand der vom Spannungsmesser gemessenen Spannung und anhand des eingespeisten Umladestroms auf die Größe der Isolationswiderstände zu schließen.

In der DE 10 2018 115 929 A1 werden ein Verfahren zur Übertragung von Energie von einer Ladevorrichtung in ein Bordnetz eines Fahrzeugs und ein System mit einer Ladevorrichtung und einem mit der Ladevorrichtung verbundenen Bordnetz eines Fahrzeugs beschrieben. Das Bordnetz weist ein positives Potential, ein negatives Potential und ein Erdpotential auf. Ein erster Y-Kondensator ist zwischen dem positiven Potential und dem Erdpotential angeordnet und ein zweiter Y-Kondensator ist zwischen dem negativen Potential und dem Erdpotential angeordnet. Eine erste einstellbare Widerstandseinrichtung ist parallel zu dem ersten Y-Kondensator geschaltet und eine zweite einstellbare Widerstandseinrichtung ist parallel zu dem zweiten Y-Kondensator geschaltet. Im Verfahren wird die Ladevorrichtung mit dem Bordnetz verbunden, eine

erste Spannung über dem ersten Y-Kondensator gemessen, ein ohmscher Widerstand der ersten einstellbaren Widerstandseinrichtung und/oder der zweiten einstellbaren Widerstandseinrichtung in Abhängigkeit von der gemessenen ersten Spannung eingestellt und Energie von der Ladevorrichtung in das Bordnetz übertragen.

Die gattungsbildende Schrift DE 10 2020 007 868 A1 zeigt ein Verfahren zum Laden eines elektrischen Energiespeichers eines Fahrzeugs, wobei das Fahrzeug für einen Ladevorgang mit einer Gleichspannungsladequelle gekoppelt wird. Über einen Gleichspannungswandler des Fahrzeugs wird eine Gleichspannung der Gleichspannungsladequelle in eine Ladespannung zum Laden des elektrischen Energiespeichers umgewandelt. Eine Isolationsüberwachungseinheit des Fahrzeugs ermittelt eine Potentialverteilung zwischen einem ersten Potential des Fahrzeugs und einem zweiten Potential des Fahrzeugs und einen Widerstandswert zumindest eines Isolationswiderstands des Fahrzeugs. In Abhängigkeit von der ermittelten Potentialverteilung und dem Widerstandswert des zumindest einen Isolationswiderstands wird zumindest ein Potential-Schutzwiderstand einer Potential-Schutzschaltung zwischen dem zweiten Potential des Fahrzeugs und einem Bezugspotential verschaltet.

Auch die DE 10 2021 003 884 A1 offenbart eine Schutzvorrichtung für ein elektrisches Gleichstromnetz, insbesondere für ein Hochvoltnetz. Die Schutzvorrichtung umfasst eine Schutzschaltung zur Reduzierung eines durch Y-Kondensatoren des elektrischen Gleichstromnetzes verursachten elektrischen Schlags, wobei die Schutzschaltung einen ersten Schutzschalter zwischen einer Pluspotentialleitung und einer Bezugspotentialleitung und einen zweiten Schutzschalter zwischen einer Minuspotentialleitung und der Bezugspotentialleitung umfasst. Zum Testen ist ein Auslösen der Schutzschaltung nach einem Zuschalten einer Testschaltung über eine Spannungsmessung erfassbar.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Fahrzeug mit einem gegenüber dem Stand der Technik verbesserten Hochvoltbordnetz und ein verbessertes Verfahren zum Betrieb des Hochvoltbordnetzes anzugeben.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Fahrzeug mit einem Hochvoltbordnetz mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Betrieb des Hochvoltbordnetzes mit den Merkmalen des Anspruchs 7.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Ein Fahrzeug weist ein elektrisches Hochvoltbordnetz auf. Unter dem Begriff „Hochvolt“, auch mit HV abgekürzt, ist insbesondere eine elektrische Gleichspannung zu verstehen, die insbesondere größer als etwa 60 V ist. Insbesondere ist der Begriff „Hochvolt“ konform zur Norm ECE R 100 auszulegen.

Das Hochvoltbordnetz umfasst eine Traktionsbatterie, d. h. einen elektrochemischen Energiespeicher zur Energieversorgung mindestens einer elektrischen Antriebsmaschine zum Antrieb des Fahrzeugs. Das Fahrzeug ist somit insbesondere ein Elektrofahrzeug oder Hybridfahrzeug.

Des Weiteren umfasst das Hochvoltbordnetz ein positives Hochvoltpotential, ein negatives Hochvoltpotential, ein insbesondere als Massepotential ausgebildetes Bezugspotential, einen Isolationswiderstand zwischen dem positiven Hochvoltpotential und dem Bezugspotential, einen Isolationswiderstand zwischen dem negativen Hochvoltpotential und dem Bezugspotential, eine Y-Kapazität zwischen dem positiven Hochvoltpotential und dem Bezugspotential, eine Y-Kapazität zwischen dem negativen Hochvoltpotential und dem Bezugspotential, einen mit dem positiven Hochvoltpotential, dem negativen Hochvoltpotential und dem Bezugspotential elektrisch gekoppelten Isolationswächter, eine Spannungsmessvorrichtung zwischen dem positiven Hochvoltpotential und dem Bezugspotential zur Messung einer positiven Hochvoltpotentialspannung vom positiven Hochvoltpotential zum Bezugspotential, eine Spannungsmessvorrichtung zwischen dem negativen Hochvoltpotential und dem Bezugspotential zur Messung einer negativen Hochvoltpotentialspannung vom negativen Hochvoltpotential zum Bezugspotential, eine Potentialverteilungssteuerungsschaltung und eine Verarbeitungseinheit, die mit den Spannungsmessvorrichtungen zur Auswertung der gemessenen Hochvoltpotentialspannungen und mit der Potentialverteilungssteuerungsschaltung zu deren Ansteuerung gekoppelt ist.

Erfindungsgemäß ist die Verarbeitungseinheit ausgebildet und eingerichtet, einen aktuell vorliegenden Fahrzeugstatus zu ermitteln und die Potentialverteilungssteuerungsschaltung zum Verhindern eines Überschreitens eines Potentialspannungsgrenzwertes für den Fahrzeugstatus anzusteuern, wobei für mehrere Fahrzeugstatus jeweils ein Potentialspannungsgrenzwert vorgegeben ist oder von der Verarbeitungseinheit ermittelbar ist. Der jeweilige Potentialspannungsgrenzwert ist dabei ein Absolutbetrag. Er gilt somit sowohl für die positive Hochvoltpotentialspannung, hier

entsprechend mit positivem Vorzeichen, als auch für die negative Hochvoltpotentialspannung, hier entsprechend mit negativem Vorzeichen.

In einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb des Hochvoltbordnetzes des Fahrzeugs ist entsprechend vorgesehen, dass die Verarbeitungseinheit den aktuell vorliegenden Fahrzeugstatus ermittelt und die Potentialverteilungssteuerungsschaltung zum Verhindern des Überschreitens des Potentialspannungsgrenzwertes ansteuert, der für diesen Fahrzeugstatus vorgegeben ist oder von der Verarbeitungseinheit vor dem Ansteuern der Potentialverteilungssteuerungsschaltung ermittelt wird.

Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht somit eine fahrzeugzustandsabhängige Begrenzung der Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential auf den jeweiligen Potentialspannungsgrenzwert. Dadurch wird insbesondere eine Einhaltung normativer Obergrenzen in den Y-Kapazitäten gespeicherter Energie/Ladung sichergestellt. Insbesondere aufgrund einer zunehmenden Verwendung höherer Spannungslagen, beispielsweise 800V, in Fahrzeugen steigt die gespeicherte Energie/Ladung in den Y-Kapazitäten, die insbesondere als Filterkondensatoren ausgebildet sind oder diese umfassen. Die Einhaltung der normativen Obergrenzen stellt daher eine Herausforderung dar. Bei einem Laden an einer Gleichstromladestation werden zudem zu den Y-Kapazitäten des Fahrzeugs noch Y-Kapazitäten in der Gleichstromladestation elektrisch parallelgeschaltet. Dies führt zu einer weiteren Erhöhung der gespeicherten Energie/Ladung.

Durch die erfindungsgemäße Lösung können größere Y-Kapazitäten im Fahrzeug verbaut werden, wodurch Filtermöglichkeiten von Leistungselektroniken des Fahrzeugs verbessert werden können. Des Weiteren ermöglicht es die erfindungsgemäße Lösung, eine Überlastung einer Isolation in der Gleichstromladestation beim Laden über einen galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler zu verhindern. Zudem ermöglicht es die erfindungsgemäße Lösung, eine Funktion des Isolationswächters im Fahrzeug und/oder eines Isolationswächters in der Gleichstromladestation auch bei aktiver Potentialverteilungssteuerungsschaltung, d. h. bei aktiver Schaltung zur Begrenzung der Hochvoltpotentialspannungen auf den jeweiligen Potentialspannungsgrenzwert, weiterhin sicherzustellen.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass jeweils ein Potentialspannungsgrenzwert vorgegeben oder von der Verarbeitungseinheit ermittelbar ist für einen
- Fahrzeugstatus I: Fahrbetrieb, und

- Fahrzeugstatus II: Laden der Traktionsbatterie an einer Gleichstromladestation mit einer Ladespannung, die mindestens so groß ist wie eine Batterienennspannung der Traktionsbatterie, und
- Fahrzeugstatus III: Laden der Traktionsbatterie über einen galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler an einer Gleichstromladestation mit einer Ladespannung und einer Auslegungsspannung ihrer Isolation, die kleiner ist als die Batterienennspannung der Traktionsbatterie, und
- Fahrzeugstatus IV: Betrieb einer Hochvoltkomponente mit einer Auslegungsspannung ihrer Isolation, die kleiner ist als eine Auslegungsspannung des Hochvoltbordnetzes, über einen galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler.

