

(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
21. März 2019 (21.03.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/052807 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60K 7/00 (2006.01) *B60T 8/1761* (2006.01)
B60L 3/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/073139

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. August 2018 (28.08.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 216 020.9
12. September 2017 (12.09.2017) DE

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

(72) Erfinder: **BROK, Tobias**; Hans-Sachs-Str. 1, 85092 Kösching (DE). **ERNST, Herbert**; Eichendorffstr. 12, 85055 Ingolstadt (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING WHEEL SLIP INFORMATION OF AN ELECTRICALLY DRIVEN WHEEL OF A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG EINER RADSCHLUPFINFORMATION EINES ELEKTRISCH ANGETRIEBENEN RADES EINES KRAFTFAHRZEUGS

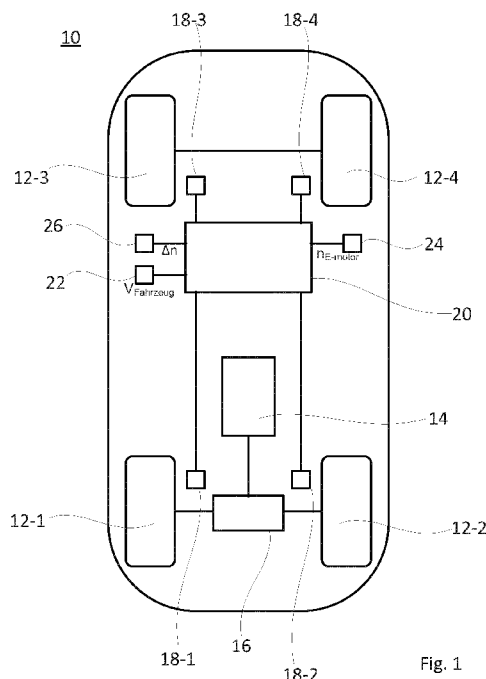


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for determining wheel slip information of an electrically driven wheel (12-1, 12-2, 12-3, 12-4) of a motor vehicle (10), wherein during travel the rotary speed ($n_{E-motor}$) of an electric motor (16) driving the wheel (12-1, 12-2, 12-3, 12-4) is detected and the detected rotary speed ($n_{E-motor}$) of the electric motor (16) is used to determine the wheel slip information.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung einer Radschlupfinformation eines elektrisch angetriebenen Rades (12-1, 12-2, 12-3, 12-4) eines Kraftfahrzeugs (10), gemäß dem während der Fahrt die Drehzahl ($n_{E-motor}$) eines das Rad (12-1, 12-2, 12-3, 12-4) antreibenden Elektromotors (16) erfasst wird und die erfasste Drehzahl ($n_{E-motor}$) des Elektromotors (16) für die Bestimmung der Radschlupfinformation verwendet wird.



WO 2019/052807 A1

- 5 Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung einer Radschlupfinformation
eines elektrisch angetriebenen Rades eines Kraftfahrzeugs

BESCHREIBUNG:

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung einer Radschlupfinfor-
mation eines elektrisch angetriebenen Rades eines Kraftfahrzeugs, insbe-
sondere nach einem Ausfall eines dem Rad zugeordneten
Raddrehzahlsensors, gemäß der im Patentanspruch 1 angegebenen Art
15 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Pa-
tentanspruch 9.

Um die Fahrzeugstabilität bzw. Lenkbarkeit des Kraftfahrzeugs auch auf
rutschigen Untergründen zu gewährleisten, sind Informationen bzgl. des
20 Schlupfes am Rad notwendig. Heutige ABS/ESC-Systeme nutzen Raddreh-
zahlinformationen um festzustellen, welches Rad sich wie weit im Schlupf
befindet.

Fällt ein oder mehrere Raddrehzahlsensoren aus, so wird dies heute dem
25 Fahrer angezeigt (Bewarnung durch ABS/ESC-Lampe) und dem Fahrer die
Verantwortung übertragen das Fahrzeug sicher zu führen oder abzustellen.
Insbesondere im Hinblick auf die Funktion eines pilotierten bzw.
(teil)autonomen Fahrens, hätte das zur Konsequenz, dass die Funktion des
pilotierten bzw. (teil)autonomen Fahrens kurzfristig deaktiviert werden müss-
30 te, da aufgrund der fehlenden Information über den Radschlupf das Fahr-
zeug in eine sicherheitskritische Fahrsituation geraten könnte, die vom
System nicht mehr beherrscht werden könnte.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde ein Verfahren anzugeben, mittels dem im Falle eines Ausfalls eines Raddrehzahlsensors eine Ersatzinformation über die Haftungssituation (Schlupf) der Räder des Kraftfahrzeugs generiert werden kann.

