

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
5. Januar 2017 (05.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/001084 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B62D 5/04 (2006.01) **B62D 5/06** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/059652
- (22) Internationales Anmeldedatum:
29. April 2016 (29.04.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 212 173.9 30. Juni 2015 (30.06.2015) DE
- (71) Anmelder: **VOLKSWAGEN
AKTIENGESellschaft** [DE/DE]; Berliner Ring 2,
38440 Wolfsburg (DE).
- (72) Erfinder: **WITTE, Bastian**; Amselfeld 16, 38179 Groß
Schwülper (DE). **ROTHHÄMEL, Malte**; Osterhop 27a,
38442 Wolfsburg (DE). **KALLMEYER, Felix**; Zur
Wipperaller 18, 38448 Wolfsburg (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: STEERING SYSTEM FOR AN AUTOMATICALLY DRIVING VEHICLE

(54) Bezeichnung : LENKSYSTEM FÜR EIN AUTOMATISCH FAHRENDES FAHRZEUG

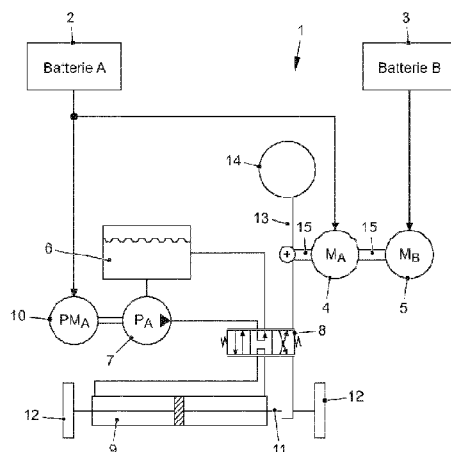


FIG. 1

2 Batterie A
3 Batterie B

Kreises ansteuern.

(57) Abstract: The invention relates to a steering system (1) for an automatically driving vehicle, comprising at least two electrical supply units (2, 3) which are independent of one another, at least one hydraulic circuit and two electric motors (4, 5), wherein the first electric motor (4) is supplied with electrical energy by the first electrical supply unit (2), and the second electric motor (5) is supplied with electrical energy by the second electrical supply unit (3), wherein the electric motors (4, 5) are designed in such a way that they apply a steering torque to at least one component of the steering system (1) and/or actuate a servo valve (8, 21) of the at least one hydraulic circuit.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Lenksystem (1) für ein automatisch fahrendes Fahrzeug, umfassend mindestens zwei voneinander unabhängige elektrische Versorgungseinheiten (2, 3), mindestens einen Hydraulik-Kreis sowie zwei Elektromotoren (4, 5), wobei der erste Elektromotor (4) von der ersten elektrischen Versorgungseinheit (2) und der zweite Elektromotor (5) von der zweiten elektrischen Versorgungseinheit (3) mit elektrischer Energie versorgt wird, wobei die Elektromotoren (4, 5) derart ausgebildet sind, dass diese ein Lenkmoment auf mindestens eine Komponente des Lenksystems (1) aufbringen und/oder ein Servoventil (8, 21) des mindestens einen Hydraulik-

Beschreibung

Lenksystem für ein automatisch fahrendes Fahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Lenksystem für ein automatisch fahrendes Fahrzeug.

Bei automatisch fahrenden Fahrzeugen ist die Redundanz in Lenkung und Bremse eine wichtige Eigenschaft. Im Falle eines beliebigen Einfachfehlers müssen diese immer noch – gegebenenfalls mit Einschränkungen in Dynamik oder Komfort – funktionieren. Dies liegt daran, dass der Fahrer als Rückfallebene für einen Zeitraum von rund 10 s nach der Übernahmeaufforderung noch nicht zur Verfügung steht und das Gesamtsystem solange noch weiter funktionieren muss.

Im Gegensatz dazu sind bei Fahrerassistenzsystemen Bremse und Lenkung nur einkanalig ausgeführt. Der Fahrer ist hier immer als Rückfallebene vorhanden und muss kurzfristig bei einem Fehler die Fahrzeugführung wieder übernehmen.

Aus der WO 2010/125044 A1 ist eine Servolenkbaugruppe für eine hydraulische Servolenkung von Kraftfahrzeugen bekannt, umfassend wenigstens ein hydraulisches Servoventil mit einem Stellglied zur Steuerung der Lenkunterstützung in Abhängigkeit der Relativverdrehung einer Eingangswelle gegenüber einer Ausgangswelle, wenigstens zwei Planetengetriebe zur Übertragung der Drehbewegung der Eingangswelle oder der Ausgangswelle auf das Stellglied, wobei jeweils ein erstes Funktionselement des einen Planetengetriebes mit der Eingangswelle oder der Ausgangswelle und ein erstes Funktionselement des anderen Planetengetriebes mit dem Stellglied drehfest verbunden ist und jeweils ein zweites Funktionselement zur Kopplung der Planetengetriebe vorgesehen ist, und wenigstens einen Aktuator zur Relativverstellung des Stellglieds gegenüber der Eingangswelle oder der Ausgangswelle, um die Lenkunterstützungscharakteristik zu beeinflussen, wobei der wenigstens eine Aktuator so angeordnet und ausgestaltet ist, dass er die gleichsinnige Verdrehung unter gleichzeitiger Relativverdrehung der beiden jeweils dritten Funktionselemente der Planetengetriebe zueinander bewirkt.