Diese Fahrzeugstatus erfordern, insbesondere aufgrund einer jeweils anderen Gesamtkapazität der im jeweiligen Fahrzeugstatus aktiven Y-Kapazitäten, jeweils einen eigenen Potentialspannungsgrenzwert, wobei dieser insbesondere im Fahrzeugstatus II und III auch von den Y-Kapazitäten der jeweiligen Gleichstromladestation, mittels welcher die Traktionsbatterie jeweils geladen wird, abhängig ist und sich daher bei verschiedenen Gleichstromladestationen unterscheiden kann.

Es ist insbesondere vorgesehen, dass der Potentialspannungsgrenzwert für den jeweiligen Fahrzeugstatus in Abhängigkeit von mindestens einem einzuhaltenden Sicherheitsziel vorgegeben oder von der Verarbeitungseinheit ermittelbar ist. Als Sicherheitsziele sind insbesondere vorgegeben:

Sicherheitsziel I: Reduzierung der maximalen Energie in den Y-Kapazitäten. Bei Fahrzeugen mit höheren Auslegungsspannungen des Hochvoltbordnetzes, d. h. Betriebsspannungen, beispielsweise 850V oder höher, steigt der Energieinhalt der Y-Kapazitäten quadratisch mit der Gleichspannung an. Der in den Y-Kapazitäten gespeicherte Ladungsinhalt steigt proportional mit der Gleichspannung an. Bei den Y-Kapazitäten handelt es sich teilweise um real existierende Bauteile in Form von EMV-Filter-Komponenten (EMV = Elektromagnetische Verträglichkeit) und teilweise um so genannte Streukapazitäten. Die maximal gespeicherte Energie und die maximale Ladungsmenge sind normativ begrenzt, um einen gefährlichen Stromschlag als Folge eines einfachen Isolationsfehlers zu verhindern. Beispielhafte Normen hierzu sind die ISO 17409 und die J1772. Als maximale Energie in den Y-Kapazitäten wird eine komplett unsymmetrische Hochvoltpotentialverteilung betrachtet. Dabei liegt zwischen einem Hochvoltpotential und dem Bezugspotential die volle Batteriespannung der Traktionsbatterie an, während über dem anderen Hochvoltpotential und dem

Bezugspotential 0V, d. h. keine Spannung, anliegt. Die in den Y-Kapazitäten gespeicherten Energien, d. h. die Summe der Energien beider Hochvoltpotentiale, können reduziert werden, indem die Unsymmetrie der Hochvoltpotentiale bezogen auf das Bezugspotential eingeschränkt, d. h. begrenzt, wird. Dies wird durch die oben beschriebene Lösung über den entsprechenden Potentialspannungsgrenzwert und die mittels der Verarbeitungseinheit entsprechend angesteuerte Potentialverteilungssteuerungsschaltung zum Verhindern des Überschreitens des Potentialspannungsgrenzwertes erreicht.

Sicherheitsziel II: Einhaltung einer maximalen Isolationsauslegung in einem Hochvoltsystem mit niedrigerer Spannungsauslegung beim Verbinden zweier Hochvoltsysteme über einen galvanisch gekoppelten Spannungswandler. Dies betrifft insbesondere den Fahrzeugstatus III, d. h. das Laden der Traktionsbatterie über den galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler an einer Gleichstromladestation mit einer Ladespannung und einer Auslegungsspannung ihrer Isolation, die kleiner ist als die Batterienennspannung der Traktionsbatterie, und den Fahrzeugstatus IV, d. h. den Betrieb einer Hochvoltkomponente mit einer Auslegungsspannung ihrer Isolation, die kleiner ist als die Auslegungsspannung des Hochvoltbordnetzes, über den galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler. Das Hochvoltsystem mit höherer Spannungsauslegung ist dabei jeweils das Hochvoltsystem, insbesondere Hochvoltbordnetz, des Fahrzeugs. Das Hochvoltsystem mit niedrigerer Spannungsauslegung ist im Fahrzeugstatus III die Gleichstromladestation und im Fahrzeugstatus IV die Hochvoltkomponente. Wird das Fahrzeug, insbesondere dessen Traktionsbatterie, mit höherer Spannungslage, beispielsweise 800V, über den galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler an einer Gleichstromladestation geladen, bei der die Isolationsauslegung niedriger ist als diese Spannungslage des Fahrzeugs, beispielsweise nur 400V oder 500V beträgt (Fahrzeugstatus III), dann soll gemäß dieses Sicherheitsziels II nie eine Überlastung der Isolation der Gleichstromladestation auftreten. Das Gleiche gilt auch für den Betrieb der Hochvoltkomponente mit niedrigerer Auslegungsspannung der Isolation, beispielsweise 500V, im Vergleich zur Auslegungsspannung des Fahrzeugs, beispielsweise 800V, über den galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler (Fahrzeugstatus IV). Auch hier soll gemäß diesem Sicherheitsziels II nie eine Überlastung der Isolation dieser Hochvoltkomponente auftreten. Zudem ist, zumindest bei Bedarf, sicherzustellen, dass die Hochvoltpotentialspannungen zwischen den Hochvoltpotentialen bezogen auf das Bezugspotential, insbesondere im Betrieb des Fahrzeugs und der Gleichstromladestation

bzw. im Betrieb des Fahrzeugs und der Hochvoltkomponente, keine Vorzeichenumkehr erfahren.

Sicherheitsziel III: Kompatibilität mit dem Isolationswächter im Fahrzeug und/oder in der Gleichstromladestation. Der Isolationswächter im Fahrzeug oder in der Gleichstromladestation ermittelt den Isolationswiderstand, indem die Hochvoltpotentialverteilung um einen gewissen, insbesondere vorgegebenen, Betrag umgeladen wird. Ein dafür notwendiger Spannungshub darf einerseits nicht zu einer Überschreitung des Sicherheitsziels I (maximaler Energieinhalt in Y-Kapazitäten) und des Sicherheitsziels II (maximale Spannung der Isolation nicht überschritten) führen, andererseits muss dieser Spannungshub jedoch noch ausreichend hoch sein, damit der Isolationswächter ein ausreichend genaues Berechnungsergebnis ermitteln kann.

Es ist daher insbesondere vorgesehen, dass der Potentialspannungsgrenzwert für den jeweiligen Fahrzeugstatus in Abhängigkeit von einer Gesamtkapazität aller in diesem Fahrzeugstatus aktiven Y-Kapazitäten vorgegeben oder von der Verarbeitungseinheit ermittelbar ist.

Im Fahrzeugzustand I, d. h. im Fahrbetrieb des Fahrzeugs, ist der Isolationswächter im Fahrzeug aktiv. Es besteht keine Verbindung des Fahrzeugs zu einer Gleichstromladestation. Aktiv sind somit nur die Y-Kapazitäten im Fahrzeug. Deren Gesamtkapazität ist bekannt und somit der Ermittlung oder Vorgabe des Potentialspannungsgrenzwertes vorgegeben. Dieser Potentialspannungsgrenzwert, d. h. der Grenzwert der maximalen Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential, kann somit berechnet werden, um das Sicherheitsziel I einzuhalten, beispielsweise ein Potentialspannungsgrenzwert von 600V, d. h. eine maximale positive Hochvoltpotentialspannung vom positiven Hochvoltpotential zum Bezugspotential von 600V und eine maximale negative Hochvoltpotentialspannung vom negativen Hochvoltpotential zum Bezugspotential von -600V. Durch den Isolationswächter wird eine zyklische Verschiebung der Hochvoltpotentiale hervorgerufen. Die durch die Verarbeitungseinheit entsprechend angesteuerte Potentialverteilungssteuerungsschaltung begrenzt diese zyklische Potentialverschiebung beim Erreichen des Potentialspannungsgrenzwertes, d. h. der maximalen Hochvoltpotentialspannungen.

Es ist insbesondere vorgesehen, dass die Gesamtkapazität im Fahrzeugstatus II oder III durch die Verarbeitungseinheit aus der Summe der Y-Kapazitäten des Hochvoltbordnetzes und eines geschätzten Y-Gesamtkapazitätswertes der

Gleichstromladestation ermittelbar ist oder mittels mindestens einer messtechnischen Einrichtung messbar ist.

Im Fahrzeugzustand II, d. h. Laden der Traktionsbatterie an einer Gleichstromladestation mit einer Ladespannung, die mindestens so groß ist wie eine Batterienennspannung der Traktionsbatterie von beispielsweise 800V, besteht eine Verbindung des Fahrzeugs und somit von dessen Hochvoltbordnetz zu einer Gleichstromladestation mit gleicher oder höherer Ladespannung, beispielsweise mit einer Ladespannung von 1000V. Der Isolationswächter im Fahrzeug oder in der Gleichstromladestation ist aktiv und überwacht das Fahrzeug und die Gleichstromladestation. Die Gesamtkapazität aller aktiven Y-Kapazitäten, d. h. von Gleichstromladestation und Fahrzeug, ist zu Beginn des Ladevorgangs nicht exakt bekannt, da die Y-Kapazitäten der Gleichstromladestation nicht bekannt sind, kann aber beispielsweise abgeschätzt werden aus der Summe der Y-Kapazitäten des Fahrzeugs und einem zusätzlich angenommenen Y-Gesamtkapazitätswert für die Gleichstromladestation, beispielsweise einer maximal normativ zulässigen Kapazität der Gleichstromladestation von beispielsweise 500nF je Hochvoltpotential. Alternativ wird die Gesamtkapazität messtechnisch ermittelt. Aufgrund der auf die beschriebene Weise ermittelten Gesamtkapazität wird der Potentialspannungsgrenzwert, d. h. der Grenzwert der maximalen Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential, berechnet, um das Sicherheitsziel I einzuhalten, beispielsweise ein Potentialspannungsgrenzwert von 550V, d. h. eine maximale positive Hochvoltpotentialspannung vom positiven Hochvoltpotential zum Bezugspotential von 550V und eine maximale negative Hochvoltpotentialspannung vom negativen Hochvoltpotential zum Bezugspotential von -550V. Durch den Isolationswächter wird eine zyklische Verschiebung der Hochvoltpotentiale hervorgerufen. Die durch die Verarbeitungseinheit entsprechend angesteuerte Potentialverteilungssteuerungsschaltung begrenzt diese zyklische Potentialverschiebung beim Erreichen des Potentialspannungsgrenzwertes, d. h. der maximalen Hochvoltpotentialspannungen.