5

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Die Unteransprüche 2 bis 8 bilden vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsmäßigen Verfahrens.

10

Gemäß dem Verfahren zur Bestimmung einer Radschlupfinformation eines elektrisch angetriebenen Rades eines Kraftfahrzeugs wird die während der Fahrt des Kraftfahrzeugs erfasste Drehzahl des Elektromotors für die Bestimmung der Raddrehzahl verwendet.

15

Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist nunmehr in vorteilhafter Weise gewährleistet, dass auch im Falle eines Ausfalls eines Raddrehzahlsensors eine Ersatz-Schlupf-Information generiert werden kann. D. h. es wird mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens eine redundante Radschlupfinformation zur Verfügung gestellt. Das hat den positiven Effekt, dass – da nunmehr eine Ersatz-Schlupf-Information zur Verfügung steht – im Falle eines pilotierten bzw. (teil)autonomen Fahrens eine Deaktivierung nicht zwingend erforderlich ist.

20

25

Gemäß einer ersten Ausführungsform ist jedem Rad des Kraftfahrzeugs ein Elektromotor zugeordnet, d. h. jedes Rad des Kraftfahrzeugs wird über einen separaten Elektromotor angetrieben. In diesem Fall ist nach dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen, dass zur Bestimmung bzw. Generierung der Ersatz-Radschlupf-Information aus der während der Fahrt erfassten Drehzahl des Elektromotors $n_{E-Motor}$ sowie – sofern zwischen der Abtriebswelle des Elektromotors und der Antriebswelle des Rades ein Getriebe ange-

30

ordnet ist – der Getriebeübersetzung i_G eine theoretische Raddrehzahl $n_{Rad,theo}$ des Rades gemäß der Vorschrift

$$n_{Rad,theo} = \frac{n_{E-Motor}}{i_G}$$

bestimmt wird. Für den Fall, dass zwischen der Abtriebswelle des Elektromotors und der Antriebswelle des Rades kein Getriebe angeordnet ist, ist in obiger Gleichung $i_G=1$ zu setzen. Anschließend wird aus der ebenfalls während der Fahrt des Kraftfahrzeugs erfassten aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit $V_{Fahrzeug}$ des Kraftfahrzeugs eine theoretische Ist-Raddrehzahl $n_{Rad,ist}$ des Rads gemäß der Vorschrift

$$n_{Rad,ist} = \frac{V_{Fahrzeug}}{\pi d_{Rad}} \quad \text{wobei } d_{Rad} = \text{Durchmesser des Rades}$$

bestimmt. In einem letzten Schritt wird in einer Regel-/Steuereinheit ein Vergleich durchgeführt, indem die ermittelte theoretische Raddrehzahl $n_{Rad,theo}$ mit der ermittelten Ist-Raddrehzahl $n_{Rad,ist}$ verglichen wird. Ergibt der Vergleich, dass die ermittelte theoretische Raddrehzahl $n_{Rad,theo}$ signifikant von der ermittelten Ist-Raddrehzahl $n_{Rad,ist}$ abweicht, so wird als Radschlupfinformation bestimmt, dass das betroffene Rad sich im Schlupf befindet.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform werden die Räder einer Achse über einen gemeinsamen Elektromotor angetrieben und zwischen den Rädern der Achse ist ein Achsdifferential angeordnet. Die Übersetzung des Achsdifferentials ist nachfolgende als i_A bezeichnet. Gegebenenfalls kann zudem zwischen der Abtriebswelle des Elektromotors und Eingangswelle zum Achsdifferential ein Getriebe mit der Getriebeübersetzung i_G angeordnet sein (sofern kein Getriebe => $i_G=1$). Verfahrensgemäß ist in diesem Fall vorgesehen, dass zur Bestimmung bzw. Generierung der Ersatz-Radschlupf-Information während der Fahrt des Kraftfahrzeugs neben der Drehzahl des Elektromotors $n_{E-motor}$ auch eine aus dem Achsdifferential bedingte Drehzahldifferenz Δn zwischen den Rädern der Achse erfasst wird, und dass aus der erfassten Drehzahl $n_{E-motor}$ des Elektromotors, der erfassten Drehzahldiffe-

renz Δn sowie der Achsdifferentialübersetzung i_A und – sofern ein Getriebe vorhanden ist – der Getriebeübersetzung i_G für beide Räder der Achse eine theoretische Raddrehzahl $n_{Rad,theo}$ gemäß der Vorschrift

$$n_{Rad,theo} = \frac{1}{2} \left(\frac{n_{E-Motor}}{i_G i_A} \pm \Delta n \right)$$

