(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
4. Februar 2016 (04.02.2016)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/016037 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60W 50/14 (2012.01) *B60W 40/09* (2012.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/066556

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Juli 2015 (20.07.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 214 777.8 28. Juli 2014 (28.07.2014) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **KÖNIG, Axel**; Tulpenweg 14, 63579 Freigericht (DE). **MEIER-ARENDT, Guido**; Margaretenstraße 2 A, 63225 Langen (DE). **MÜLLER, Gerhard**; Am Schleifweg 1, 64665 Alsbach (DE). **KABATEK, Ulrich**; Am Fuchsberg 46, 64832 Babenhausen (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, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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.

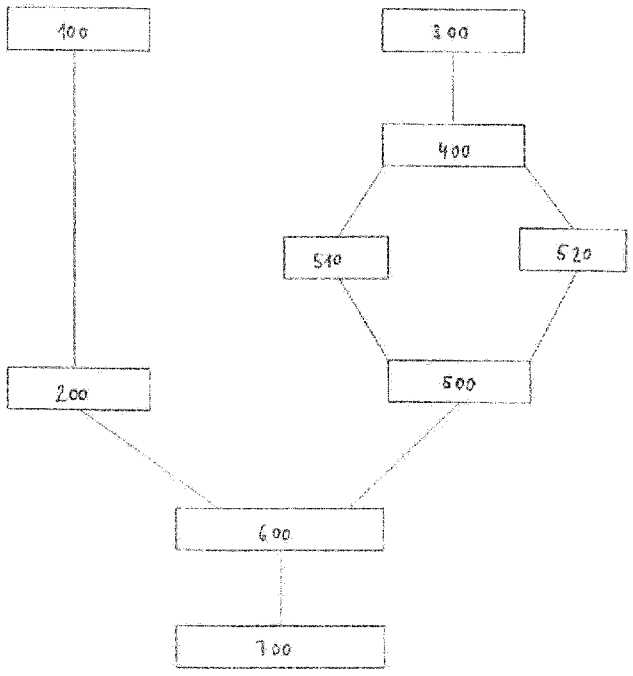
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: METHOD FOR INTERACTION OF A DRIVER ASSISTANCE SYSTEM WITH THE DRIVER OF THE VEHICLE

(54) **Bezeichnung** : VERFAHREN ZUR INTERAKTION EINES FAHRASSISTENZSYSTEMS MIT EINEM FAHRER EINES FAHRZEUGS

Figur 2



(57) **Abstract**: According to a method for interaction of a driver assistance system with the driver of a vehicle, a time (T_{FA}) for which the driver is attentive is determined as a function of the state of the driver. At least one handling possibility (H_i) of the driver assistance system (10) is determined as a function of a detected driving situation of the vehicle (1). A necessary time (T) for the driver to assume control of the vehicle (1) is determined as a function of the at least one handling possibility (H_i). Interaction of the driver assistance system (10) with the driver is implemented as a function of the comparison of the determined necessary time (T) for the driver to assume control of the vehicle (1) and of the determined time (T_{FA}) for which the driver is attentive.

(57) **Zusammenfassung**: Gemäß einem Verfahren zur Interaktion eines Fahrassistenzsystems mit einem Fahrer eines Fahrzeugs wird eine Zeit (T_{FA}) der Aufmerksamkeit des Fahrers in Abhängigkeit von dem Zustand des Fahrers ermittelt. In Abhängigkeit von einer erfassten Fahrsituation des Fahrzeugs (1)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/016037 A1

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

wird mindestens eine Handlungsmöglichkeit (H_i) des Fahrerassistenzsystems (10) ermittelt. In Abhängigkeit von der mindestens einen Handlungsmöglichkeit (H_i) wird eine notwendige Zeit (T) zur Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug (1) durch den Fahrer ermittelt. In Abhängigkeit von dem Vergleich der ermittelten notwendigen Zeit (T) zur Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug (1) durch den Fahrer und der ermittelten Zeit (T_{FA}) der Aufmerksamkeit des Fahrers wird eine Interaktion des Fahrassistenzsystems (10) mit dem Fahrer durchgeführt.

Beschreibung

Verfahren zur Interaktion eines Fahrassistenzsystems mit einem Fahrer eines Fahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Interaktion eines Fahrassistenzsystems mit einem Fahrer eines Fahrzeugs, das beispielsweise zur Interaktion mit dem Fahrer beim automatisierten Fahren eingesetzt werden kann.

Fahrassistenzsysteme zum automatisierten Fahren werden in Zukunft in der Lage sein, ein fahrerloses Führen eines Fahrzeugs zu ermöglichen. Die Akzeptanz des Mehrwertes eines Fahrassistenzsystems zum automatisierten Fahren hängt von der Möglichkeit ab, sich während der Fahrt mit anderen Themen als dem Fahren zu beschäftigen. Solche Beschäftigungen können vom Telefonieren und Zeitungslesen in einem Head-Up-Display bis hin zum völligen Abwenden von der Vorausschau auf das Fahrgeschen, beispielsweise durch Lesen oder sogar Schlafen, reichen. Bei einem derartigen Verhalten des Fahrers sollte die Zeitspanne, während ein Fahrassistenzsystem in der Lage ist, das Fahrzeug autonom und ohne jegliche Eingriffe des Fahrers zu führen, deutlich über zehn Sekunden liegen. Ein serienreifes Fahrzeug mit einer autonomen Fahrfunktion sollte grundsätzlich mit allen Fahrsituationen umgehen können, die ein direktes Eingreifen unterhalb dieser kritischen Zeitspanne erforderlich machen. Dazu gehören eigentlich sämtliche Notfall-Eingriffe, wie beispielsweise Reifenplatzer, Notbremsung wegen spielender Kinder oder Ausweichmanöver.