Im Fahrzeugzustand III, d. h. Laden der Traktionsbatterie über den galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler an einer Gleichstromladestation mit einer Ladespannung und einer Auslegungsspannung ihrer Isolation, die kleiner ist als die Batterienennspannung der Traktionsbatterie, besteht eine Verbindung des Fahrzeugs und somit von dessen Hochvoltbordnetz zu einer solchen Gleichstromladestation mit einer Ladespannung von beispielsweise 500V. Die Traktionsbatterie wird daher über den galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler geladen. Der Isolationswächter im Fahrzeug oder in der Gleichstromladestation ist aktiv und überwacht das Fahrzeug und

die Gleichstromladestation. Die Gesamtkapazität aller aktiven Y-Kapazitäten, d. h. von Gleichstromladestation und Fahrzeug, ist zu Beginn des Ladevorgangs nicht exakt bekannt, da die Y-Kapazitäten der Gleichstromladestation nicht bekannt sind, kann aber beispielsweise abgeschätzt werden aus der Summe der Y-Kapazitäten des Fahrzeugs und einem zusätzlich angenommenen Y-Gesamtkapazitätswert für die Gleichstromladestation, beispielsweise einer maximal normativ zulässigen Kapazität der Gleichstromladestation von beispielsweise 500nF je Hochvoltpotential. Alternativ wird die Gesamtkapazität messtechnisch ermittelt. Aufgrund der auf die beschriebene Weise ermittelten Gesamtkapazität wird der Potentialspannungsgrenzwert, d. h. der Grenzwert der maximalen Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential, berechnet, um das Sicherheitsziel I einzuhalten, beispielsweise ein Potentialspannungsgrenzwert von 550V, d. h. eine maximale positive Hochvoltpotentialspannung vom positiven Hochvoltpotential zum Bezugspotential von 550V und eine maximale negative Hochvoltpotentialspannung vom negativen Hochvoltpotential zum Bezugspotential von -550V. Durch den Isolationswächter wird eine zyklische Verschiebung der Hochvoltpotentiale hervorgerufen. Die durch die Verarbeitungseinheit entsprechend angesteuerte Potentialverteilungssteuerungsschaltung begrenzt diese zyklische Potentialverschiebung beim Erreichen des Potentialspannungsgrenzwertes, d. h. der maximalen Hochvoltpotentialspannungen.

Zudem wird hier auch das Sicherheitsziel II beachtet, d. h. es soll eine Überlastung der Isolation der Gleichstromladestation vermieden werden. Um das Sicherheitsziel II einzuhalten, wird, wenn bei dieser Gleichstromladestation von einer maximalen Isolationsauslegung, d. h. von einer Auslegungsspannung ihrer Isolation, von beispielsweise 500V ausgegangen wird, ein Potentialspannungsgrenzwert von 500V auf der Anschlussseite zur Gleichstromladestation ermittelt bzw. vorgegeben, d. h. eine maximale positive Hochvoltpotentialspannung vom positiven Hochvoltpotential zum Bezugspotential von 500V und eine maximale negative Hochvoltpotentialspannung vom negativen Hochvoltpotential zum Bezugspotential von -500V. Durch den Isolationswächter wird eine zyklische Verschiebung der Hochvoltpotentiale hervorgerufen. Die durch die Verarbeitungseinheit entsprechend angesteuerte Potentialverteilungssteuerungsschaltung begrenzt diese zyklische Potentialverschiebung beim Erreichen des Potentialspannungsgrenzwertes, d. h. der maximalen Hochvoltpotentialspannungen.

In diesem Fahrzeugzustand III ist zudem gemäß Sicherheitsziel II sicherzustellen, dass die Hochvoltpotentialspannungen zwischen den Hochvoltpotentialen bezogen auf das Bezugspotential keine Vorzeichenumkehr erfahren. D.h. es ist zu vermeiden, dass die

Spannung vom positiven Hochvoltpotential zum Bezugspotential negativ wird und/oder die Spannung vom negativen Hochvoltpotential zum Bezugspotential positiv wird. Der Potentialspannungsgrenzwert, d. h. der Grenzwert der maximalen Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential, wird somit derart ermittelt oder vorgegeben, dass keine Vorzeichenumkehr stattfindet. Die durch die Verarbeitungseinheit entsprechend angesteuerte Potentialverteilungssteuerungsschaltung begrenzt die Potentialverschiebung somit beim Erreichen dieses Potentialspannungsgrenzwertes. Die Hochvoltpotentialverteilung wird dadurch mittels der Potentialverteilungssteuerungsschaltung derart gesteuert, dass keine Vorzeichenumkehr stattfindet.

Es ist daher in möglichen Ausführungsformen des Fahrzeugs und des Verfahrens vorgesehen, dass der Potentialspannungsgrenzwert derart vorgegeben ist bzw. wird oder von der Verarbeitungseinheit ermittelbar ist bzw. wird, dass eine Vorzeichenumkehr der Hochvoltpotentialspannungen verhindert ist.

In einer möglichen Ausführungsform weist die Potentialverteilungssteuerungsschaltung eine steuerbare Stromquelle zwischen dem positiven Hochvoltpotential und dem Bezugspotential und/oder eine steuerbare Stromquelle zwischen dem negativen Hochvoltpotential und dem Bezugspotential auf. Ein Eingriff der von der Verarbeitungseinheit angesteuerten Potentialverteilungssteuerungsschaltung zum Verhindern des Überschreitens des Potentialspannungsgrenzwertes erfolgt hierbei durch Steuerung einer der beiden Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential auf den zuvor ermittelten oder vorgegebenen Potentialspannungsgrenzwert. Ein maximaler Strom zum Anpassen der Hochvoltpotentialverteilung beträgt beispielsweise 10mA. Ist nur eine steuerbare Stromquelle vorgesehen, d. h. zwischen dem positiven Hochvoltpotential und dem Bezugspotential oder zwischen dem negativen Hochvoltpotential und dem Bezugspotential, so treibt diese positive und negative Ströme, d. h. sie ist entsprechend ausgebildet und eingerichtet. Alternativ werden zwei steuerbare Stromquellen eingesetzt, d. h. eine steuerbare Stromquelle je Hochvoltpotential, dann jeweils mit nur einer möglichen Stromrichtung. Die steuerbare Stromquelle oder die jeweilige steuerbare Stromquelle kann galvanisch getrennt oder gekoppelt sein.

In einer möglichen Ausführungsform weist die Potentialverteilungssteuerungsschaltung eine steuerbare Spannungsquelle zwischen dem positiven Hochvoltpotential und dem Bezugspotential und/oder eine steuerbare Spannungsquelle zwischen dem negativen Hochvoltpotential und dem Bezugspotential auf. Ein Eingriff der von der

Verarbeitungseinheit angesteuerten Potentialverteilungssteuerungsschaltung zum Verhindern des Überschreitens des Potentialspannungsgrenzwertes erfolgt hierbei durch Steuerung einer der beiden Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential auf den zuvor ermittelten oder vorgegebenen Potentialspannungsgrenzwert. Wenn nur eine steuerbare Spannungsquelle eingesetzt wird, d. h. zwischen dem positiven Hochvoltpotential und dem Bezugspotential oder zwischen dem negativen Hochvoltpotential und dem Bezugspotential, dann steuert diese Spannungsquelle nur ein Hochvoltpotential zum Bezugspotential. Alternativ werden zwei steuerbare Spannungsquellen eingesetzt, d. h. eine steuerbare Spannungsquelle zwischen dem positiven Hochvoltpotential und dem Bezugspotential und eine steuerbare Spannungsquelle zwischen dem negativen Hochvoltpotential und dem Bezugspotential. Die Spannungsquelle oder die jeweilige Spannungsquelle kann galvanisch getrennt oder gekoppelt sein.

In einer möglichen Ausführungsform weist die Potentialverteilungssteuerungsschaltung einen steuerbaren Widerstand zwischen dem positiven Hochvoltpotential und dem Bezugspotential und einen steuerbaren Widerstand zwischen dem negativen Hochvoltpotential und dem Bezugspotential auf. Ein Eingriff der von der Verarbeitungseinheit angesteuerten Potentialverteilungssteuerungsschaltung zum Verhindern des Überschreitens des Potentialspannungsgrenzwertes erfolgt hierbei durch Steuerung einer der beiden Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential auf den zuvor ermittelten oder vorgegebenen Potentialspannungsgrenzwert. Der jeweilige steuerbare Widerstand besteht beispielsweise aus einem Festwiderstand mit einem Mindestwiderstandswert von beispielsweise 100Ohm/V und/oder einem steuerbaren Anteil. Die Steuerung kann beispielsweise über einen taktenden Betrieb eines geringen Widerstandes erfolgen oder über den Betrieb eines Halbleiters im linearen Bereich.