- 5 bestimmt wird. Aus der während der Fahrt des Kraftfahrzeugs erfassten aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit $V_{Fahrzeug}$ werden in einem nächsten Schritt die theoretischen Ist-Raddrehzahlen der Räder $n_{Rad,Ist}$ der Achse bestimmt. Dies erfolgt gemäß der Vorschrift:

$$n_{Rad,Ist} = \frac{V_{Fahrzeug}}{\pi d_{Rad}} \quad \text{wobei } d_{Rad} = \text{Durchmesser des Rades}$$

- 10 Anschließend wird in einer Regel-/Steuereinheit ein Vergleich durchgeführt, indem die ermittelte theoretische Raddrehzahl $n_{Rad,theo}$ der Räder der Achse mit der der ermittelten theoretischen Ist-Raddrehzahl $n_{Rad,Ist}$ verglichen wird. Ergibt der Vergleich, dass die ermittelte theoretische Raddrehzahl $n_{Rad,theo}$ eines oder beider Räder signifikant von der ermittelten Ist-Raddrehzahl
- 15 $n_{Rad,Ist}$ abweicht, so wird als Radschlupfinformation bestimmt, dass das betroffene Rad oder beide Räder der Achse sich im Schlupf befinden.

- Die Erfassung der Drehzahldifferenz Δn zwischen den Rädern einer Achse kann auf verschiedene Arten erfolgen, z. B. durch einen separaten, hierzu
- 20 speziell vorgesehenen Sensor. Alternativ ist es auch möglich die Drehzahldifferenz Δn anhand einer sonstigen, noch vorhandenen weiteren Stützinformation zu berechnen, z. B. in der Gestalt, dass – da in der Regel die Raddrehzahlsensoren der Räder einer Achse nicht gleichzeitig ausfallen und damit an der Achse eine Referenzinformation zu Verfügung steht – aus der
- 25 Drehzahl der Eingangswelle zum Achsdifferential und der Stützinformation des nicht ausgefallen Raddrehzahlsensors die Drehzahldifferenz Δn bestimmt wird.

Vorzugsweise werden bei beiden geschilderten Ausführungsformen zudem noch die ermittelten theoretischen Raddrehzahlen der Räder einer Achse miteinander verglichen. Ergibt z. B. der Vergleich für die Räder einer Achse, dass $n_{\text{Rad,links,theo}} > n_{\text{Rad,rechts,theo}}$, so ist das ein Indiz, dass im Falle einer Beschleunigung oder Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit, das linke Rad sich im Schlupf befindet und abgebremst werden muss bzw. im Falle einer Verzögerung, d. h. einer aktiven Bremsung oder Motorschub-Rekuperation, dass das rechte Rad blockiert und der Druck aus der Bremse genommen werden muss bzw. der Motorschub/die Rekuperation zurückgenommen werden muss.

Bevorzugt wird die Drehzahl des Elektromotors aus dem Stromverlauf, und/oder Spannungsabfall und/oder aus Informationen der Motoransteuerung bestimmt. Eine alternative Ausführungsform sieht vor, dass die Drehzahl des Elektromotors über einen Sensor, z. B. in Form eines Hall-Sensors, bestimmt wird.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt eine signifikante Abweichung der ermittelten theoretischen Raddrehzahl $n_{\text{Rad,theo}}$ von der ermittelten Ist-Raddrehzahl $n_{\text{Rad,ist}}$ vor, wenn für die Raddrehzahlen gilt:

$$n_{\text{Rad,ist}} \leq 0.9 n_{\text{Rad,theo}} \quad \text{oder} \quad n_{\text{Rad,ist}} \geq 1.1 n_{\text{Rad,theo}}$$

Der Erfindung liegt des Weiteren die Aufgabe zu Grunde eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Bestimmung einer Radschlupfinformation eines elektrisch angetriebenen Rades eines Kraftfahrzeugs anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch den Patentanspruch 9 gelöst.

Der Unteransprüche 10 bis 12 stellen vorteilhafte Weiterbildungen der Vorrichtung dar.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bestimmung einer Radschlupfinformation eines elektrisch angetriebenen Rades eines Kraftfahrzeugs umfasst
5 einen Elektromotor zum Antrieb des Rades, einen dem Rad zugeordneten Raddrehzahlsensor sowie Mittel zur Erfassung der Drehzahl des Elektromotors. Weiterhin umfasst die Vorrichtung eine Regel-/Steuereinheit, der als Eingangssignale die aktuelle Kraftfahrzeuggeschwindigkeit sowie die Aus-
10 gangssignale des dem Rad zugeordneten Raddrehzahlsensors zur Verfügung gestellt werden. Erfindungsgemäß werden der Regel/Steuereinheit als weitere Eingangsgröße noch die erfassten Daten über die Drehzahl des Elektromotors zur Verfügung gestellt.