Andererseits kann nicht völlig ausgeschlossen werden, dass dennoch Fahrsituationen auftreten, in denen der Fahrer manuell in die Steuerung des Fahrzeugs eingreifen muss und daher die Aufmerksamkeit des Fahrers weiterhin erforderlich sein wird. Dazu gehört beispielsweise das Auftreten von unerwartet kritischen Fahrsituationen, wie sie beispielsweise in Baustellen, bei unklaren Witterungsbedingungen, beim Befahren

von Straßen, in denen das Fahrassistenzsystem zu unsicher ist, beim Einparken in enge Parklücken, beim Anfahren von Mautstellen oder beim Einfahren in Parkhäuser mit zwingend manueller Bedienung sowie während Verkehrskontrollen oder während einer notwendige Hilfeleistung des Fahrers für andere Verkehrsteilnehmer auftreten können. Die Möglichkeit der Übernahme des Fahrzeugs durch den Fahrer, wenn es die Situation erfordert, wird die gesellschaftliche Akzeptanz eines Fahrassistenzsystems beziehungsweise eines fahrerlosen Fahrzeugs insbesondere in der ersten Zeit deutlich steigern.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Interaktion eines Fahrassistenzsystems mit einem Fahrer eines Fahrzeugs anzugeben, durch das einerseits das autonome fahrerlose Führen des Fahrzeugs für einen langen Zeitraum sichergestellt ist und andererseits gewährleistet ist, dass ein Fahrer, falls erforderlich, die Kontrolle über das Fahrzeug möglichst schnell und sicher übernehmen kann. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Fahrassistenzsystem anzugeben, das das autonome, fahrerlose Führen eines Fahrzeugs über einen langen Zeitraum ermöglicht und sicherstellt, dass der Fahrer beim Auftreten einer sicherheitskritischen Situation, die Kontrolle über das Fahrzeug wieder möglichst schnell übernehmen kann.

Eine Ausführungsform eines Verfahrens zur Interaktion eines Fahrassistenzsystems mit einem Fahrer eines Fahrzeugs ist im Patentanspruch 1 angegeben. Eine Ausführungsform eines Fahrassistenzsystems zur Ausführung des Verfahrens ist im Patentanspruch 10 angegeben.

Das Verfahren sieht vor, einen Zustand des Fahrers zu ermitteln. Anschließend wird in Abhängigkeit von dem zuvor ermittelten Zustand des Fahrers eine Zeit der Aufmerksamkeit des Fahrers als Maß für die Aufmerksamkeit des Fahrers ermittelt. Des Weiteren wird eine Fahrsituation des Fahrzeugs erfasst. In Abhängigkeit von der erfassten Fahrsituation wird an-

schließend mindestens eine Handlungsmöglichkeit des Fahrassistenzsystems ermittelt. In Abhängigkeit von der mindestens einen Handlungsmöglichkeit wird nachfolgend eine notwendige Zeit zur Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug durch den Fahrer ermittelt.

Die ermittelte notwendige Zeit zur Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug durch den Fahrer wird mit der ermittelten Zeit der Aufmerksamkeit des Fahrers verglichen. In Abhängigkeit von dem Vergleich der ermittelten notwendigen Zeit zur Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug durch den Fahrer und der ermittelten Zeit der Aufmerksamkeit des Fahrers wird die Interaktion des Fahrassistenzsystems mit dem Fahrer durchgeführt.

Das Verfahren ermöglicht es, den Fahrer in Abhängigkeit von der erfassten Fahrsituation beziehungsweise in Abhängigkeit von den für die erfasste Fahrsituation möglichen Handlungsalternativen des Fahrassistenzsystems auf die Übernahme des Fahrzeugs vorzubereiten, damit er, wenn nötig, möglichst ohne Verzug die Verantwortung für das Fahrzeug wieder übernehmen kann. Nachdem das Fahrassistenzsystem beispielsweise mehrere Handlungsmöglichkeiten für eine erfasste Fahr- beziehungsweise Verkehrssituation ermittelt hat, kann für jede Handlungsmöglichkeit eine Wahrscheinlichkeit, mit der das Fahrassistenzsystem die Handlungsmöglichkeit für das automatische Führen des Fahrzeugs auswählt, ermittelt werden.

Anschließend kann für jede Handlungsmöglichkeit in Abhängigkeit von einer Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt des Erfassens der Fahr-/Verkehrssituation und dem Zeitpunkt, an dem eine Entscheidung zur Auswahl der jeweiligen Handlungsmöglichkeit durch das Fahrassistenzsystem zu treffen ist, eine spezifische Zeit ermittelt werden. Die für jede Handlungsmöglichkeit ermittelte spezifische Zeit kann beispielsweise mit der zugehörigen Wahrscheinlichkeit der Auswahl der Handlungsmöglichkeit gewichtet werden.