Aus der EP 0 856 453 A2 ist ein elektrohydraulisches Lenksystem für Fahrzeuge bekannt, das eine manuelle Lenkung und eine automatische Lenkung, welche über einen Schalter aktivierbar

ist, umfasst. Das Lenksystem weist mindestens einen hydraulischen Lenkzylinder zur Verstellung der lenkbaren Räder auf, wobei vorzugsweise zur Regelung der Beaufschlagung des Lenkzylinders mit Hydraulikflüssigkeit zwei parallel geschaltete, elektrisch betätigbare hydraulische Steuerventile vorgesehen sind, die jeweils mit einer Steuer- und Auswerteeinrichtung zum Empfang der Ansteuersignale verbunden sind. Dabei ist weiter vorgesehen, dass die Steuer- und Auswerteeinrichtung mindestens zwei voneinander unabhängige Steuer- und Auswerteeinheiten und eine Fehlererkennungseinheit aufweist, wobei jeder der Steuer- und Auswerteeinheiten sowie der Fehlererkennungseinheit die Lenksignal-Sollwerte, die Radeinschlagwinkel-Istwerte und die Stellung des Schalters für die automatische Lenkung zugeführt sind. Die Steuer- und Auswerteeinheit und die Fehlererkennungseinheit weisen jeweils einen Mikrocontroller auf. Dabei wird weiter vorgeschlagen, die Mikrocontroller mit unabhängigen Stromversorgungen zu versehen sowie einen weiteren Akkumulator zur Notpufferung der Mikrocontroller neben der Fahrzeugbatterie vorzusehen. Schließlich ist eine Notlenkpumpe vorgesehen, die bei Ausfall der regulären Pumpe die Hydraulikflüssigkeit pumpen soll.

Nachteilig an dem bekannten Lenksystem ist, dass trotz gewisser Redundanzen das Lenksystem gegen Einfachfehler nur unzureichend fehlertolerant ist. Nur beispielhaft sei erwähnt, dass die beiden Pumpen hydraulisch über eine gemeinsame Leitung verbunden sind, sodass bei einer Unterbrechung einer Leitung keine der Pumpen mehr Hydraulikflüssigkeit pumpen kann.

Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, ein Lenksystem für ein automatisch fahrendes Fahrzeug, insbesondere ein Nutzfahrzeug, zu schaffen, das eine geringe Anfälligkeit gegen Einfachfehler aufweist.

Die Lösung des technischen Problems ergibt sich durch ein Lenksystem für ein automatisch fahrendes Fahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Hierzu umfasst das Lenksystem für ein automatisch fahrendes Fahrzeug mindestens zwei voneinander unabhängige elektrische Versorgungseinheiten, mindestens einen Hydraulik-Kreis sowie zwei Elektromotoren. Dabei wird der erste Elektromotor von der ersten elektrischen Versorgungseinheit und der zweite Elektromotor von der zweiten elektrischen Versorgungseinheit mit elektrischer Energie versorgt. Dabei sind die Elektromotoren derart ausgebildet, dass diese ein Lenkmoment auf mindestens eine Komponente des Lenksystems

aufbringen und/oder ein Servoventil des mindestens einen Hydraulik-Kreises ansteuern. Bei einem Einfachfehler in der Elektronik ist somit sichergestellt, dass stets noch ein Elektromotor arbeitet und ein Lenkmoment erzeugen kann (direkt über die Komponente oder indirekt über die Hydraulik). Dabei sind die elektrischen Versorgungseinheiten vorzugsweise als Batterien ausgebildet.

In einer Ausführungsform weist der mindestens eine Hydraulik-Kreis eine Pumpe auf, die durch einen elektrischen Pumpenmotor oder eine Brennkraftmaschine antreibbar ist. Dabei erfolgt die elektrische Versorgung des elektrischen Pumpenmotors oder die der Steuerelektronik des Verbrennungsmotors (z.B. des Motorsteuergeräts) aus einer der beiden elektrischen Versorgungseinheiten, wobei dies vorzugsweise die erste Versorgungseinheit ist, was nachfolgend noch erläutert wird.

In einer Ausführungsform sind die Drehbewegungen der beiden Elektromotoren mechanisch miteinander verbunden und hierzu vorzugsweise derart dimensioniert, dass das maximale Drehmoment des zweiten Elektromotors ein Vielfaches des ersten Elektromotors ist. Dabei ist der Faktor beispielsweise 3 bis 10, insbesondere zwischen 6 und 8. Somit wird der leistungsschwächere Elektromotor und der Pumpenmotor bzw. der Verbrennungsmotor von der ersten Versorgungseinheit versorgt. Bei deren Ausfall steht dann noch immer der leistungsstarke zweite Elektromotor zur Verfügung. Im umgekehrten Fall können der leistungsschwächere Elektromotor und die Hydraulik zusammen ein ausreichendes Lenkmoment erzeugen.

In einer Ausführungsform steuert der erste Elektromotor das Servoventil des Hydraulik-Kreises an und der zweite Elektromotor bringt ein Lenkmoment auf eine Lenksäule oder eine Zahnstange des Lenksystems auf. Lenksäule und Zahnstange sind dabei vorzugsweise mechanisch gekoppelt.

In einer alternativen Ausführungsform bringt der erste Elektromotor ein Lenkmoment auf die Lenksäule auf und der zweite Elektromotor bringt ein Lenkmoment auf die Lenksäule oder die Zahnstange auf. Prinzipiell kann auch der erste Elektromotor ein Lenkmoment auf die Zahnstange aufbringen. Allerdings, wenn dieser bewusst leistungsschwächer als der zweite Elektromotor ausgelegt ist, reichen die vorhandenen Drehmomente für eine direkte Bewegung der Zahnstange nicht aus.