Für das beschriebene Fahrzeug, insbesondere dessen Hochvoltbordnetz, und das beschriebene Verfahren ist insbesondere vorgesehen, dass die Potentialverteilungssteuerungsschaltung inaktiv ist, solange der Potentialspannungsgrenzwert nicht erreicht wird, d. h. solange die maximale positive Hochvoltpotentialspannung vom positiven Hochvoltpotential zum Bezugspotential und die maximale negative Hochvoltpotentialspannung vom negativen Hochvoltpotential zum Bezugspotential nicht erreicht wird. Der Isolationswächter, insbesondere im Fahrzeug, oder der Isolationswächter in der Gleichstromladestation, wenn das Fahrzeug mit dieser zum Laden der Traktionsbatterie gekoppelt ist, kann somit entsprechend seiner oben beschriebenen Funktionsweise die Hochvoltpotentiale unbeeinflusst durch die

Potentialverteilungssteuerungsschaltung verschieben und den Isolationswert berechnen. Wird der Potentialspannungsgrenzwert, d. h. eine der maximalen Hochvoltpotentialspannungen, erreicht, dann wird dies von der Verarbeitungseinheit, die die Spannungsmessvorrichtungen auswertet, festgestellt und daraufhin die Potentialverteilungssteuerungsschaltung angesteuert, welche dann entsprechend auf den Potentialspannungsgrenzwert begrenzt, d. h. dessen Überschreiten verhindert. Dadurch wird insbesondere das Erreichen des Sicherheitsziels III sichergestellt, d. h. die Kompatibilität mit dem Isolationswächter im Fahrzeug und/oder in der Gleichstromladestation.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 schematisch eine Ausführungsform eines Hochvoltbordnetzes eines Fahrzeugs,
- Fig. 2 schematisch eine weitere Ausführungsform eines Hochvoltbordnetzes eines Fahrzeugs, und
- Fig. 3 schematisch eine weitere Ausführungsform eines Hochvoltbordnetzes eines Fahrzeugs.

Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Figuren 1 bis 3 zeigen beispielhafte Ausführungsformen eines Fahrzeugs 1 mit einem Hochvoltbordnetz 2.

Das Hochvoltbordnetz 2 umfasst eine Traktionsbatterie 3, ein mit der Traktionsbatterie 3 gekoppeltes positives Hochvoltpotential HV+, ein mit der Traktionsbatterie 3 gekoppeltes negatives Hochvoltpotential HV- und ein insbesondere als Massepotential ausgebildetes Bezugspotential M.

Des Weiteren umfasst das Hochvoltbordnetz 2 einen Isolationswiderstand Riso+ zwischen dem positiven Hochvoltpotential HV+ und dem Bezugspotential M und einen

Isolationswiderstand R_{iso} zwischen dem negativen Hochvoltpotential HV- und dem Bezugspotential M.

Zudem umfasst das Hochvoltbordnetz 2 eine Y-Kapazität C_{y+} zwischen dem positiven Hochvoltpotential HV+ und dem Bezugspotential M und eine Y-Kapazität C_{y-} zwischen dem negativen Hochvoltpotential HV- und dem Bezugspotential M.

Des Weiteren umfasst das Hochvoltbordnetz 2 einen mit dem positiven Hochvoltpotential HV+, dem negativen Hochvoltpotential HV- und dem Bezugspotential M elektrisch gekoppelten Isolationswächter 4.

Zudem umfasst das Hochvoltbordnetz 2 eine Spannungsmessvorrichtung V1 zwischen dem positiven Hochvoltpotential HV+ und dem Bezugspotential M zur Messung einer positiven Hochvoltpotentialspannung vom positiven Hochvoltpotential HV+ zum Bezugspotential M und eine Spannungsmessvorrichtung V2 zwischen dem negativen Hochvoltpotential HV- und dem Bezugspotential M zur Messung einer negativen Hochvoltpotentialspannung vom negativen Hochvoltpotential HV- zum Bezugspotential M.

Des Weiteren umfasst das Hochvoltbordnetz 2 eine Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 und eine Verarbeitungseinheit 6, die mit den Spannungsmessvorrichtungen V1, V2 zur Auswertung der gemessenen Hochvoltpotentialspannungen und mit der Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 zu deren Ansteuerung gekoppelt ist.

Die Verarbeitungseinheit 6 ist ausgebildet und eingerichtet, einen aktuell vorliegenden Fahrzeugstatus zu ermitteln und die Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 zum Verhindern eines Überschreitens eines Potentialspannungsgrenzwertes für den Fahrzeugstatus anzusteuern, wobei für mehrere Fahrzeugstatus jeweils ein Potentialspannungsgrenzwert vorgegeben ist oder von der Verarbeitungseinheit 6 ermittelbar ist. Der jeweilige Potentialspannungsgrenzwert ist dabei ein Absolutbetrag. Er gilt somit sowohl für die positive Hochvoltpotentialspannung, hier entsprechend mit positivem Vorzeichen, als auch für die negative Hochvoltpotentialspannung, hier entsprechend mit negativen Vorzeichen.

Diese Lösung ermöglicht somit eine fahrzeugzustandsabhängige Begrenzung der Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential M auf den jeweiligen Potentialspannungsgrenzwert. Dadurch wird insbesondere eine Einhaltung normativer

Obergrenzen in den Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} gespeicherter Energie/Ladung sichergestellt. Insbesondere aufgrund einer zunehmenden Verwendung höherer Spannungslagen, beispielsweise 800V, in Fahrzeugen 1 steigt die gespeicherte Energie/Ladung in den Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} , die insbesondere als Filterkondensatoren ausgebildet sind oder diese umfassen. Die Einhaltung der normativen Obergrenzen stellt daher eine Herausforderung dar. Bei einem Laden an einer Gleichstromladestation werden zudem zu den Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} des Fahrzeugs 1 noch Y-Kapazitäten in der Gleichstromladestation elektrisch parallelgeschaltet. Dies führt zu einer weiteren Erhöhung der gespeicherten Energie/Ladung.

Bei der hier beschriebenen Lösung ist insbesondere vorgesehen, dass jeweils ein Potentialspannungsgrenzwert vorgegeben oder von der Verarbeitungseinheit 6 ermittelbar ist für einen

- Fahrzeugstatus I: Fahrbetrieb, und/oder
- Fahrzeugstatus II: Laden der Traktionsbatterie 3 an einer Gleichstromladestation mit einer Ladespannung, die mindestens so groß ist wie eine Batterienennspannung der Traktionsbatterie 3, und/oder
- Fahrzeugstatus III: Laden der Traktionsbatterie 3 über einen galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler an einer Gleichstromladestation mit einer Ladespannung und einer Auslegungsspannung ihrer Isolation, die kleiner ist als die Batterienennspannung der Traktionsbatterie 3, und/oder
- Fahrzeugstatus IV: Betrieb einer Hochvoltkomponente mit einer Auslegungsspannung ihrer Isolation, die kleiner ist als eine Auslegungsspannung des Hochvoltbordnetzes 2, über einen galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler.

Diese Fahrzeugstatus erfordern, insbesondere aufgrund einer jeweils anderen Gesamtkapazität der im jeweiligen Fahrzeugstatus aktiven Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} , jeweils einen eigenen Potentialspannungsgrenzwert, wobei dieser insbesondere im Fahrzeugstatus II und III auch von den Y-Kapazitäten der jeweiligen Gleichstromladestation, mittels welcher die Traktionsbatterie 3 jeweils geladen wird, abhängig ist und sich daher bei verschiedenen Gleichstromladestationen unterscheiden kann.

Bei der hier beschriebenen Lösung ist insbesondere vorgesehen, dass der Potentialspannungsgrenzwert für den jeweiligen Fahrzeugstatus in Abhängigkeit von mindestens einem einzuhaltenden Sicherheitsziel vorgegeben oder von der Verarbeitungseinheit 6 ermittelbar ist. Als Sicherheitsziele sind insbesondere vorgegeben:

Sicherheitsziel I: Reduzierung der maximalen Energie in den Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} . Bei Fahrzeugen 1 mit höheren Auslegungsspannungen des Hochvoltbordnetzes 2, d. h. Betriebsspannungen, beispielsweise 850V oder höher, steigt der Energieinhalt der Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} quadratisch mit der Gleichspannung an. Der in den Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} gespeicherte Ladungsinhalt steigt proportional mit der Gleichspannung an. Bei den Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} handelt es sich teilweise um real existierende Bauteile in Form von EMV-Filter-Komponenten (EMV = Elektromagnetische Verträglichkeit) und teilweise um so genannte Streukapazitäten. Die maximal gespeicherte Energie und die maximale Ladungsmenge sind normativ begrenzt, um einen gefährlichen Stromschlag als Folge eines einfachen Isolationsfehlers zu verhindern. Beispielhafte Normen hierzu sind die ISO 17409 und die J1772. Als maximale Energie in den Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} wird eine komplett unsymmetrische Hochvoltpotentialverteilung betrachtet. Dabei liegt zwischen einem Hochvoltpotential $HV+$, $HV-$ und dem Bezugspotential M die volle Batteriespannung der Traktionsbatterie 3 an, während über dem anderen Hochvoltpotential $HV-$, $HV+$ und dem Bezugspotential M 0V, d. h. keine Spannung, anliegt. Die in den Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} gespeicherten Energien, d. h. die Summe der Energien beider Hochvoltpotentiale $HV+$, $HV-$, können reduziert werden, indem die Unsymmetrie der Hochvoltpotentiale $HV+$, $HV-$ bezogen auf das Bezugspotential M eingeschränkt, d. h. begrenzt, wird. Dies wird durch die oben beschriebene Lösung über den entsprechenden Potentialspannungsgrenzwert und die mittels der Verarbeitungseinheit 6 entsprechend angesteuerte Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 zum Verhindern des Überschreitens des Potentialspannungsgrenzwertes erreicht.