15 Aufgrund der nunmehr der Regel-Steuereinheit als weitere Eingangsgröße zur Verfügung gestellten Information über die Drehzahl der Elektromotors, ist nunmehr in vorteilhafter Weise die Bestimmung einer redundanten Radschlupfinformation ermöglicht.

20 Vorzugsweise sind die Mittel zur Erfassung der Drehzahl des Elektromotors derart ausgebildet, dass diese die Drehzahl des Elektromotors aus dem Stromverlauf, und/oder Spannungsabfall und/oder aus Informationen der Motoransteuerung generieren.

25 Eine alternative Ausgestaltung sieht vor, dass die Mittel zur Erfassung der Drehzahl des Elektromotors in Form eines separaten Sensors ausgebildet sind.

Weitere Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung
30 ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel.

In der Zeichnung bedeutet:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs zur Verdeutlichung des Verfahrens zur Bestimmung einer redundanten Radschlupfinformation eines elektrisch angetriebenen Rades eines Kraftfahrzeugs.

Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung ein insgesamt mit der Bezugsziffer 10 bezeichnetes Kraftfahrzeug. Vorliegend sind die hinteren Räder 12-1 und 12-2 mittels eines Elektromotors 14 angetrieben, die Räder 12-3 und 12-4 der Vorderachse sind nicht angetrieben. Zwischen den Rädern 12-1, 12-2 der Hinterachse ist in bekannter Art und Weise ein mit der Bezugsziffer 16 bezeichnetes Achsdifferential angeordnet. Zudem ist jedem Rad 12-1, 12-2, 12-3, 12-4 des Kraftfahrzeugs 10 ein Raddrehzahlsensor 18-1, 18-2, 18-3 und 18-4 zugeordnet, um festzustellen, welches Rad sich wie weit im Schlupf befindet. Auf Grundlage dieser Information wird geregelt, d. h. das Rad, welches sich im Schlupf befindet wird i. d. R. abgebremst.

Fällt nun z. B. der Radrehzahlsensor 18-1 aus, so hat dies zur Folge, dass am Rad 12-1 eine Schlupfregelung nicht mehr möglich ist. Insbesondere im Hinblick auf zukünftige Funktionen, wie z. B. pilotiertes bzw. (teil)autonomes Fahren, hätte das zur Konsequenz, dass derartige Funktionen zumindest kurzfristig deaktiviert müssten, da aufgrund des Ausfalls des Raddrehzahlsensors 18-1 am Rad 12-1 eine Schlupfregelung nicht mehr möglich ist, und somit das Kraftfahrzeug 10 in eine sicherheitskritische Fahrsituation geraten könnte.

Genau hier setzt nun die Erfindung ein: Wie Fig. 1 zeigt, ist eine Regel-/Steuereinheit 20 vorgesehen, der als Eingangsgrößen neben den Ausgangssignalen der Raddrehzahlsensoren 18-1, 18-2, 18-3 und 18-4, auch

noch – wie schematisch angedeutet – die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit V_{Fahrzeug} vgl. Bezugsziffer 22, die Drehzahl $n_{E\text{-Motor}}$ der Elektromotors 20, vgl. Bezugsziffer 24, als auch die aus dem Achsdifferential 16 bedingte Drehzahldifferenz Δn zwischen den Rädern 12-1, 12-2 der Hinterachse, vgl. Bezugsziffer 26, zur Verfügung gestellt werden.

Für die nachfolgende Erläuterung des Verfahrens wird angenommen, dass der dem linken Hinterrad 12-1 zugeordnete Raddrehzahlsensor 18-1 ausgefallen ist.

In einem ersten Verfahrensschritt wird nunmehr von der Regel-Steuereinheit 14 die aufgrund der Leistungsabgabe vom Elektromotor 16 bedingte theoretische Raddrehzahl $n_{\text{Rad,links,theo}}$ des linken Hinterrades 12-1 berechnet:

$$n_{\text{Rad,links,theo}} = \frac{1}{2} \left(\frac{n_{E\text{-Motor}}}{i_G i_A} \pm \Delta n \right)$$

wobei vorliegend – da zwischen Elektromotor 16 und Achsdifferential kein Getriebe angeordnet ist, $i_G = 1$ ist, und der Wert der Achsdifferentialübersetzung i_A in der Steuereinheit hinterlegt ist.