In einer weiteren Ausführungsform sind die beiden Elektromotoren auf einer gemeinsamen Welle angeordnet, was eine sehr kompakte und preiswerte Bauart ermöglicht. Die beiden Elektromotoren können dabei auch in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sein, solange nur die elektrische Trennung gewährleistet ist.

In einer weiteren Ausführungsform weist das Lenksystem zwei Hydraulik-Kreise auf, wobei ein Servoventil des ersten Hydraulik-Kreises durch den ersten Elektromotor und ein Servoventil des zweiten Hydraulik-Kreises durch den zweiten Elektromotor ansteuerbar ist. Auch hier gewährleistet bei einem Einzelfehler des einen Hydraulik-Kreises der jeweils andere Hydraulik-Kreises ein ausreichendes Lenkmoment.

In einer weiteren Ausführungsform sind die beiden Servoventile als integriertes Servoventil ausgebildet, wobei jedoch die beiden Hydraulik-Kreise weiter strikt getrennt sind.

In einer weiteren Ausführungsform ist der mindestens eine elektrische Pumpenmotor derart regelbar, dass bei zunehmender Last Drehzahl oder Moment hochgeregelt werden. Hierdurch wird in Phasen, wo kaum Hydraulikflüssigkeit gepumpt werden muss, die elektrische Energieaufnahme des Pumpenmotors reduziert.

In einer weiteren Ausführungsform ist das Lenksystem derart ausgebildet, dass ein Steuersignal generiert wird, mittels deren unterschiedliche Bremsdrücke an den Vorderrädern eingestellt werden, um eine Lenkbewegung zu erzeugen. Somit kann bei Ausfall eines Kreises (unabhängig davon, ob ein oder zwei Hydraulik-Kreise zur Anwendung kommen) ein zusätzliches unterstützendes Lenkmoment für den verbleibenden Kreis zur Verfügung gestellt werden, wobei diese Ausführungsform vorzugsweise bei Nutzfahrzeugen zur Anwendung kommt. Dem liegt folgende Überlegung zugrunde. Bei Fahrzeugen mit einem elektrischen Stabilitätsprogramm wird mit unterschiedlichen Bremsdrücken an den einzelnen Rädern ein schleuderndes Fahrzeug wieder stabilisiert. Bei einem PKW ist das Lenken über Differenzbremsdruck nahezu unmöglich, da der negative Lenkrollradius die Kräfte so in die Achse einleitet, dass die Lenkung zur entgegengesetzten Seite verdreht wird. Die Längskraftdifferenz durch die Bremsdruckdifferenz wird durch das automatische, entgegen gerichtete Verdrehen der Lenkung wieder kompensiert. Bei Nutzfahrzeugen gibt es hingegen keinen negativen Lenkrollradius, sondern konstruktiv bedingt existieren nur positive Lenkrollradien. Hier wird also das Lenkrad in die Richtung der höheren Bremskraft automatisch verdreht.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Die Figuren zeigen:

- Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild eines Lenksystems mit einem Hydraulik-Kreis in einer ersten Ausführungsform,
- Fig. 2 ein schematisches Blockschaltbild eines Lenksystems mit einem Hydraulik-Kreis in einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 3 ein schematisches Blockschaltbild eines Lenksystems mit einem Hydraulik-Kreis in einer dritten Ausführungsform,
- Fig. 4 ein schematisches Blockschaltbild eines Lenksystems mit zwei Hydraulik-Kreisen in einer ersten Ausführungsform und
- Fig. 5 ein schematisches Blockschaltbild eines Lenksystems mit zwei Hydraulik-Kreisen in einer zweiten Ausführungsform.

In der Fig. 1 ist schematisch ein Lenksystem 1 für ein automatisch fahrendes Fahrzeug dargestellt. Das Lenksystem 1 weist eine erste elektrische Versorgungseinheit 2 auf, die in der Fig. 1 auch als Batterie A bezeichnet wird, wobei über den Index A verdeutlicht werden soll, welche Komponenten durch die erste Versorgungseinheit 2 elektrisch versorgt werden. Entsprechend weist das Lenksystem 1 eine zweite elektrische Versorgungseinheit 3 auf, die auch als Batterie B bezeichnet ist. Die Versorgungseinheiten 2, 3 sind vorzugsweise als Batterien ausgebildet, aber nicht darauf beschränkt. Das Lenksystem 1 weist weiter einen ersten Elektromotor 4 (auch als M_A bezeichnet) und einen zweiten Elektromotor 5 (auch als M_B bezeichnet) auf. Durch den Index A wird somit deutlich, dass der erste Elektromotor 4 (M_A) durch die erste Versorgungseinheit 2 (Batterie A) versorgt wird. Das Lenksystem 1 weist einen Hydraulik-Kreis auf, der durch einen Sammelbehälter 6, eine Pumpe 7, ein Servoventil 8 und einen Hydraulik-Zylinder 9 gebildet wird. Das Servoventil 8 weist dabei vier Anschlüsse auf, nämlich einen zum Sammelbehälter 6, einen zur Pumpe 7 sowie zwei zum Hydraulik-Zylinder 9. Das Servoventil 8 kann dabei drei Schaltstellungen einnehmen, nämlich „Vorwärts“, „Rückwärts“ und „Leerlauf“, wobei in der Darstellung gemäß Fig. 1 sich das Servoventil 8 im „Leerlauf“ befindet. Die Pumpe 7 wird durch einen elektrischen Pumpenmotor 10 (auch als PM_A bezeichnet) angetrieben, der wiederum von der ersten Versorgungseinheit 2 elektrisch versorgt wird. Der Hydraulik-Zylinder 9 ist mit einer Zahnstange 11 verbunden, die die Lenkkraft auf die