Gemäß einer möglichen Ausführungsform des Verfahrens wird die notwendige Zeit, in der der Fahrer in der Lage sein muss, die Kontrolle über das Fahrzeug zu übernehmen, gemittelt über alle Handlungsmöglichkeiten mit deren zugehöriger Handlungswahrscheinlichkeit, ermittelt, indem eine Summe über die gewichteten spezifischen Zeiten jeder Handlungsmöglichkeit gebildet wird. Das Verfahren ermöglicht somit im Falle des Fahrens unter höheren Automatisierungsstufen eine situative Berechnung der notwendigen Zeit, in der der Fahrer bereit sein muss, die Kontrolle über das Fahrzeug wieder zu übernehmen, in Abhängigkeit von den priorisierten Handlungsalternativen einer erfassten Fahr-/Verkehrssituation.

Das Ermitteln der Zeit, die die Aufmerksamkeit des Fahrers kennzeichnet, als diejenige Zeit, in der der Fahrer mutmaßlich die Kontrolle über das Fahrzeug wieder übernehmen kann, kann als Ergebnis einer Schätzung aus einem Fahrer-Überwachungssystem berechnet werden. In Abhängigkeit davon, ob die ermittelte notwendige Zeit zur Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug durch den Fahrer kleiner, größer oder gleich der ermittelten Zeit der Aufmerksamkeit des Fahrers ist, kann eine optimierte situative HMI (Human Maschine Interface)-Interaktion des Fahrassistenzsystems mit dem Fahrer erfolgen, um sicherzustellen, dass der Fahrer die Kontrolle über das Fahrzeug wieder rechtzeitig übernehmen beziehungsweise selbst eine Handlung vornehmen kann.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Figuren, die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung zeigen, näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Fahrzeug mit einem Fahrassistenzsystem zur Interaktion mit einem Fahrer eines Fahrzeugs,

Figur 2 eine Ausführungsform eines Verfahrens zur Interaktion eines Fahrassistenzsystems mit einem Fahrer eines Fahrzeugs.

Figur 1 zeigt ein Fahrzeug 1 mit einem Fahrassistenzsystem 10 zum Ausführen eines Verfahrens zur Interaktion des Fahrassistenzsystems 10 mit einem Fahrer des Fahrzeugs 1. Das Fahrassistenzsystem 10 kann beispielsweise als ein System, das ein automatisiertes Fahren des Fahrzeugs 1 ermöglicht, ausgebildet sein. Das Fahrassistenzsystem 10 umfasst beispielsweise einen Steuerrechner 11 zu Durchführen des Verfahrens zur Interaktion des Fahrassistenzsystems mit dem Fahrer.

Figur 2 veranschaulicht in Form eines Diagramms eine Ausführungsform des Verfahrens zur Interaktion des Fahrassistenzsystems 10 mit dem Fahrer des Fahrzeugs 1. In einem Verfahrensschritt 100 wird von dem Fahrassistenzsystem 10 der Zustand des Fahrers des Fahrzeugs ermittelt. Der Zustand des Fahrers kann durch ein Überwachungssystem, beispielsweise durch mindestens eine Kamera 20, im Innenraum des Fahrzeugs 1 ermittelt werden. In Abhängigkeit von dem ermittelten Zustand des Fahrers wird in einem Verfahrensschritt 200 eine Zeit T_{FA} als Maß für die Aufmerksamkeit des Fahrers ermittelt. Die die Aufmerksamkeit des Fahrers kennzeichnende Zeit T_{FA} ist diejenige Zeit, die der Fahrer in Abhängigkeit von dem ermittelten Zustand des Fahrers zur Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug 1 benötigt.

In einem Verfahrensschritt 300 wird eine Fahrsituation, beispielsweise eine Verkehrssituation, in der sich das Fahrzeug 1 befindet, von dem Fahrassistenzsystem 10 erfasst. In einem Verfahrensschritt 400 wird in Abhängigkeit von der erfassten Fahrsituation von dem Fahrassistenzsystem 10 mindestens eine Handlungsmöglichkeit H_i mit i=1, …, n des Fahrassistenzsystems 10 für die erfasste Fahrsituation ermittelt. Nachfolgend wird von dem Fahrassistenzsystem 10 in einem Verfahrensschritt 500 eine notwendige Zeit T zur Übernahme der Kontrol-

le über das Fahrzeug 1 durch den Fahrer in Abhängigkeit von der mindestens einen Handlungsmöglichkeit H_i ermittelt.

In einem Verfahrensschritt 600 wird von dem Fahrassistenzsystem 10 die ermittelte notwendige Zeit T zur Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug durch den Fahrer mit der ermittelten Zeit T_{FA} der Aufmerksamkeit des Fahrers verglichen. In Abhängigkeit von dem Vergleich der ermittelten notwendigen Zeit T zur Übernahme des Fahrzeugs durch den Fahrer und der ermittelten Zeit T_{FA}, die die Aufmerksamkeit des Fahrers kennzeichnet, führt das Fahrassistenzsystem 10 die Interaktion mit dem Fahrer durch.

Gemäß einer möglichen Ausführungsform des Verfahrens kann in einem Verfahrensschritt 510 für jede mögliche Handlungsalternative H_i des Fahrassistenzsystems 10 eine spezifische Zeit FT_i mit i=1, …, n ermittelt werden. Die spezifische Zeit FT_i, die jeder Handlungsmöglichkeit H_i zugeordnet ist, wird in Abhängigkeit von einer Zeitdauer vom Zeitpunkt des Erfassens der Fahrsituation bis zu dem Zeitpunkt, an dem von dem Fahrassistenzsystem die Entscheidung zur Ausführung der jeweiligen Handlungsmöglichkeit H_i zu treffen ist, ermittelt.