In einem zweiten Schritt wird in der Regel-/Steuereinheit 14 aus der Fahrzeuggeschwindigkeit V_{Fahrzeug} die theoretische Ist-Raddrehzahl $n_{\text{Rad,links,Ist}}$ des linken Hinterrads 12-1 bestimmt:

$$n_{\text{Rad,links,Ist}} = \frac{V_{\text{Fahrzeug}}}{\pi d_{\text{Rad}}}$$

wobei der Durchmesser des Rades d_{Rad} als Wert in der Steuereinheit hinterlegt ist.

In einem dritten Schritt wird nun zur Ermittlung einer Ersatz-Radschlupf-Information in der Regel-Steuereinheit 14 ein Vergleich der ermittelten Rad-

drehzahlen des linken Hinterrades 12-1 durchgeführt, d. h. die ermittelte theoretische Raddrehzahl $n_{\text{Rad,links,theo}}$ wird mit der ermittelten theoretischen Ist-Raddrehzahl $n_{\text{Rad,links,Ist}}$ verglichen.

- 5 Vorliegend hat der Vergleich ergeben, dass für das Rad 12-1 die Ist-Raddrehzahl $n_{\text{Rad,links,Ist}}$ um einen Faktor 2 und damit signifikant größer als die theoretischen Raddrehzahl $n_{\text{Rad,links,theo}}$ ist.

Aufgrund der festgestellten, signifikant erhöhten Ist-Raddrehzahl $n_{\text{Rad,links,Ist}}$
10 des linken Hinterrads 12-1 wird nun als Ersatz-Schlupf-Information bestimmt, dass das Rad 12-1 durchdreht und sich damit im Schlupf befindet, mit der Konsequenz, dass die Regel-/Steuereinheit eine Schlupfregelung veranlasst, indem das betroffene Rad 12-1 abgebremst wird.

- 15 Somit wird, wie dargelegt, durch das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht, dass insbesondere auch nach Ausfall eines Raddrehzahlsensors eine Ersatz-Schlupf-Information generiert werden kann.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Bestimmung einer Radschlupfinformation eines elektrisch angetriebenen Rades (12-1, 12-2, 12-3, 12-4) eines Kraftfahrzeugs (10), gemäß dem während der Fahrt die Drehzahl ($n_{E\text{-motor}}$) eines das Rad (12-1, 12-2, 12-3, 12-4) antreibenden Elektromotors (16) erfasst wird und die erfasste Drehzahl ($n_{E\text{-motor}}$) des Elektromotors (16) für die Bestimmung der Radschlupfinformation verwendet wird.
5
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1,
wobei jedem elektrisch angetriebenen Rad (12-1, 12-2, 12-3, 12-4) ein separater Elektromotor (14) zugeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
aus der erfassten Drehzahl ($n_{E\text{-motor}}$) des Elektromotors (14) und Ge-
triebeübersetzung (i_G) eine theoretische Raddrehzahl ($n_{\text{Rad,theo}}$) des
15 Rades (12-1, 12-2, 12-3, 12-4) bestimmt wird, und dass aus der aktu-
ellen Fahrgeschwindigkeit (V_{Fahrzeug}) des Kraftfahrzeugs (10) eine Ist-
Raddrehzahl ($n_{\text{Rad,ist}}$) des Rades (12-1, 12-2, 12-3, 12-4) bestimmt
wird, wobei im Falle das die theoretischen Raddrehzahl ($n_{\text{Rad,theo}}$) des
20 Rades (12-1, 12-2, 12-3, 12-4) von der Ist-Raddrehzahl ($n_{\text{Rad,ist}}$) des
Rades (12-1, 12-2, 12-3, 12-4) abweicht als Radschlupfinformation
bestimmt wird, dass das Rad (12-1, 12-2, 12-3, 12-4) sich im Schlupf
befindet.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1,
wobei die Räder (12-1, 12,2, 12-3, 12-4) einer Achse über einen ge-
meinsamen Elektromotor (14) und ein Achsdifferential (16) angetrie-
ben werden und eine aus dem Achsdifferential (16) bedingte
Drehzahldifferenz (Δn) zwischen den Rädern (12-1, 12,2, 12-3, 12-4)
30 der Achse erfasst wird,
dadurch gekennzeichnet, dass