Räder 12 überträgt. Weiter weist das Lenksystem 1 eine Lenksäule 13 auf, an der eine Lenkhandhabe 14 (z.B. ein Lenkrad) angeordnet ist. Die Lenksäule 13 ist dabei mechanisch mit der Zahnstange 11 gekoppelt, beispielsweise über ein nicht dargestelltes Getriebe. Die beiden Elektromotoren 4, 5 sitzen auf einer gemeinsamen Welle 15, die mechanisch mit der Lenksäule 13 verbunden ist und ein Moment auf die Lenksäule 13 übertragen kann. Des Weiteren ist auch das Servoventil 8 mit der Lenksäule 13 gekoppelt, sodass sich die Schaltstellung des Servoventil 8 entsprechend der Drehung der Lenksäule 13 verändert. Dabei weist der zweite Elektromotor 5 ein vielfach größeres maximales Drehmoment auf als der erste Elektromotor 4. Beispielsweise weist der erste Elektromotor 4 ein maximales Drehmoment von 15 Nm auf, wohingegen der zweite Elektromotor 5 ein maximales Drehmoment von 110-140 Nm aufweist (beide Werte sind bezogen auf ein Lenkmoment, welches der Fahrer am Lenkrad aufbringen muss um ein gleiches Lenkergebnis zu erzielen). Der zweite Elektromotor 5 ist dabei vorzugsweise derart dimensioniert, dass dieser die Servolenkfunktion bei manuellem Fahreingriff alleine durchführen kann. Das Lenksystem 1 ist dabei fail-operational betreffend Einfachfehler und kann die Anforderungen aufgrund des automatischen Fahrens als auch der Servolenkfunktion bei manuellem Eingriff voll erfüllen, wobei die einzelnen Fehlerfälle kurz erläutert werden sollen.

Bei einem Ausfall des Hydraulik-Kreises übernehmen der erste und zweite Elektromotor 4, 5 die Servolenkfunktion bei manuellem Fahrereingriff, wobei die Summe der Momente auch ausreichend ist, alle Anforderungen des automatischen Fahrens zu übernehmen.

Bei einem Ausfall des zweiten Elektromotors 5 setzt der erste Elektromotor 4 zusammen mit der intakten Hydraulik die Anforderungen des automatischen Fahrens um. Die Hydraulik bildet die Servolenkfunktion ab, falls der Fahrer manuell eingreift.

Bei Ausfall des ersten Elektromotors 4 setzt der größere zweite Elektromotor 5 (gegebenenfalls zusammen mit der intakten Hydraulik) die Anforderungen des automatischen Fahrens um. Die Hydraulik oder der zweite Elektromotor 5 bildet die Servolenkfunktion ab, falls der Fahrer manuell eingreift.

Bei Ausfall der ersten elektrischen Versorgungseinheit 2 (Batterie A) stellt der größere zweite Elektromotor 5 die Servolenkfunktion bei manuellem Eingriff und die Umsetzung der Anforderungen an das automatische Fahren sicher.

Bei einem Ausfall der zweiten elektrischen Versorgungseinheit 3 (Batterie B) stellen der erste Elektromotor 4 und die Hydraulik die Servolenkfunktion bei manuellem Eingriff und die Umsetzung des automatischen Fahrens sicher.

Somit ist bei einem Einzelfehler stets sowohl die Servolenkfunktion als auch die des automatischen Fahrens sichergestellt.

Befinden sich der erste und zweite Elektromotor 4, 5 nicht auf einer gemeinsamen Welle 15, so kann der zweite Elektromotor 5 auch über ein Zwischengetriebe direkt an der Zahnstange 11 angreifen.

Dabei ist die Umsetzung mit mindestens einem Hydraulik-Kreis energetisch günstiger als mit zwei ausreichend groß dimensionierten Elektromotoren, die jeweils einzeln die Lenkmomente aufbringen könnten.

In der Fig. 2 ist eine leicht modifizierte Ausführungsform zu Fig. 1 dargestellt, wobei gleiche Elemente gleiche Bezugszeichen aufweisen. Der einzige Unterschied ist, dass die Pumpe 7 durch eine Brennkraftmaschine 16 angetrieben wird. Dabei ist nur sicherzustellen, dass die komplette notwendige elektrische Steuerung der Brennkraftmaschine 16 (wie z.B. Steuergeräte) durch die erste elektrische Versorgungseinheit 2 (Batterie A) erfolgt.

In der Fig. 3 ist eine dritte Ausführungsform dargestellt, wobei der erste Elektromotor 4 und der zweite Elektromotor 5 nicht auf einer gemeinsamen Welle 15 angeordnet sind. Vielmehr steuert der erste Elektromotor 4 über seine Welle 17 direkt das Servoventil 8 an. Dabei wird auf den Verdrehwinkel des Torsionsstabs der Servolenkung ein zusätzlicher Verdrehwinkel aufaddiert (siehe WO 2010/125044A1). Der zweite Elektromotor 5 kann dabei wie dargestellt mit seiner Welle 18 an die Lenksäule 13 oder aber auch direkt an der Zahnstange 11 angreifen. Dabei kann der erste Elektromotor 4 extrem klein angelegt werden, da dieser kein Moment auf die Lenksäule 13 aufbringen muss, sondern lediglich die Reibung im Verstellmechanismus überwinden muss. Hier kann der Unterschied zwischen den maximalen Drehmomenten der beiden Elektromotoren 4, 5 bei einem Faktor 100 liegen.