Das Fahrassistenzsystem ermittelt des Weiteren für jede mögliche Handlungsalternative H_i, gemäß der das Fahrassistenzsystem 10 das Fahrzeug 1 steuern kann, die Notwendigkeit beziehungsweise Dringlichkeit des Eingreifens des Fahrers, wenn das Fahrassistenzsystem die Handlungsalternative H_i ausgewählt hat. Die Notwendigkeit des Eingreifens des Fahrers für eine Handlungsalternative kann beispielsweise als ein Faktor $F_i \in [0, …, 1]$ angegeben werden. Wenn der Fahrer bei einer ausgewählten Handlungsalternative H_i des Fahrassistenzsystems mit Sicherheit in das Fahrgeschehen eingreifen muss, ist der zugehörige Faktor F_i beispielsweise gleich 1. Dies wird zum Beispiel bei Ankunft des Fahrzeugs am Ziel der Fall sein, wenn der Fahrer beispielsweise den Motor des Fahrzeugs zwingend selbst ausschalten muss. Die spezifische Zeit FT_i wird

für jede der Handlungsmöglichkeiten H_i in Abhängigkeit von dem zuvor ermittelten Faktor F_i beziehungsweise in Abhängigkeit davon, mit welcher Notwendigkeit beziehungsweise mit welcher Dringlichkeit die jeweilige Handlungsmöglichkeit H_i eine Übernahme der Kontrolle des Fahrzeugs 1 durch den Fahrer erfordert, ermittelt.

Gemäß einer weiteren möglichen Ausführungsform des Verfahrens werden die für jede mögliche Handlungsalternative H_i des Fahrassistenzsystem berechneten spezifischen Zeiten FT_i geeignet gewichtet. Die notwendige Zeit T zur Übernahme des Fahrzeugs 1 durch den Fahrer wird von dem Fahrassistenzsystem 10 in Abhängigkeit von den gewichteten spezifischen Zeiten der Handlungsmöglichkeiten H_i ermittelt. Im Folgenden wird eine mögliche Wichtung der spezifischen Zeiten FT_i angegeben.

Zur Wichtung der jeweiligen spezifischen Zeit FT_i jeder Handlungsmöglichkeit H_i kann von dem Fahrassistenzsystem 10 beispielsweise eine Wahrscheinlichkeit p_i mit i=1, …, n für jede Handlungsmöglichkeit H_i ermittelt werden. Die einer Handlungsmöglichkeit H_i zugeordnete Wahrscheinlichkeit p_i gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der das Fahrassistenzsystem 10 die Handlungsalternative H_i zum automatisierten Steuern des Fahrzeugs in einer erfassten Fahrsituation auswählt. Im Folgenden werden Möglichkeiten zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit p_i, mit der eine Handlungsmöglichkeit H_i von dem Fahrassistenzsystem ausgewählt wird, angegeben.

Das Fahrassistenzsystem 10 kann beispielsweise für jede der in einer Fahrsituation möglichen Handlungsalternativen H_i einen jeweiligen Risikofaktor R_i mit i=1, …, n ermitteln. Der jeweilige Risikofaktor R_i gibt dabei ein Maß für ein mögliches, prognostiziertes Unfallrisiko an, wenn das Fahrassistenzsystem 10 die dem Risikofaktor R_i zugeordnete Handlungsmöglichkeit H_i zum automatisierten Fahren des Fahrzeugs 1 auswählt. Die den Handlungsmöglichkeiten H_i zugeordneten Risikofaktoren R_i können beispielsweise in einem Bereich zwi-

schen 0 und 1 liegen. Somit erfolgt bei dem Verfahren eine kontinuierliche Berechnung des prognostizierten Fahrtrisikos aus den gewichteten Handlungsalternativen in einer gegebenen Fahrsituation. Das berechnete Fahrtrisiko kann auf einem Display des Fahrassistenzsystems, beispielsweise dem Display eines Kombi-Instruments des Fahrzeugs, visuell dargestellt werden. Zum Ermitteln des prognostizierten Unfallrisikos können sämtliche Sensordaten aus dem Fahrzeug sowie Back-End-Informationen aus einer Cloud oder einer Fahrzeugflotten-Interkommunikation (Car-to-Car Communication) mit einbezogen werden.

Gemäß einer weiteren möglichen Ausführungsform des Verfahrens kann zur Berechung der Wahrscheinlichkeiten p_i von dem Fahrassistenzsystem 10 für jede der möglichen Handlungsalternativen H_i eine jeweilige Attraktivität in Form eines Attraktivitätsfaktors A_i mit i=1, …, n ermittelt werden. Der jeweilige Attraktivitätsfaktor A_i einer Handlungsmöglichkeit H_i, der beispielsweise Werte zwischen 0 und 1 annehmen kann, ist ein Maß für die Attraktivität der Auswahl der dem Attraktivitätsfaktor A_i zugeordneten Handlungsmöglichkeit H_i durch das Fahrassistenzsystem 10.