aus der erfassten Drehzahl ($n_{E-motor}$) des Elektromotors (16), der Drehzahldifferenz (Δn) sowie der Getriebe- und Achsdifferentialübersetzung (i_G, i_A) für beide Räder (12-1, 12,2, 12-3, 12-4) der Achse eine theoretische Raddrehzahl ($n_{Rad,theo}$) bestimmt wird, und dass aus der
 5 aktuellen Fahrgeschwindigkeit ($V_{Fahrzeug}$) des Kraftfahrzeugs (10) eine Ist-Raddrehzahl ($n_{Rad,ist}$) der Räder (12-1, 12,2, 12-3, 12-4) der Achse bestimmt wird, wobei im Falle das die theoretische Raddrehzahl ($n_{Rad,theo}$) eines oder beider Räder (12-1, 12,2 / 12-3, 12-4) von der Ist-Raddrehzahl ($n_{Rad,ist}$) abweicht als Radschlupfinformation bestimmt,
 10 dass das betroffene Rad oder beide Räder (12-1, 12,2 / 12-3, 12-4) der Achse sich im Schlupf befinden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 15 die Drehzahl ($n_{E-motor}$) des Elektromotors (14) aus dem Stromverlauf, und/oder Spannungsabfall und/oder aus Informationen der Motoransteuerung bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
 20 dadurch gekennzeichnet, dass
 die Drehzahl ($n_{E-motor}$) des Elektromotors (14) über einen Sensor bestimmt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 2,
 25 dadurch gekennzeichnet, dass
 die theoretische Raddrehzahl ($n_{Rad,theo}$) des Rades (12-1, 12,2, 12-3, 12-4) gemäß der Vorschrift

$$n_{Rad,theo} = \frac{n_{E-Motor}}{i_G} \quad \text{und}$$

30 die Ist-Raddrehzahl ($n_{Rad,ist}$) des Rades (12-1, 12,2 / 12-3, 12-4) gemäß der Vorschrift

$$n_{Rad,Ist} = \frac{V_{Fahrzeug}}{\pi d_{Rad}} \quad \text{wobei } d_{Rad} = \text{Durchmesser des Rades}$$

berechnet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 3,
5 dadurch gekennzeichnet, dass
die theoretische Raddrehzahl ($n_{Rad,theo}$) der Räder (12-1, 12,2, 12-3,
12-4) der Achse gemäß der Vorschrift

$$n_{Rad,theo} = \frac{1}{2} \left(\frac{n_{E-Motor}}{i_G i_A} \pm \Delta n \right) \quad \text{und}$$

- 10 die Ist-Raddrehzahl ($n_{Rad,Ist}$) der Räder (12-1, 12,2, 12-3, 12-4) der
Achse gemäß der Vorschrift

$$n_{Rad,Ist} = \frac{V_{Fahrzeug}}{\pi d_{Rad}} \quad \text{wobei } d_{Rad} = \text{Durchmesser des Rades}$$

berechnet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4,
15 dadurch gekennzeichnet, dass
eine Abweichung der Ist-Raddrehzahl ($n_{Rad,Ist}$) von der theoretischen
Raddrehzahl vorliegt, wenn für Raddrehzahlen gilt:

$$n_{Rad,Ist} \leq 0.9 n_{Rad,theo} \quad \text{oder} \quad n_{Rad,Ist} \geq 1.1 n_{Rad,theo}$$

- 20 9. Vorrichtung zur Bestimmung einer Radschlupfinformation eines
elektrisch angetriebenen Rades (12-1, 12,2, 12-3, 12-4) eines Kraft-
fahrzeugs (10), umfassend
einen Elektromotor (14) zum Antrieb des Rades (12-1, 12,2, 12-3, 12-
4), einen dem Rad (12-1, 12,2, 12-3, 12-4) zugeordneten Raddreh-
25 zahlensensor (18-1, 18,2, 18-3, 18-4), Mittel zur Erfassung der Drehzahl
($n_{E-motor}$) des Elektromotors (14) sowie eine Regel-/Steuereinheit (20),
wobei der Regel-Steuereinheit (20) als Eingangssignale die aktuelle

Kraftfahrzeuggeschwindigkeit (V_{Fahrzeug}), die Ausgangssignale des Raddrehzahlsensors (18-1, 18,2, 18-3, 18-4) und die Drehzahl ($n_{\text{E-motor}}$) des Elektromotors (14) zur Verfügung gestellt werden.

5 10.Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass – sofern die Räder (12-1, 12,2, 12-3,
12-4) einer Achse über einen gemeinsamen Elektromotor (14) und ei-
nem Achsdifferential (16) angetrieben werden, der Regel-
Steuereinheit (20) als weitere Eingangsgröße noch eine aus dem
10 Achsdifferential (16) bedingte Drehzahldifferenz (Δn) der Räder (12-1,
12,2, 12-3, 12-4) der Achse zur Verfügung gestellt wird.