In der Fig. 4 ist eine alternative Ausführungsform dargestellt, wobei im Gegensatz zu den Ausführungsformen gemäß Fig. 1 bis 3 zwei Hydraulik-Kreise vorhanden sind. Der zweite Hydraulik-Kreis wird durch einen eigenen Sammelbehälter 19, eine Pumpe 20, ein zweites Servoventil 21 und einen zweiten Hydraulik-Zylinder 22 gebildet. Dabei steuert der erste

Elektromotor 4 das erste Servoventil 8 über seine Welle 17 und der zweite Elektromotor 5 das zweite Servoventil 21 über seine Welle 18 an. Die Pumpe 20 des zweiten Hydraulik-Kreises wird dabei durch einen zweiten elektrischen Pumpenmotor 23 angesteuert. Da der erste Hydraulik-Kreis vollständig und ausschließlich durch die erste Versorgungseinheit 2 (Batterie A) und der zweite Hydraulik-Kreis vollständig und ausschließlich durch die zweite Versorgungseinheit 3 (Batterie B) versorgt wird, ist das Lenksystem fail-operational gegen Einfachfehler.

In der Fig. 5 ist eine Abwandlung der Ausführungsform gemäß Fig. 4 dargestellt, wobei die beiden Elektromotoren 4, 5 wieder auf einer gemeinsamen Welle 15 angeordnet sind. Dabei können die beiden Servoventile 8, 21 auch in einem gemeinsamen Servoventil integriert sein, dass acht Zuleitungen und drei Schaltstellungen aufweist, solange nur die vollständige Trennung der beiden Hydraulik-Kreise gewährleistet ist. Selbstverständlich kann auch einer der elektrischen Pumpenmotoren 10, 23 in den Ausführungen gemäß Fig. 4 oder 5 wieder durch die Brennkraftmaschine 16 ersetzt werden (siehe Fig. 2).

Patentansprüche

1. Lenksystem (1) für ein automatisch fahrendes Fahrzeug, umfassend mindestens zwei voneinander unabhängige elektrische Versorgungseinheiten (2, 3), mindestens einen Hydraulik-Kreis sowie zwei Elektromotoren (4, 5), wobei der erste Elektromotor (4) von der ersten elektrischen Versorgungseinheit (2) und der zweite Elektromotor (5) von der zweiten elektrischen Versorgungseinheit (3) mit elektrischer Energie versorgt wird, wobei die Elektromotoren (4, 5) derart ausgebildet sind, dass diese ein Lenkmoment auf mindestens eine Komponente des Lenksystems (1) aufbringen und/oder ein Servoventil (8, 21) des mindestens einen Hydraulik-Kreises ansteuern.
2. Lenksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Hydraulik-Kreis eine Pumpe (7, 20) aufweist, die durch einen elektrischen Pumpenmotor (10, 23) oder eine Brennkraftmaschine (16) antreibbar ist.
3. Lenksystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Elektromotoren (4, 5) derart dimensioniert sind, dass das maximale Drehmoment des zweiten Elektromotors (5) ein Vielfaches des ersten Elektromotors (4) ist.
4. Lenksystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Elektromotor (4) das Servoventil (8) des Hydraulik-Kreises ansteuert und der zweite Elektromotor (5) ein Lenkmoment auf eine Lenksäule (13) oder eine Zahnstange (11) des Lenksystems (1) aufbringt.
5. Lenksystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Elektromotor (4) ein Lenkmoment auf die Lenksäule (13) aufbringt und der zweite Elektromotor (5) ein Lenkmoment auf die Lenksäule (13) oder Zahnstange (11) aufbringt.
6. Lenksystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehbewegungen der beiden Elektromotoren (4, 5) mechanisch miteinander verbunden sind.
7. Lenksystem nach Anspruch 1, 2 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Lenksystem (1) zwei Hydraulik-Kreise aufweist, wobei ein Servoventil (8) des ersten Hydraulik-Kreises

durch den ersten Elektromotor (4) und ein Servoventil (21) des zweiten Hydraulik-Kreises durch den zweiten Elektromotor (5) ansteuerbar ist.

8. Lenksystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Servoventile (8, 21) als integriertes Servoventil ausgebildet sind.
9. Lenksystem nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine elektrische Pumpenmotor (10, 23) derart regelbar ist, dass bei zunehmender Last Drehzahl oder Moment hochgeregelt werden.
10. Lenksystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Lenksystem (1) derart ausgebildet ist, dass ein Steuersignal generiert wird, mittels dessen unterschiedliche Bremsdrücke an den Vorderrädern eingestellt werden, um eine Lenkbewegung zu erzeugen.