Sicherheitsziel II: Einhaltung einer maximalen Isolationsauslegung in einem Hochvoltssystem mit niedrigerer Spannungsauslegung beim Verbinden zweier Hochvoltssysteme über einen galvanisch gekoppelten Spannungswandler. Dies betrifft insbesondere den Fahrzeugstatus III, d. h. das Laden der Traktionsbatterie 3 über den galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler an einer Gleichstromladestation mit einer Ladespannung und einer Auslegungsspannung ihrer Isolation, die kleiner ist als die Batterienennspannung der Traktionsbatterie 3, und den Fahrzeugstatus IV, d. h. den Betrieb einer Hochvoltkomponente mit einer Auslegungsspannung ihrer Isolation, die kleiner ist als die Auslegungsspannung des Hochvoltbordnetzes 2, über den galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler. Das Hochvoltssystem mit höherer Spannungsauslegung ist dabei jeweils das Hochvoltssystem, insbesondere Hochvoltbordnetz 2, des Fahrzeugs 1. Das Hochvoltssystem mit niedrigerer

Spannungsauslegung ist im Fahrzeugstatus III die Gleichstromladestation und im Fahrzeugstatus IV die Hochvoltkomponente.

Wird das Fahrzeug 1, insbesondere dessen Traktionsbatterie 3, mit höherer Spannungslage, beispielsweise 800V, über den galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler an einer Gleichstromladestation geladen, bei der die Isolationsauslegung niedriger ist als diese Spannungslage des Fahrzeugs 1, beispielsweise nur 400V oder 500V beträgt (Fahrzeugstatus III), dann soll gemäß dieses Sicherheitsziels II nie eine Überlastung der Isolation der Gleichstromladestation auftreten. Das Gleiche gilt auch für den Betrieb der Hochvoltkomponente mit niedrigerer Auslegungsspannung der Isolation, beispielsweise 500V, im Vergleich zur Auslegungsspannung des Fahrzeugs 1, beispielsweise 800V, über den galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler (Fahrzeugstatus IV). Auch hier soll gemäß diesem Sicherheitsziels II nie eine Überlastung der Isolation dieser Hochvoltkomponente auftreten. Zudem ist, zumindest bei Bedarf, sicherzustellen, dass die Hochvoltpotentialspannungen zwischen den Hochvoltpotentialen HV+, HV- bezogen auf das Bezugspotential M, insbesondere im Betrieb des Fahrzeugs 1 und der Gleichstromladestation bzw. im Betrieb des Fahrzeugs 1 und der Hochvoltkomponente, keine Vorzeichenumkehr erfahren.

Sicherheitsziel III: Kompatibilität mit dem Isolationswächter 4 im Fahrzeug 1 und/oder in der Gleichstromladestation. Der Isolationswächter 4 im Fahrzeug 1 oder in der Gleichstromladestation ermittelt den Isolationswiderstand, indem die Hochvoltpotentialverteilung um einen gewissen, insbesondere vorgegebenen, Betrag umgeladen wird. Ein dafür notwendiger Spannungshub darf einerseits nicht zu einer Überschreitung des Sicherheitsziels I (maximaler Energieinhalt in Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-}) und des Sicherheitsziels II (maximale Spannung der Isolation nicht überschritten) führen, andererseits muss dieser Spannungshub jedoch noch ausreichend hoch sein, damit der Isolationswächter 4 ein ausreichend genaues Berechnungsergebnis ermitteln kann.

Bei der hier beschriebenen Lösung ist daher insbesondere vorgesehen, dass der Potentialspannungsgrenzwert für den jeweiligen Fahrzeugstatus in Abhängigkeit von einer Gesamtkapazität aller in diesem Fahrzeugstatus aktiven Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} vorgegeben oder von der Verarbeitungseinheit 6 ermittelbar ist.

Im Fahrzeugzustand I, d. h. im Fahrbetrieb des Fahrzeugs 1, ist der Isolationswächter 4 im Fahrzeug 1 aktiv. Es besteht keine Verbindung des Fahrzeugs 1 zu einer

Gleichstromladestation. Aktiv sind somit nur die Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} im Fahrzeug 1. Deren Gesamtkapazität ist bekannt und somit der Ermittlung oder Vorgabe des Potentialspannungsgrenzwertes vorgegeben. Dieser Potentialspannungsgrenzwert, d. h. der Grenzwert der maximalen Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential M, kann somit berechnet werden, um das Sicherheitsziel I einzuhalten, beispielsweise ein Potentialspannungsgrenzwert von 600V, d. h. eine maximale positive Hochvoltpotentialspannung vom positiven Hochvoltpotential HV+ zum Bezugspotential M von 600V und eine maximale negative Hochvoltpotentialspannung vom negativen Hochvoltpotential HV- zum Bezugspotential M von -600V. Durch den Isolationswächter 4 wird eine zyklische Verschiebung der Hochvoltpotentiale HV+, HV- hervorgerufen. Die durch die Verarbeitungseinheit 6 entsprechend angesteuerte Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 begrenzt diese zyklische Potentialverschiebung beim Erreichen des Potentialspannungsgrenzwertes, d. h. der maximalen Hochvoltpotentialspannungen.

Bei der hier beschriebenen Lösung ist insbesondere vorgesehen, dass die Gesamtkapazität im Fahrzeugstatus II oder III durch die Verarbeitungseinheit 6 aus der Summe der Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} des Hochvoltbordnetzes 2 und eines geschätzten Y-Gesamtkapazitätswertes der Gleichstromladestation ermittelbar ist oder mittels mindestens einer messtechnischen Einrichtung messbar ist.

Im Fahrzeugzustand II, d. h. Laden der Traktionsbatterie 3 an einer Gleichstromladestation mit einer Ladespannung, die mindestens so groß ist wie eine Batterienennspannung der Traktionsbatterie 3 von beispielsweise 800V, besteht eine Verbindung des Fahrzeugs 1 und somit von dessen Hochvoltbordnetz 2 zu einer Gleichstromladestation mit gleicher oder höherer Ladespannung, beispielsweise mit einer Ladespannung von 1000V. Der Isolationswächter 4 im Fahrzeug 1 oder in der Gleichstromladestation ist aktiv und überwacht das Fahrzeug 1 und die Gleichstromladestation. Die Gesamtkapazität aller aktiven Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} , d. h. von Gleichstromladestation und Fahrzeug 1, ist zu Beginn des Ladevorgangs nicht exakt bekannt, da die Y-Kapazitäten der Gleichstromladestation nicht bekannt sind, kann aber beispielsweise abgeschätzt werden aus der Summe der Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} des Fahrzeugs 1 und einem zusätzlich angenommenen Y-Gesamtkapazitätswertes für die Gleichstromladestation, beispielsweise einer maximal normativ zulässigen Kapazität der Gleichstromladestation von beispielsweise 500nF je Hochvoltpotential. Alternativ wird die Gesamtkapazität messtechnisch ermittelt.

Aufgrund der auf die beschriebene Weise ermittelten Gesamtkapazität wird der Potentialspannungsgrenzwert, d. h. der Grenzwert der maximalen Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential M, berechnet, um das Sicherheitsziel I einzuhalten, beispielsweise ein Potentialspannungsgrenzwert von 550V, d. h. eine maximale positive Hochvoltpotentialspannung vom positiven Hochvoltpotential HV+ zum Bezugspotential M von 550V und eine maximale negative Hochvoltpotentialspannung vom negativen Hochvoltpotential HV- zum Bezugspotential M von -550V. Durch den Isolationswächter 4 wird eine zyklische Verschiebung der Hochvoltpotentiale HV+, HV- hervorgerufen. Die durch die Verarbeitungseinheit 6 entsprechend angesteuerte Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 begrenzt diese zyklische Potentialverschiebung beim Erreichen des Potentialspannungsgrenzwertes, d. h. der maximalen Hochvoltpotentialspannungen.

Im Fahrzeugzustand III, d. h. Laden der Traktionsbatterie 3 über den galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler an einer Gleichstromladestation mit einer Ladespannung und einer Auslegungsspannung ihrer Isolation, die kleiner ist als die Batterienennspannung der Traktionsbatterie 3, besteht eine Verbindung des Fahrzeugs 1 und somit von dessen Hochvoltbordnetz 2 zu einer solchen Gleichstromladestation mit einer Ladespannung von beispielsweise 500V. Die Traktionsbatterie 3 wird daher über den galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler geladen. Der Isolationswächter 4 im Fahrzeug 1 oder in der Gleichstromladestation ist aktiv und überwacht das Fahrzeug 1 und die Gleichstromladestation. Die Gesamtkapazität aller aktiven Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} , d. h. von Gleichstromladestation und Fahrzeug 1, ist zu Beginn des Ladevorgangs nicht exakt bekannt, da die Y-Kapazitäten der Gleichstromladestation nicht bekannt sind, kann aber beispielsweise abgeschätzt werden aus der Summe der Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} des Fahrzeugs 1 und einem zusätzlich angenommenen Y-Gesamtkapazitätswertes für die Gleichstromladestation, beispielsweise einer maximal normativ zulässigen Kapazität der Gleichstromladestation von beispielsweise 500nF je Hochvoltpotential. Alternativ wird die Gesamtkapazität messtechnisch ermittelt.

Aufgrund der auf die beschriebene Weise ermittelten Gesamtkapazität wird der Potentialspannungsgrenzwert, d. h. der Grenzwert der maximalen Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential M, berechnet, um das Sicherheitsziel I einzuhalten, beispielsweise ein Potentialspannungsgrenzwert von 550V, d. h. eine maximale positive Hochvoltpotentialspannung vom positiven Hochvoltpotential HV+ zum Bezugspotential M von 550V und eine maximale negative Hochvoltpotentialspannung vom negativen Hochvoltpotential HV- zum Bezugspotential M

von -550V. Durch den Isolationswächter 4 wird eine zyklische Verschiebung der Hochvoltpotentiale HV+, HV- hervorgerufen. Die durch die Verarbeitungseinheit 6 entsprechend angesteuerte Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 begrenzt diese zyklische Potentialverschiebung beim Erreichen des Potentialspannungsgrenzwertes, d. h. der maximalen Hochvoltpotentialspannungen.