11.Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 die Mittel zur Erfassung der Drehzahl des Elektromotors (14) derart
ausgebildet sind, dass die Drehzahl ($n_{\text{E-motor}}$) des Elektromotors (14)
aus dem Stromverlauf, und/oder Spannungsabfall und/oder aus Infor-
mationen der Motoransteuerung bestimmbar ist.

20 12.Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Mittel zur Erfassung der Drehzahl des Elektromotors (14) in Form
eines Sensors ausgebildet sind.

25

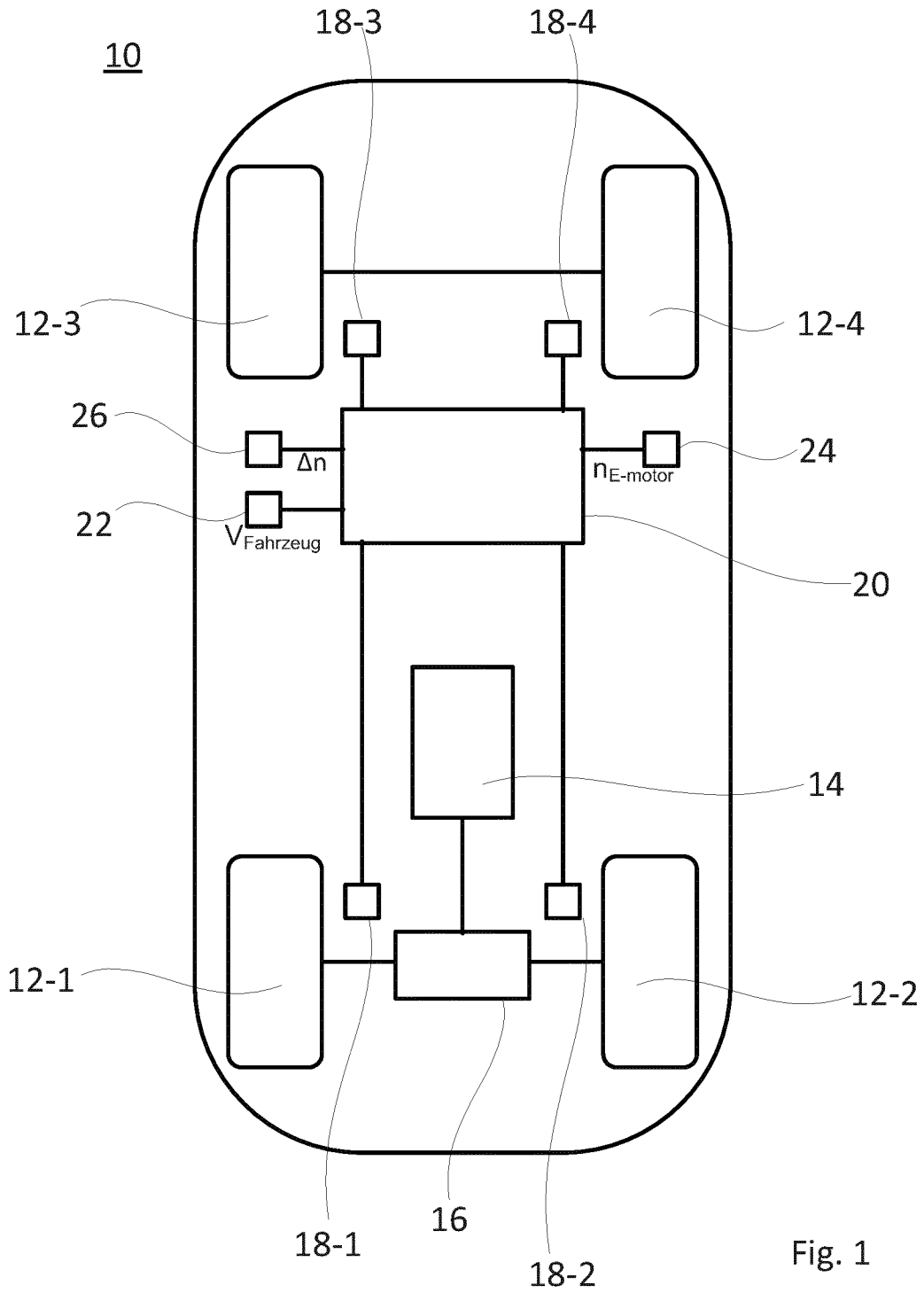


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/073139

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B60K 7/00</i> (2006.01)i; <i>B60L 3/10</i> (2006.01)i; <i>B60T 8/1761</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) B60K; B60L; B60T		
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 Y A	US 2017247035 A1 (IENAGA HIROSHI [JP]) 31 August 2017 (2017-08-31) paragraph [0028] - paragraph [0065]; figures 1, 2, 6	1,5,9 3,4,10-12 2,6-8
Y A	DE 102010062646 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 14 June 2012 (2012-06-14) paragraph [0030] - paragraph [0038]; figures 1, 2	3,10,12 1,2,6-8
Y A	WO 2015093381 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]; OKADA KOICHI [JP]; SUZUKI KENICHI [JP]) 25 June 2015 (2015-06-25) figure 5	4,11 1,2,6-8
X A	EP 3020598 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 18 May 2016 (2016-05-18) paragraph [0043] - paragraph [0068]; figures 1-4	1,9 2,6-8
A	US 2014343772 A1 (LOOS SEBASTIAN [DE] ET AL) 20 November 2014 (2014-11-20) the whole document	1,9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 21 November 2018		Date of mailing of the international search report 03 December 2018
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 Graniou, Marc Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/073139

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2017247035	A1	31 August 2017	CN 107128212	A 05 September 2017
				DE 102017100703	A1 31 August 2017
				JP 6335955	B2 30 May 2018
				JP 2017158261	A 07 September 2017
				US 2017247035	A1 31 August 2017
DE 102010062646	A1	14 June 2012	NONE		
WO	2015093381	A1	25 June 2015	JP 2015119525	A 25 June 2015
				WO 2015093381	A1 25 June 2015
EP	3020598	A1	18 May 2016	CN 105377622	A 02 March 2016
				EP 3020598	A1 18 May 2016
				JP 6342188	B2 13 June 2018
				JP 2015035943	A 19 February 2015