Die Attraktivität A_i zur Auswahl einer Handlungsalternative H_i durch das Fahrassistenzsystem wird unter anderem bestimmt durch den Wert zur Zielerreichung der eigentlichen Mission, beispielsweise in Abhängigkeit davon, ob bei Auswahl einer Handlungsmöglichkeit H_i die Richtung einer Bewegung des Fahrzeugs in Richtung einer der möglichen Routen zum Fahrtziel erfolgt. Des Weiteren kann der Wert des Attraktivitätsfaktors A_i für eine Handlungsmöglichkeit H_i von einem Schwierigkeitsgrad der Weiterfahrt zu einem Zielort abhängen, wenn das Fahrassistenzsystem 10 das Fahrzeug 1 gemäß der Handlungsalternative H_i steuert. Ein erhöhter Schwierigkeitsgrad, der beispielsweise einen geringen Wert des Attraktivitätsfaktors zur Folge hat, kann beispielsweise dann vorliegen, wenn beim

Ausführen einer Handlungsmöglichkeit H_i ein Zurücksetzen des Fahrzeugs in den laufenden Verkehr notwendig ist.

Die jeweilige Wahrscheinlichkeit p_i, mit der das Fahrassistenzsystem eine bestimmte Handlungsmöglichkeit H_i auswählt, kann in Abhängigkeit von dem für die Handlungsmöglichkeit H_i ermittelten Risikofaktor R_i und/oder dem Attraktivitätsfaktor Ai ermittelt werden. Die notwendige Zeit T zur Übernahme der Kontrolle des Fahrzeugs durch den Fahrer kann dann von dem Fahrassistenzsystem 10 in Abhängigkeit von der jeweiligen spezifischen Zeit FT_i der Handlungsmöglichkeiten H_i und der jeweiligen Wahrscheinlichkeit p_i, mit der das Fahrassistenzsystem das Fahrzeug gemäß der Handlungsmöglichkeiten H_i steuert, ermittelt werden. In diesem Fall erfolgt die Wichtung der spezifischen Zeit FT_i für jede Handlungsmöglichkeit H_i somit in Abhängigkeit von der jeweiligen Wahrscheinlichkeit p_i zur Ausführung der jeweiligen Handlungsmöglichkeit H_i. Die notwendige Zeit T zur Übernahme des Fahrzeugs 1 durch den Fahrer kann dann beispielsweise mit der Formel $T = \sum_i (FT_i \cdot p_i)$ ermittelt werden. Die notwendige Zeit T gibt somit diejenige Zeit an, in der, gemittelt über alle Handlungsalternativen H_i mit deren jeweiligen Handlungswahrscheinlichkeit p_i, der Fahrer in der Lage sein muss, die Kontrolle über das Fahrzeug wieder zu übernehmen.

Wenn bei dem Vergleich der notwendigen Zeit T zur Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug durch den Fahrer und der ermittelten Zeit T_{FA} der Aufmerksamkeit des Fahrers von dem Fahrassistenzsystem 10 festgestellt wird, dass die notwendige Zeit T kleiner als die Zeit T_{FA} ist ($T < T_{FA}$), wird die Interaktion des Fahrassistenzsystems 10 mit dem Fahrer derart durchgeführt, dass die Aufmerksamkeit des Fahrers erhöht wird. Durch eine geeignete Interaktion des Fahrassistenzsystems 10 mit dem Fahrer wird der Fahrer derart beeinflusst, bis die Zeit T_{FA} der Fahreraufmerksamkeit kleiner oder gleich der notwendigen Zeit T der Übernahme der Kontrolle des Fahrzeugs durch den Fahrer ist ($T \geq T_{FA}$). Somit kann sicherge-

stellt werden, dass der Fahrer rechtzeitig die Kontrolle über das Fahrzeug wieder übernehmen kann, indem er zum Beispiel eine Tätigkeit einnimmt, bei der sich seine Aufmerksamkeit wieder mehr dem Verkehrsgeschehen zuwendet.

Zur Interaktion des Fahrassistenzsystems 10 mit dem Fahrer können verschiedene HMI-Kommunikationsarten einzeln oder in Kombination zur Verfügung stehen. Die Kommunikation kann optisch, beispielsweise über ein Display oder mittels eines Lichtsignals, akustisch, beispielsweise durch Ertönen eines Gongs beziehungsweise eines Alarmtons oder durch Abspielen einer Melodie, oder haptisch, beispielsweise durch ein Vibrieren des Fahrersitzes, erfolgen. Vorzugsweise wählt das Fahrassistenzsystem 10 diejenige Alternative unter den Kommunikationsarten aus, die der vorherrschenden Situation am besten entspricht. In Abhängigkeit von dem Vergleich der notwendigen Zeit T zur Übernahme des Fahrzeugs durch den Fahrer mit der Zeit T_{FA} der Aufmerksamkeit des Fahrers kann das Fahrassistenzsystem von einer eher dezenten Information bis hin zu einem eindringlichen Alarm sämtliche Kommunikationsarten zum Erhöhen der Aufmerksamkeit des Fahrers wählen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die tatsächliche Übernahme des Fahrzeugs durch den Fahrer durch einen geeigneten HMI-Dialog zu steuern.

Das Verfahren erlaubt es, dass ein Fahrer in seiner Beschäftigung während des automatisierten Fahrens nur dann gestört wird, wenn es die Situation erforderlich macht, so dass ein maximaler Freiheitsgrad aus der Technik des automatisierten Fahrens gewonnen werden kann. Wenn sich das Fahrzeug beispielsweise auf einer Autobahn mit sehr wenig Verkehr oder in einer Kolonnenfahrt im Stau befindet, so kann eine ablenkende Beschäftigung des Fahrers mit größerer Zeitspanne zur Übernahme der Fahrzeugkontrolle toleriert werden. Je intelligenter das Fahrassistenzsystem bereits das autonome Fahren auch in schwierigen Situationen beherrscht, desto größer wird au-

tomatisch die jeweils geschätzte Zeit T bis zum notwendigen Eingriff durch den Fahrer.