Zudem wird hier auch das Sicherheitsziel II beachtet, d. h. es soll eine Überlastung der Isolation der Gleichstromladestation vermieden werden. Um das Sicherheitsziel II einzuhalten, wird, wenn bei dieser Gleichstromladestation von einer maximalen Isolationsauslegung, d. h. von einer Auslegungsspannung ihrer Isolation, von beispielsweise 500V ausgegangen wird, ein Potentialspannungsgrenzwert von 500V auf der Anschlussseite zur Gleichstromladestation ermittelt bzw. vorgegeben, d. h. eine maximale positive Hochvoltpotentialspannung vom positiven Hochvoltpotential HV+ zum Bezugspotential M von 500V und eine maximale negative Hochvoltpotentialspannung vom negativen Hochvoltpotential HV- zum Bezugspotential M von -500V. Durch den Isolationswächter 4 wird eine zyklische Verschiebung der Hochvoltpotentiale HV+, HV- hervorgerufen. Die durch die Verarbeitungseinheit 6 entsprechend angesteuerte Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 begrenzt diese zyklische Potentialverschiebung beim Erreichen des Potentialspannungsgrenzwertes, d. h. der maximalen Hochvoltpotentialspannungen.

In diesem Fahrzeugzustand III ist zudem gemäß Sicherheitsziel II sicherzustellen, dass die Hochvoltpotentialspannungen zwischen den Hochvoltpotentialen HV+, HV- bezogen auf das Bezugspotential M keine Vorzeichenumkehr erfahren. D.h. es ist zu vermeiden, dass die Spannung vom positiven Hochvoltpotential HV+ zum Bezugspotential M negativ wird und/oder die Spannung vom negativen Hochvoltpotential HV- zum Bezugspotential M positiv wird. Der Potentialspannungsgrenzwert, d. h. der Grenzwert der maximalen Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential M, wird somit derart ermittelt oder vorgegeben, dass keine Vorzeichenumkehr stattfindet. Die durch die Verarbeitungseinheit 6 entsprechend angesteuerte Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 begrenzt die Potentialverschiebung somit beim Erreichen dieses Potentialspannungsgrenzwertes. Die Hochvoltpotentialverteilung wird dadurch mittels der Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 derart gesteuert, dass keine Vorzeichenumkehr stattfindet.

Bei der hier beschriebenen Lösung ist daher insbesondere vorgesehen, dass der Potentialspannungsgrenzwert derart vorgegeben ist bzw. wird oder von der

Verarbeitungseinheit 6 ermittelbar ist bzw. wird, dass eine Vorzeichenumkehr der Hochvoltpotentialspannungen verhindert ist.

Die Ausführungsformen gemäß den Figuren 1 bis 3 unterscheiden sich in der Ausgestaltung der Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5. In allen Ausführungsformen ist vorgesehen, dass die Potentialverteilung durch die Verarbeitungseinheit 6 über die Auswertung der von den Spannungsmessvorrichtung V1, V2 gemessenen Hochvoltpotentialspannungen vom positiven Hochvoltpotential HV+ zum Bezugspotential M und vom negativen Hochvoltpotential HV- zum Bezugspotential M insbesondere permanent erfasst wird. Der Eingriff in eine Potentialverschiebung, insbesondere durch den Isolationswächter 4 des Fahrzeugs 1 oder der Gleichstromladestation hervorgerufen, erfolgt nur dann, wenn der zuvor ermittelte oder vorgegebene Potentialspannungsgrenzwert erreicht wird.

In der Ausführungsform gemäß Figur 1 weist die Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 eine steuerbare Stromquelle 7 zwischen dem positiven Hochvoltpotential HV+ und dem Bezugspotential M, wie in Figur 1 gezeigt, und/oder eine steuerbare Stromquelle zwischen dem negativen Hochvoltpotential HV- und dem Bezugspotential M auf. Ein Eingriff der von der Verarbeitungseinheit 6 angesteuerten Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 zum Verhindern des Überschreitens des Potentialspannungsgrenzwertes erfolgt hierbei durch Steuerung einer der beiden Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential M auf den zuvor ermittelten oder vorgegebenen Potentialspannungsgrenzwert. Ein maximaler Strom zum Anpassen der Hochvoltpotentialverteilung beträgt beispielsweise 10mA. Ist nur eine steuerbare Stromquelle 7 vorgesehen, d. h. zwischen dem positiven Hochvoltpotential HV+ und dem Bezugspotential M, wie hier dargestellt, oder zwischen dem negativen Hochvoltpotential HV- und dem Bezugspotential M, so treibt diese positive und negative Ströme, d. h. sie ist entsprechend ausgebildet und eingerichtet. Alternativ werden zwei steuerbare Stromquellen 7 eingesetzt, d. h. eine steuerbare Stromquelle 7 je Hochvoltpotential HV+, HV-, dann jeweils mit nur einer möglichen Stromrichtung. Die steuerbare Stromquelle 7 oder die jeweilige steuerbare Stromquelle 7 kann galvanisch getrennt oder gekoppelt sein.

In der Ausführungsform gemäß Figur 2 weist die Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 eine steuerbare Spannungsquelle 8 zwischen dem positiven Hochvoltpotential HV+ und dem Bezugspotential M, wie in Figur 2 gezeigt, und/oder eine steuerbare Spannungsquelle 8 zwischen dem negativen

Hochvoltpotential HV- und dem Bezugspotential M auf. Ein Eingriff der von der Verarbeitungseinheit 6 angesteuerten Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 zum Verhindern des Überschreitens des Potentialspannungsgrenzwertes erfolgt hierbei durch Steuerung einer der beiden Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential M auf den zuvor ermittelten oder vorgegebenen Potentialspannungsgrenzwert. Wenn nur eine steuerbare Spannungsquelle 8 eingesetzt wird, d. h. zwischen dem positiven Hochvoltpotential HV+ und dem Bezugspotential M, wie hier dargestellt, oder zwischen dem negativen Hochvoltpotential HV- und dem Bezugspotential M, dann steuert diese Spannungsquelle 8 nur ein Hochvoltpotential HV+, HV- zum Bezugspotential M. Alternativ werden zwei steuerbare Spannungsquellen 8 eingesetzt, d. h. eine steuerbare Spannungsquelle 8 zwischen dem positiven Hochvoltpotential HV+ und dem Bezugspotential M und eine steuerbare Spannungsquelle 8 zwischen dem negativen Hochvoltpotential HV- und dem Bezugspotential M. Die steuerbare Spannungsquelle 8 oder die jeweilige steuerbare Spannungsquelle 8 kann galvanisch getrennt oder gekoppelt sein.

In der Ausführungsform gemäß Figur 3 weist die Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 einen steuerbaren Widerstand 9 zwischen dem positiven Hochvoltpotential HV+ und dem Bezugspotential M und einen steuerbaren Widerstand 9 zwischen dem negativen Hochvoltpotential HV- und dem Bezugspotential M auf. Ein Eingriff der von der Verarbeitungseinheit 6 angesteuerten Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 zum Verhindern des Überschreitens des Potentialspannungsgrenzwertes erfolgt hierbei durch Steuerung einer der beiden Hochvoltpotentialspannungen zum Bezugspotential M auf den zuvor ermittelten oder vorgegebenen Potentialspannungsgrenzwert. Der jeweilige steuerbare Widerstand 9 besteht beispielsweise aus einem Festwiderstand mit einem Mindestwiderstandswert von beispielsweise 100Ohm/V und/oder einem steuerbaren Anteil. Die Steuerung kann beispielsweise über einen taktenden Betrieb eines geringen Widerstandes erfolgen oder über den Betrieb eines Halbleiters im linearen Bereich.

Bei der hier beschriebenen Lösung ist insbesondere vorgesehen, dass die Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 inaktiv ist, solange der Potentialspannungsgrenzwert nicht erreicht wird, d. h. solange die maximale positive Hochvoltpotentialspannung vom positiven Hochvoltpotential HV+ zum Bezugspotential M und die maximale negative Hochvoltpotentialspannung vom negativen Hochvoltpotential HV- zum Bezugspotential M nicht erreicht wird. Der Isolationswächter 4, insbesondere im Fahrzeug 1, oder der Isolationswächter in der Gleichstromladestation,

wenn das Fahrzeug 1 mit dieser zum Laden der Traktionsbatterie 3 gekoppelt ist, kann somit entsprechend seiner oben beschriebenen Funktionsweise die Hochvoltpotentiale HV+, HV- unbeeinflusst durch die Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 verschieben und den Isolationswert berechnen. Wird der Potentialspannungsgrenzwert, d. h. eine der maximalen Hochvoltpotentialspannungen, erreicht, dann wird dies von der Verarbeitungseinheit 6, die die Spannungsmessvorrichtungen V1, V2 auswertet, festgestellt und daraufhin die Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5 angesteuert, welche dann entsprechend auf den Potentialspannungsgrenzwert begrenzt, d. h. dessen Überschreiten verhindert. Dadurch wird insbesondere das Erreichen des Sicherheitsziels III sichergestellt, d. h. die Kompatibilität mit dem Isolationswächter 4 im Fahrzeug 1 und/oder in der Gleichstromladestation.