				US 2016107540	A1 21 April 2016
				WO 2015005215	A1 15 January 2015
US	2014343772	A1	20 November 2014	CN 103502069	A 08 January 2014
				DE 102011100811	A1 08 November 2012
				EP 2704932	A1 12 March 2014
				US 2014343772	A1 20 November 2014
				WO 2012152348	A1 15 November 2012

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/073139

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60K7/00 B60L3/10 B60T8/1761 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60K B60L B60T		
Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2017/247035 A1 (IENAGA HIROSHI [JP]) 31. August 2017 (2017-08-31)	1,5,9
Y	Absatz [0028] - Absatz [0065]; Abbildungen 1, 2, 6	3,4, 10-12
A	-----	2,6-8
Y	DE 10 2010 062646 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 14. Juni 2012 (2012-06-14)	3,10,12
A	Absatz [0030] - Absatz [0038]; Abbildungen 1, 2	1,2,6-8
Y	WO 2015/093381 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]; OKADA KOICHI [JP]; SUZUKI KENICHI [JP]) 25. Juni 2015 (2015-06-25)	4,11
A	Abbildung 5 -----	1,2,6-8
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
21. November 2018		03/12/2018
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 Graniou, Marc

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/073139

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 3 020 598 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 18. Mai 2016 (2016-05-18)	1,9
A	Absatz [0043] - Absatz [0068]; Abbildungen 1-4	2,6-8
A	----- US 2014/343772 A1 (LOOS SEBASTIAN [DE] ET AL) 20. November 2014 (2014-11-20) das ganze Dokument -----	1,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/073139

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2017247035 A1	31-08-2017	CN 107128212 A	05-09-2017
		DE 102017100703 A1	31-08-2017
		JP 6335955 B2	30-05-2018
		JP 2017158261 A	07-09-2017
		US 2017247035 A1	31-08-2017

DE 102010062646 A1	14-06-2012	KEINE	

WO 2015093381 A1	25-06-2015	JP 2015119525 A	25-06-2015
		WO 2015093381 A1	25-06-2015

EP 3020598 A1	18-05-2016	CN 105377622 A	02-03-2016
		EP 3020598 A1	18-05-2016
		JP 6342188 B2	13-06-2018
		JP 2015035943 A	19-02-2015
		US 2016107540 A1	21-04-2016
		WO 2015005215 A1	15-01-2015

US 2014343772 A1	20-11-2014	CN 103502069 A	08-01-2014
		DE 102011100811 A1	08-11-2012
		EP 2704932 A1	12-03-2014
		US 2014343772 A1	20-11-2014
		WO 2012152348 A1	15-11-2012