Dies kann zusätzlich in gewissen Grenzen durch den Fahrer konfigurierbar gemacht werden, indem der Fahrer die Übernahmezeit persönlich beeinflussen kann und somit früher oder später auf die Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug hingewiesen wird. Der Fahrer kann die Übernahmezeit beispielsweise persönlich beeinflussen, indem er einstellt, dass er innerhalb einer bestimmten Zeitspanne, beispielsweise innerhalb der nächsten 30 Minuten, die Kontrolle über das Fahrzeug nicht übernehmen möchte. Wenn das Fahrassistenzsystem nun feststellt, dass die ermittelte notwendige Zeit T zur Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug kleiner als die Zeit T_{FA} der Aufmerksamkeit des Fahrers ist, wird der Fahrer durch das Fahrassistenzsystem nicht beeinflusst. Eine mögliche Handlungsalternative in einer bestimmten Verkehrssituation kann in diesem Fall vom Fahrassistenzsystem nicht ausgeführt werden. Das Fahrzeug bleibt dann zum Beispiel auf einem Parkplatz stehen, bis sich die Verkehrssituation wieder verbessert hat.

Das Verfahren ermöglicht es einerseits, einem Fahrer den größtmöglichen Nutzen eines Fahrassistenzsystems zum fahrerlosen Fahren anzubieten und andererseits einen sicheren Betriebszustand durch eine kontinuierliche Risikobewertung nicht zu verlassen. Durch eine situationsbezogene, angepasste HMI-Strategie für die Vorbereitung des Fahrers, die Fahraufgabe wieder zu übernehmen, wird ein größtmöglicher Sicherheitsgewinn erzielt. Durch die Wahrnehmung einer intelligenten Steuerung beziehungsweise die Anpassung des Fahrassistenzsystems und das damit verbundene positive Nutzererleben wird der Komfort gesteigert und die Akzeptanz eines solchen Systems erhöht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Interaktion eines Fahrassistenzsystems mit einem Fahrer eines Fahrzeugs, umfassend:
   - Ermitteln eines Zustands des Fahrers,
   - Ermitteln einer Zeit (T_{FA}) der Aufmerksamkeit des Fahrers in Abhängigkeit von dem Zustand des Fahrers als Maß für die Aufmerksamkeit des Fahrers,
   - Erfassen einer Fahrsituation des Fahrzeugs (1),
   - Ermitteln mindestens einer Handlungsmöglichkeit (H_i) des Fahrerassistenzsystems (10) in Abhängigkeit von der erfassten Fahrsituation,
   - Ermitteln einer notwendigen Zeit (T) zur Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug (1) durch den Fahrer in Abhängigkeit von der mindestens einen Handlungsmöglichkeit (H_i),
   - Vergleichen der ermittelten notwendigen Zeit (T) zur Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug (1) durch den Fahrer mit der ermittelten Zeit (T_{FA}) der Aufmerksamkeit des Fahrers,
   - Durchführen der Interaktion des Fahrassistenzsystems (10) mit dem Fahrer in Abhängigkeit von dem Vergleich der ermittelten notwendigen Zeit (T) zur Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug (1) durch den Fahrer und der ermittelten Zeit (T_{FA}) der Aufmerksamkeit des Fahrers.

2. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend:
   - Ermitteln einer Vielzahl von verschiedenen Handlungsmöglichkeiten (H_i) in Abhängigkeit von der erfassten Fahrsituation,
   - Ermitteln von einer für jede Handlungsmöglichkeit (Hi) spezifischen Zeit (FTi) in Abhängigkeit von einer Zeitspanne vom Zeitpunkt des Erfassens der Fahrsituation bis zu dem Zeitpunkt zur Auswahl der jeweilige Handlungsmöglichkeit (H_i) durch das Fahrassistenzsystem (10),

- Ermitteln der notwendigen Zeit (T) zur Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug (1) durch den Fahrer in Abhängigkeit von den spezifischen Zeiten (FT_i) der Handlungsmöglichkeiten (H_i).

3. Verfahren nach Anspruch 2, umfassend:
Ermitteln der jeweiligen spezifischen Zeit (FT_i) für jede der Handlungsmöglichkeiten (H_i) in Abhängigkeit davon, ob die jeweilige Handlungsmöglichkeit (H_i) eine Übernahme der Kontrolle des Fahrzeugs (1) durch den Fahrer erfordert.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, umfassend:
- Ermitteln einer jeweiligen Wichtung für jede der spezifischen Zeiten (FT_i),
- Ermitteln der notwendigen Zeit (T) zur Übernahme der Kontrolle über das Fahrzeug (1) durch den Fahrer in Abhängigkeit von den gewichteten spezifischen Zeiten der Handlungsmöglichkeiten (Hi).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
- Ermitteln einer jeweiligen Wahrscheinlichkeit (p_i) für jede der Handlungsmöglichkeiten (Hi) als diejenige Wahrscheinlichkeit, mit der das Fahrerassistenzsystem (10) die jeweilige Handlungsmöglichkeit (H_i) ausführt,
- Ermitteln der notwendigen Zeit (T) zur Übernahme des Fahrzeugs (1) durch den Fahrer in Abhängigkeit von der jeweiligen spezifischen Zeit (FT_i) der Handlungsmöglichkeiten (H_i) und der jeweiligen Wahrscheinlichkeit (p_i) der Handlungsmöglichkeiten (Hi).