Durch die beschriebene Lösung können größere Y-Kapazitäten C_{y+} , C_{y-} im Fahrzeug 1 verbaut werden, wodurch Filtermöglichkeiten von Leistungselektroniken des Fahrzeugs 1 verbessert werden können. Des Weiteren ermöglicht es die beschriebene Lösung, eine Überlastung einer Isolation in der Gleichstromladestation beim Laden über einen galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler zu verhindern. Zudem ermöglicht es die beschriebene Lösung, eine Funktion des Isolationswächters 4 im Fahrzeug 1 und/oder eines Isolationswächters in der Gleichstromladestation auch bei aktiver Potentialverteilungssteuerungsschaltung 5, d. h. bei aktiver Schaltung zur Begrenzung der Hochvoltpotentialspannungen auf den jeweiligen Potentialspannungsgrenzwert, weiterhin sicherzustellen.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
2	Hochvoltbordnetz
3	Traktionsbatterie
4	Isolationswächter
5	Potentialverteilungssteuerungsschaltung
6	Verarbeitungseinheit
7	steuerbare Stromquelle
8	steuerbare Spannungsquelle
9	steuerbarer Widerstand
Cy+	Y-Kapazität
Cy-	Y-Kapazität
HV+	positives Hochvoltpotential
HV-	negatives Hochvoltpotential
M	Bezugspotential
Riso+	Isolationswiderstand
Riso-	Isolationswiderstand
V1	Spannungsmessvorrichtung
V2	Spannungsmessvorrichtung

Patentansprüche

1. Fahrzeug (1) mit einem Hochvoltbordnetz (2), wobei das Hochvoltbordnetz (2) aufweist:
 - eine Traktionsbatterie (3),
 - ein positives Hochvoltpotential (HV+),
 - ein negatives Hochvoltpotential (HV-),
 - ein Bezugspotential (M),
 - einen Isolationswiderstand (Riso+) zwischen dem positiven Hochvoltpotential (HV+) und dem Bezugspotential (M),
 - einen Isolationswiderstand (Riso-) zwischen dem negativen Hochvoltpotential (HV-) und dem Bezugspotential (M),
 - eine Y-Kapazität (Cy+) zwischen dem positiven Hochvoltpotential (HV+) und dem Bezugspotential (M),
 - eine Y-Kapazität (Cy-) zwischen dem negativen Hochvoltpotential (HV-) und dem Bezugspotential (M),
 - einen mit dem positiven Hochvoltpotential (HV+), dem negativen Hochvoltpotential (HV-) und dem Bezugspotential (M) elektrisch gekoppelten Isolationswächter (4),
 - eine Spannungsmessvorrichtung (V1) zwischen dem positiven Hochvoltpotential (HV+) und dem Bezugspotential (M) zur Messung einer positiven Hochvoltpotentialspannung,
 - eine Spannungsmessvorrichtung (V2) zwischen dem negativen Hochvoltpotential (HV-) und dem Bezugspotential (M) zur Messung einer negativen Hochvoltpotentialspannung,
 - eine Potentialverteilungssteuerungsschaltung (5), und
 - eine Verarbeitungseinheit (6), die mit den Spannungsmessvorrichtungen (V1, V2) zur Auswertung der gemessenen Hochvoltpotentialspannungen und mit der Potentialverteilungssteuerungsschaltung (5) zu deren Ansteuerung gekoppelt ist,

wobei die Verarbeitungseinheit (6) ausgebildet und eingerichtet ist,

- einen aktuell vorliegenden Fahrzeugstatus zu ermitteln und
- die Potentialverteilungssteuerungsschaltung (5) zum Verhindern eines Überschreitens eines Potentialspannungsgrenzwertes für den Fahrzeugstatus anzusteuern, wobei für mehrere Fahrzeugstatus jeweils ein Potentialspannungsgrenzwert vorgegeben ist oder von der Verarbeitungseinheit (6) ermittelbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

jeweils ein Potentialspannungsgrenzwert vorgegeben oder von der Verarbeitungseinheit (6) ermittelbar ist für einen

- Fahrzeugstatus I: Fahrbetrieb, und
- Fahrzeugstatus II: Laden der Traktionsbatterie (3) an einer Gleichstromladestation mit einer Ladespannung, die mindestens so groß ist wie eine Batterienennspannung der Traktionsbatterie (3), und
- Fahrzeugstatus III: Laden der Traktionsbatterie (3) über einen galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler an einer Gleichstromladestation mit einer Ladespannung und einer Auslegungsspannung ihrer Isolation, die kleiner ist als die Batterienennspannung der Traktionsbatterie (3), und
- Fahrzeugstatus IV: Betrieb einer Hochvoltkomponente mit einer Auslegungsspannung ihrer Isolation, die kleiner ist als eine Auslegungsspannung des Hochvoltbordnetzes (2), über einen galvanisch gekoppelten Gleichspannungswandler.

2. Fahrzeug (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Potentialspannungsgrenzwert für den jeweiligen Fahrzeugstatus in Abhängigkeit von mindestens einem einzuhaltenden Sicherheitsziel vorgegeben oder von der Verarbeitungseinheit (6) ermittelbar ist.
3. Fahrzeug (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Potentialspannungsgrenzwert für den jeweiligen Fahrzeugstatus in Abhängigkeit von einer Gesamtkapazität aller in diesem Fahrzeugstatus aktiven Y-Kapazitäten (C_{y+} , C_{y-}) vorgegeben oder von der Verarbeitungseinheit (6)

ermittelbar ist.

4. Fahrzeug (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesamtkapazität im Fahrzeugstatus II oder III durch die Verarbeitungseinheit (6) aus der Summe der Y- Kapazitäten (C_{y+} , C_{y-}) des Hochvoltbordnetzes (2) und eines geschätzten Y-Gesamtkapazitätswertes der Gleichstromladestation ermittelbar ist oder mittels mindestens einer messtechnischen Einrichtung messbar ist.
5. Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Potentialspannungsgrenzwert derart vorgegeben ist oder von der Verarbeitungseinheit (6) ermittelbar ist, dass eine Vorzeichenumkehr der Hochvoltpotentialspannungen verhindert ist.
6. Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Potentialverteilungssteuerungsschaltung (5)
 - eine steuerbare Stromquelle (7) zwischen dem positiven Hochvoltpotential (HV+) und dem Bezugspotential (M) und/oder eine steuerbare Stromquelle (7) zwischen dem negativen Hochvoltpotential (HV-) und dem Bezugspotential (M) aufweist, oder
 - eine steuerbare Spannungsquelle (8) zwischen dem positiven Hochvoltpotential (HV+) und dem Bezugspotential (M) und/oder eine steuerbare Spannungsquelle (8) zwischen dem negativen Hochvoltpotential (HV-) und dem Bezugspotential (M) aufweist, oder
 - einen steuerbaren Widerstand (9) zwischen dem positiven Hochvoltpotential (HV+) und dem Bezugspotential (M) und einen steuerbaren Widerstand (9) zwischen dem negativen Hochvoltpotential (HV-) und dem Bezugspotential (M) aufweist.
7. Verfahren zum Betrieb eines Hochvoltbordnetzes (2) eines Fahrzeugs (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit (6) den aktuell vorliegenden Fahrzeugstatus ermittelt und die Potentialverteilungssteuerungsschaltung (5) zum Verhindern des Überschreitens

des Potentialspannungsgrenzwertes ansteuert, der für diesen Fahrzeugstatus vorgegeben ist oder von der Verarbeitungseinheit (6) vor dem Ansteuern der Potentialverteilungssteuerungsschaltung (5) ermittelt wird.