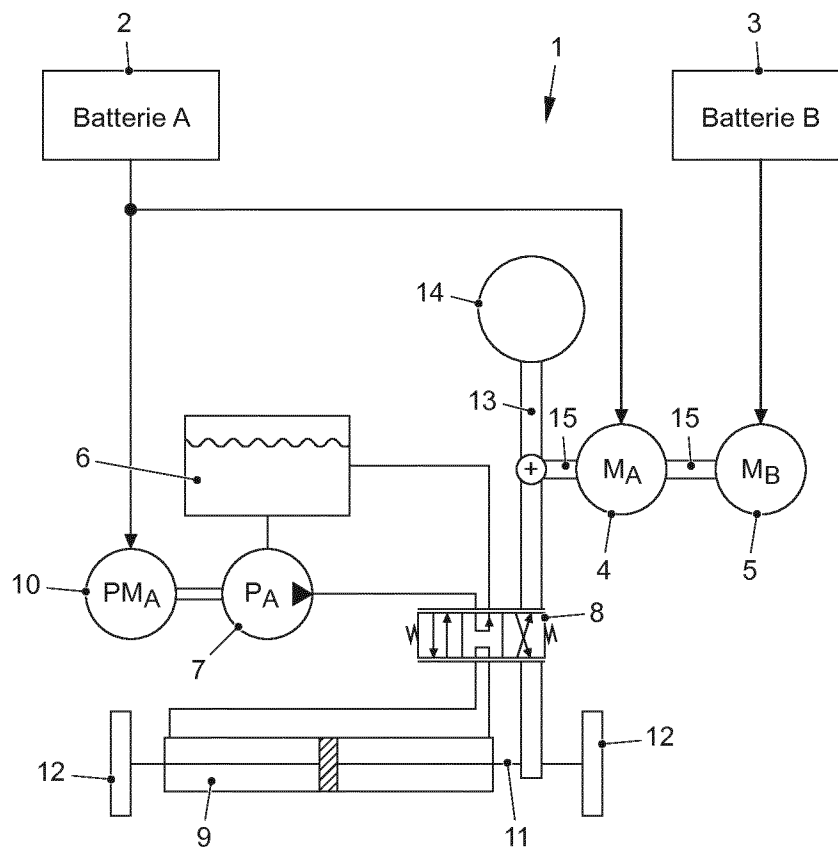


FIG. 1

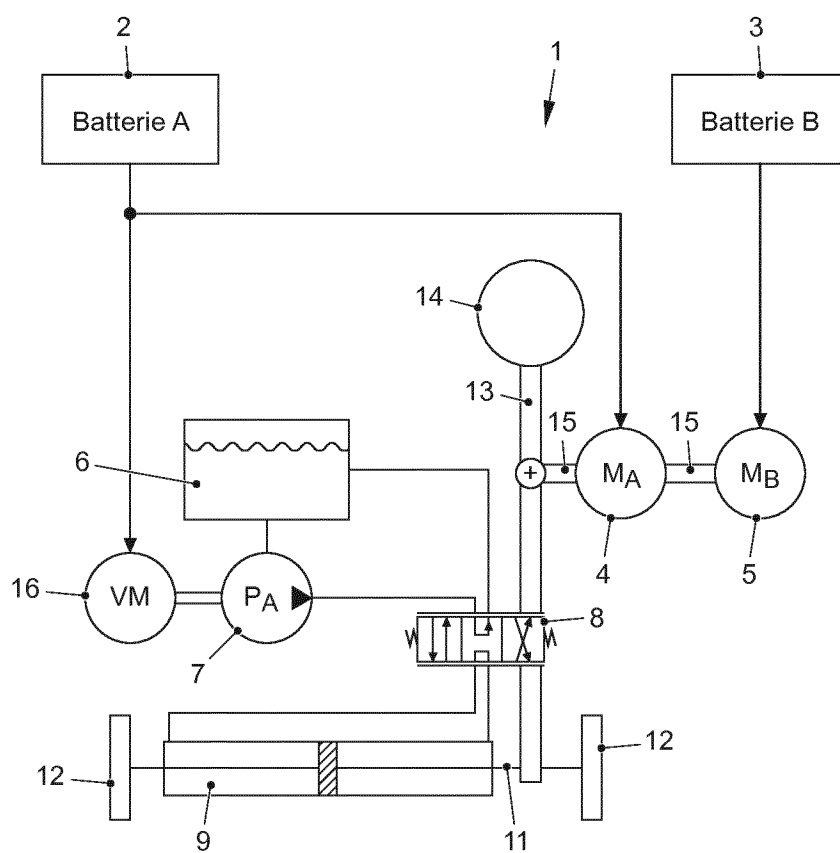


FIG. 2

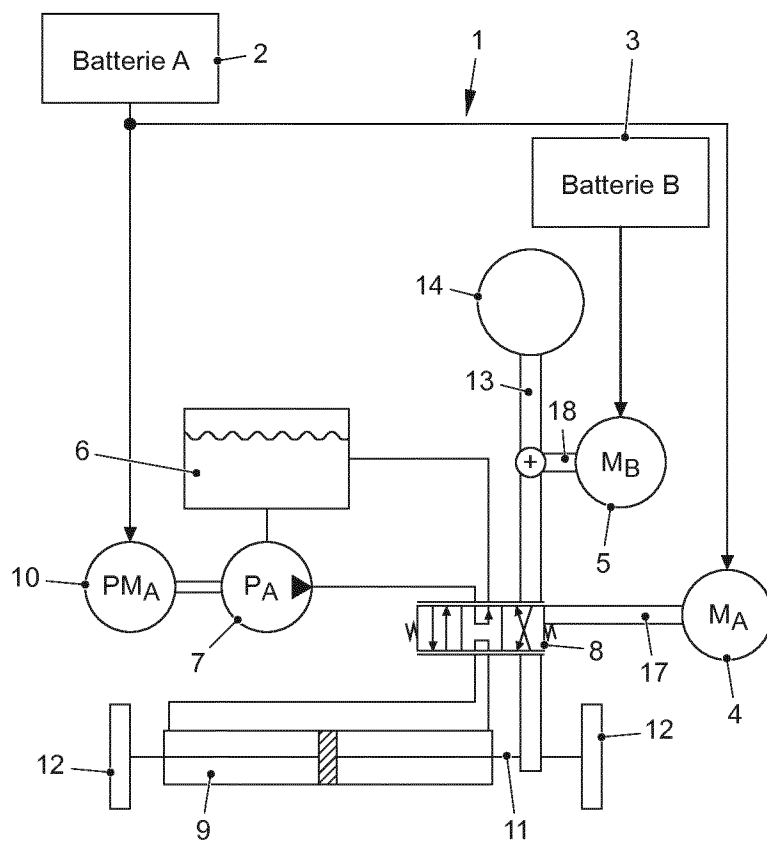


FIG. 3

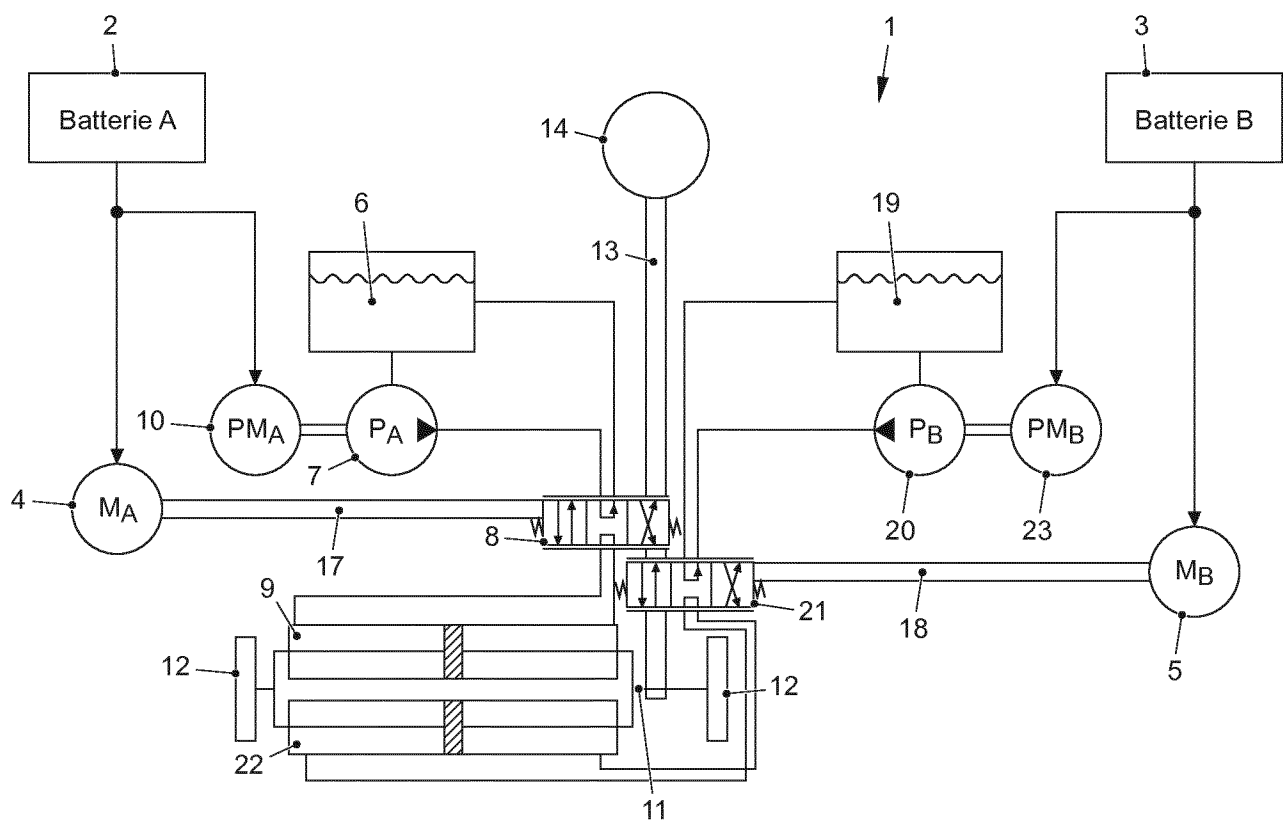


FIG. 4

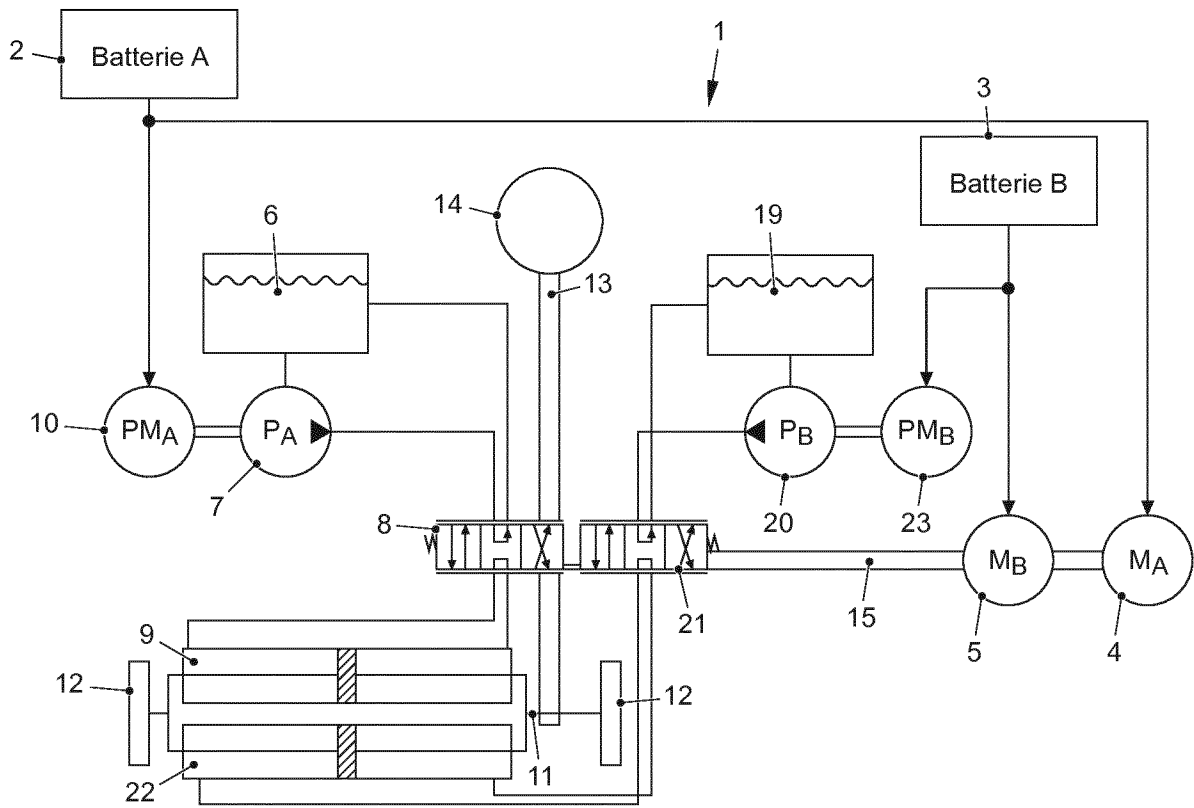


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/059652

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B62D5/04 B62D5/06
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)
B62D

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.
Y A	EP 1 219 525 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 3 July 2002 (2002-07-03) paragraphs [0003], [0006] - [0008], [0011], [0014], [0015], [0017], [0019], [0023], [0024]; figures 1-3 -----	1,2,4,5, 9 3,6-8,10
Y A	US 2007/095598 A1 (WILLIAMS DANIEL E [US]) 3 May 2007 (2007-05-03) paragraphs [0011], [0012] - [0017]; figures 1,2 -----	1,2,4,5, 9 3,6-8,10
A	EP 0 856 453 A2 (CLAAS OHG [DE]) 5 August 1998 (1998-08-05) cited in the application column 5, lines 1-16 column 7, line 44 - column 8, line 17; claim 1; figures 1-4 ----- -/--	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 July 2016

Date of mailing of the international search report

21/07/2016

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Janusch, Stefan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/059652

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 33 460 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27 January 2000 (2000-01-27) the whole document -----	1-10