6. Verfahren nach Anspruch 5, umfassend:
- Ermitteln von jeweiligen Risikofaktoren (R_i) für jede der Handlungsmöglichkeiten (H_i), wobei der jeweilige Risikofaktor (R_i) ein Maß für ein mögliches Unfallrisiko angibt, wenn das Fahrassistenzsystem (10) die dem

Risikofaktor (R_i) zugeordnete Handlungsmöglichkeit (H_i) zum Fahren des Fahrzeugs (1) auswählt,

- Ermitteln der jeweiligen Wahrscheinlichkeit (p_i) für jede der Handlungsmöglichkeiten (H_i) in Abhängigkeit von dem der jeweiligen Handlungsmöglichkeit (H_i) zugeordneten Risikofaktor (R_i).

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, umfassend:

- Ermitteln von jeweiligen Attraktivitätsfaktoren (A_i) für jede der Handlungsmöglichkeiten (H_i), wobei der jeweilige Attraktivitätsfaktor (A_i) ein Maß für die Attraktivität der Auswahl der dem Attraktivitätsfaktor (A_i) zugeordneten Handlungsmöglichkeit (H_i) durch das Fahrassistenzsystem (10) angibt,
- Ermitteln der jeweiligen Wahrscheinlichkeit (p_i) für jede der Handlungsmöglichkeiten (H_i) in Abhängigkeit von dem der jeweiligen Handlungsmöglichkeit (H_i) zugeordneten Attraktivitätsfaktor (A_i).

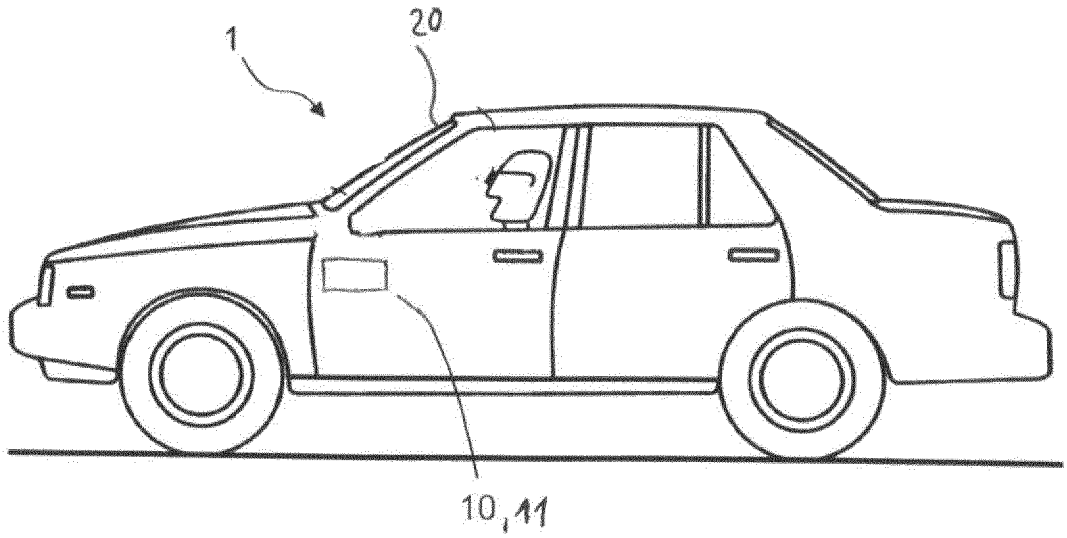
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, umfassend:
Ermitteln des Zustands des Fahrers durch mindestens eine Kamera (20) im Innenraum des Fahrzeugs (1).

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend:
Durchführen der Interaktion des Fahrassistenzsystems (10) mit dem Fahrer, wenn das Fahrassistenzsystem (10) feststellt, dass die ermittelte notwendigen Zeit (T) zur Übernahme des Fahrzeugs (1) durch den Fahrer kleiner als die ermittelte Zeit (T_{FA}) der Aufmerksamkeit des Fahrers ist.