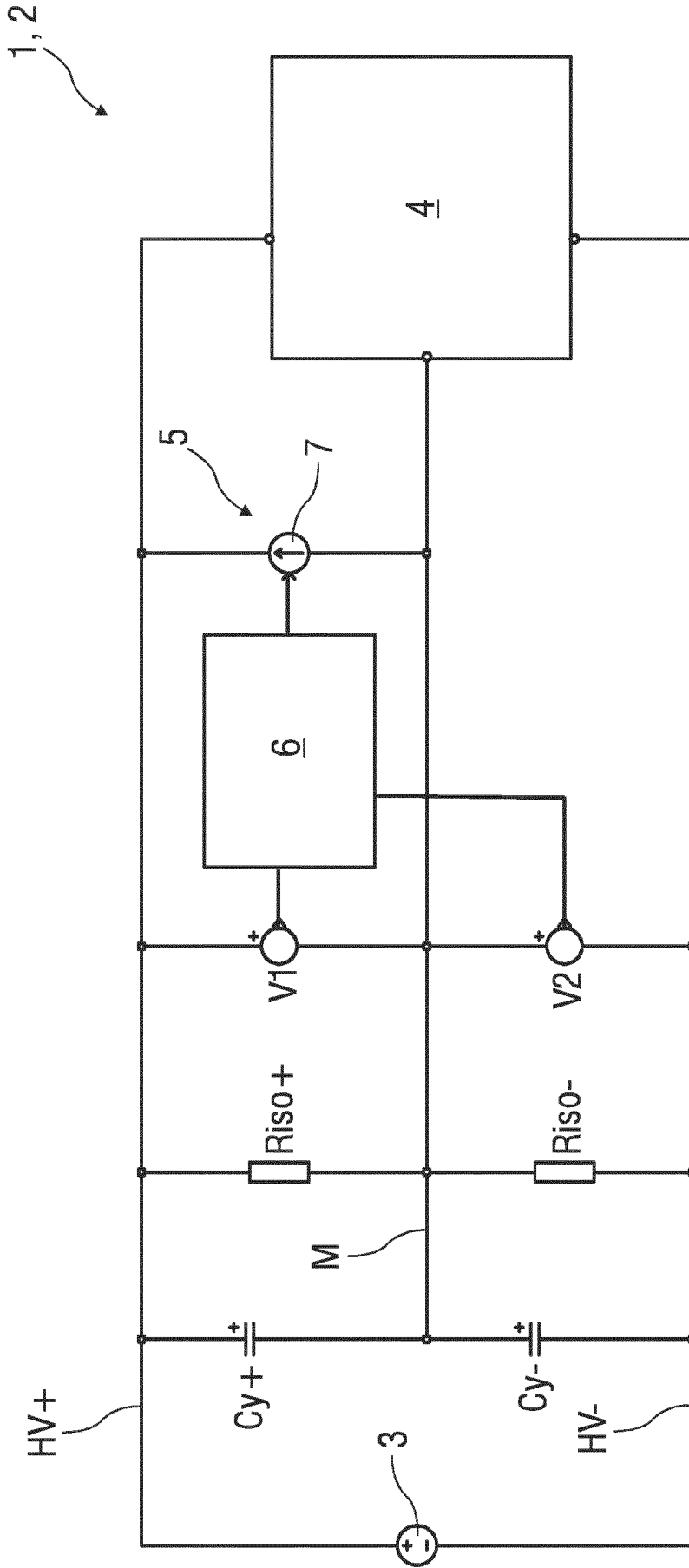


FIG 1

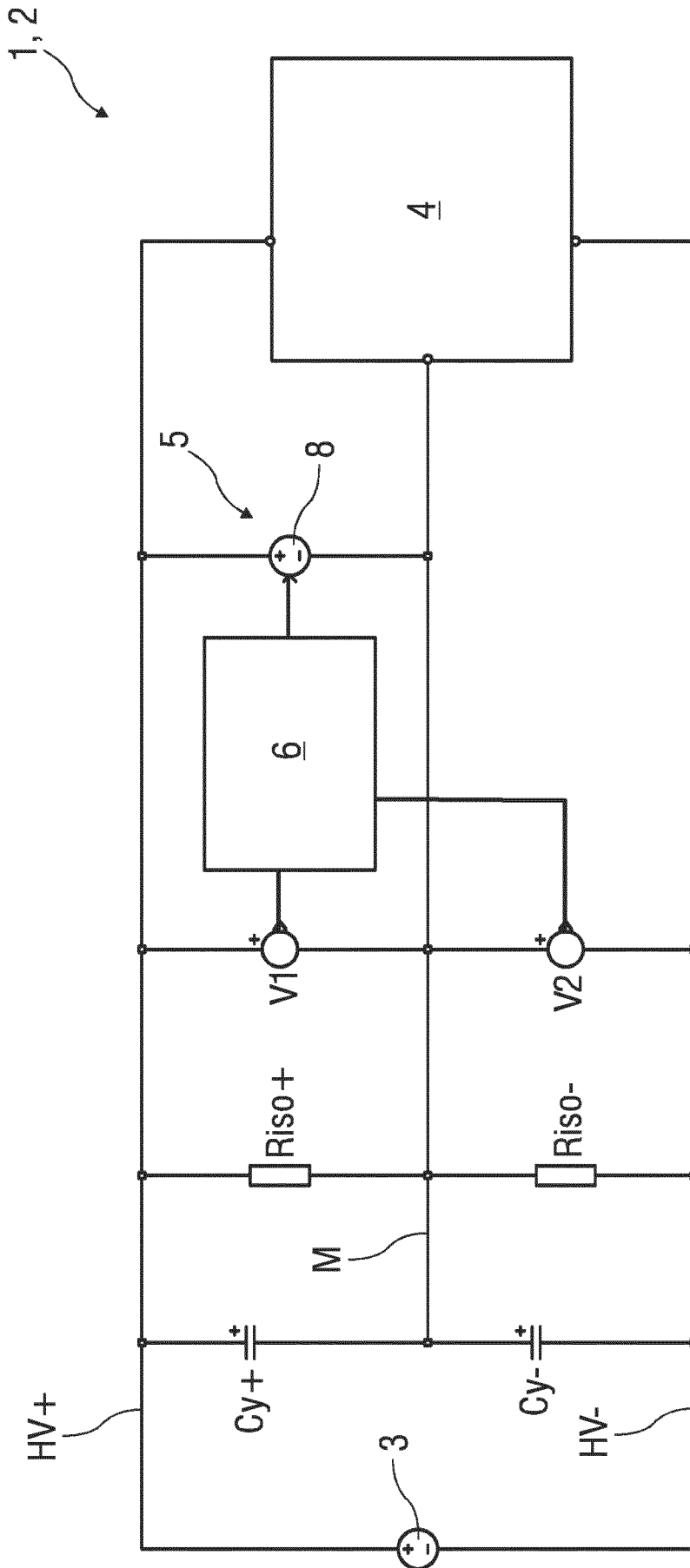


FIG 2

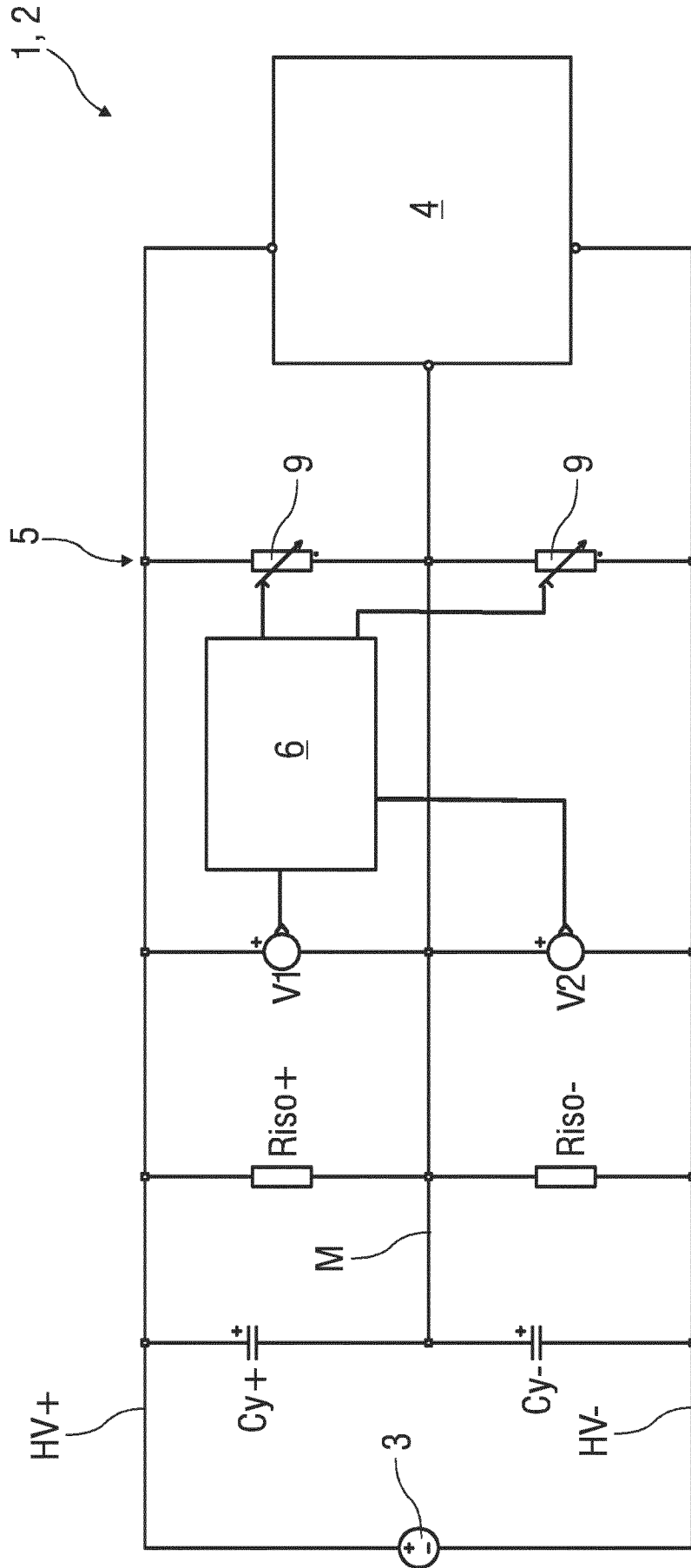


FIG 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/069590

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B60L 3/00</i> (2019.01)i; <i>B60L 3/04</i> (2006.01)i; <i>B60L 3/12</i> (2006.01)i; <i>G01R 31/00</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B60L; G01R		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102021003884 A1 (DAIMLER AG [DE]) 16 September 2021 (2021-09-16) paragraphs [0001], [0024], [0025], [0031], [0032], [0036], [0037] paragraph [0048] - paragraph [0053] paragraphs [0057], [0063], [0064], [0101], [0111], [0120], [0163]	1-7
A	DE 102020102658 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 05 August 2021 (2021-08-05) paragraphs [0001], [0013], [0050], [0053]; figures 1-4	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 20 October 2023		Date of mailing of the international search report 31 October 2023
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Lutz, Tobias Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/069590

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE 102021003884 A1	16 September 2021	NONE	
DE 102020102658 A1	05 August 2021	DE 102020102658 A1	05 August 2021
		WO 2021156282 A1	12 August 2021

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2023/069590

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60L3/00 B60L3/04 B60L3/12 G01R31/00 ADD.				
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC				
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60L G01R				
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen				
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data				
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN				
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.		
X	DE 10 2021 003884 A1 (DAIMLER AG [DE]) 16. September 2021 (2021-09-16) Absätze [0001], [0024], [0025], [0031], [0032], [0036], [0037] Absatz [0048] – Absatz [0053] Absätze [0057], [0063], [0064], [0101], [0111], [0120], [0163] -----	1-7		
A	DE 10 2020 102658 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 5. August 2021 (2021-08-05) Absätze [0001], [0013], [0050], [0053]; Abbildungen 1-4 -----	1-7		
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> * 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 </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist </td> </tr> </table>			* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist			
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absdtedatum des internationalen Recherchenberichts		
20. Oktober 2023		31/10/2023		
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Lutz, Tobias		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/069590

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102021003884 A1	16-09-2021	KEINE	
DE 102020102658 A1	05-08-2021	DE 102020102658 A1	05-08-2021
		WO 2021156282 A1	12-08-2021