A	EP 1 220 773 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 10 July 2002 (2002-07-10) paragraphs [0010] - [0013], [0017], [0023], [0038], [0039], [0044]; claim 1; figure 1 -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/059652

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 1219525	A2	03-07-2002	EP	1219525 A2		03-07-2002
			US	2002084757 A1		04-07-2002

US 2007095598	A1	03-05-2007	NONE			

EP 0856453	A2	05-08-1998	DE	19703846 A1		06-08-1998
			EP	0856453 A2		05-08-1998
			US	6067782 A		30-05-2000

DE 19833460	A1	27-01-2000	DE	19833460 A1		27-01-2000
			JP	2000043749 A		15-02-2000

EP 1220773	A1	10-07-2002	DE	19946073 A1		10-05-2001
			EP	1220773 A1		10-07-2002
			ES	2194776 T3		01-12-2003
			JP	2003510221 A		18-03-2003
			US	6650979 B1		18-11-2003
			WO	0123242 A1		05-04-2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B62D5/04 B62D5/06
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B62D

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.
Y	EP 1 219 525 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 3. Juli 2002 (2002-07-03)	1,2,4,5, 9
A	Absätze [0003], [0006] - [0008], [0011], [0014], [0015], [0017], [0019], [0023], [0024]; Abbildungen 1-3 -----	3,6-8,10
Y	US 2007/095598 A1 (WILLIAMS DANIEL E [US]) 3. Mai 2007 (2007-05-03)	1,2,4,5, 9