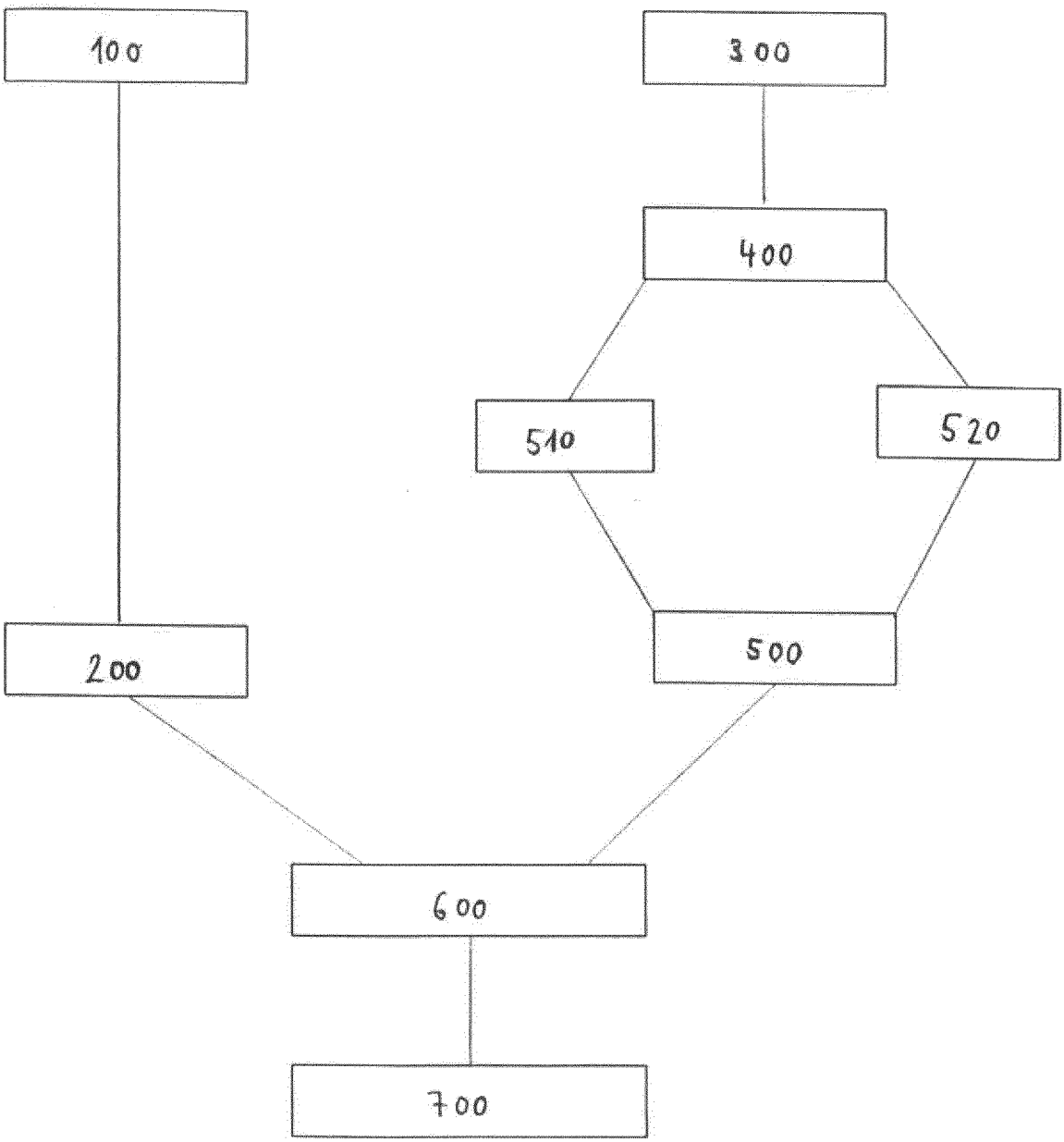
10. Fahrassistenzsystem, umfassend:
einen Steuerrechner (11) zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

11. Fahrassistenzsystem nach Anspruch 10, wobei das Fahrassistenzsystem (10) zum automatisierten Fahren ausgebildet ist.

Figur 1



Figur 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/066556

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60W50/14 B60W40/09
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)
B60W G05D A61B

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 10 2012 112802 A1 (CONTI TEMIC MICROELECTRONIC [DE]) 26 June 2014 (2014-06-26) paragraphs [0006], [0013], [0014], [0018] - [0022], [0037] - [0044]	1-11
A	EP 2 314 489 A1 (AUDI AG [DE]) 27 April 2011 (2011-04-27) paragraphs [0004], [0008] - [0012], [0015], [0019]	1-11
A	DE 10 2008 056343 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 12 May 2010 (2010-05-12) paragraphs [0009] - [0014]	1-11

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
2 October 2015	21/10/2015

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Nielles, Daniel

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/066556

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 10 2012 213965 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 13 February 2014 (2014-02-13) paragraphs [0003] - [0006], [0013] - [0016] -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2015/066556

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102012112802 A1	26-06-2014	NONE	
EP 2314489 A1	27-04-2011	DE 102009050404 A1	05-05-2011
		EP 2314489 A1	27-04-2011
DE 102008056343 A1	12-05-2010	DE 102008056343 A1	12-05-2010
		US 2010117814 A1	13-05-2010
DE 102012213965 A1	13-02-2014	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/066556

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60W50/14 B60W40/09
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60W G05D A61B

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 2012 112802 A1 (CONTI TEMIC MICROELECTRONIC [DE]) 26. Juni 2014 (2014-06-26) Absätze [0006], [0013], [0014], [0018] - [0022], [0037] - [0044]	1-11
A	EP 2 314 489 A1 (AUDI AG [DE]) 27. April 2011 (2011-04-27) Absätze [0004], [0008] - [0012], [0015], [0019]	1-11
A	DE 10 2008 056343 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 12. Mai 2010 (2010-05-12) Absätze [0009] - [0014]	1-11
A	DE 10 2012 213965 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 13. Februar 2014 (2014-02-13) Absätze [0003] - [0006], [0013] - [0016]	1-11

☐ 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
2. Oktober 2015	21/10/2015

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

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/066556

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012112802 A1	26-06-2014	KEINE	
EP 2314489 A1	27-04-2011	DE 102009050404 A1	05-05-2011
		EP 2314489 A1	27-04-2011
DE 102008056343 A1	12-05-2010	DE 102008056343 A1	12-05-2010
		US 2010117814 A1	13-05-2010
DE 102012213965 A1	13-02-2014	KEINE	