A	Absätze [0011], [0012] - [0017]; Abbildungen 1,2 -----	3,6-8,10
A	EP 0 856 453 A2 (CLAAS OHG [DE]) 5. August 1998 (1998-08-05) in der Anmeldung erwähnt Spalte 5, Zeilen 1-16 Spalte 7, Zeile 44 - Spalte 8, Zeile 17; Anspruch 1; Abbildungen 1-4 -----	1-10
	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Juli 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/07/2016

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Janusch, Stefan

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 198 33 460 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27. Januar 2000 (2000-01-27) das ganze Dokument -----	1-10
A	EP 1 220 773 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 10. Juli 2002 (2002-07-10) Absätze [0010] - [0013], [0017], [0023], [0038], [0039], [0044]; Anspruch 1; Abbildung 1 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/059652

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1219525 A2	03-07-2002	EP 1219525 A2	03-07-2002
		US 2002084757 A1	04-07-2002
US 2007095598 A1	03-05-2007	KEINE	
EP 0856453 A2	05-08-1998	DE 19703846 A1	06-08-1998
		EP 0856453 A2	05-08-1998
		US 6067782 A	30-05-2000
DE 19833460 A1	27-01-2000	DE 19833460 A1	27-01-2000
		JP 2000043749 A	15-02-2000
EP 1220773 A1	10-07-2002	DE 19946073 A1	10-05-2001
		EP 1220773 A1	10-07-2002
		ES 2194776 T3	01-12-2003
		JP 2003510221 A	18-03-2003
		US 6650979 B1	18-11-2003
		WO 0123242 A1	05-04-2001