(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
18. Juli 2024 (18.07.2024)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/149495 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60W 30/16 (2020.01) *G08G 1/00* (2006.01)
B60W 30/165 (2020.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/082213

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. November 2023 (17.11.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 000 079.5
12. Januar 2023 (12.01.2023) DE

(71) Anmelder: **MERCEDES-BENZ GROUP AG** [DE/DE]; Mercedesstraße 120, 70372 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **NOVAK, Michael**; Büsnauer Str. 3, 70563 Stuttgart (DE). **NOVAK, Wolfgang**; Ziegelstraße 12, 71409 Schwaikheim (DE).

(74) Anwalt: **LEDERER, Elisabeth**; Mercedes-Benz Intellectual Property GmbH & Co. KG, 063-H512, 70546 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,

(54) **Title:** METHOD FOR DISTANCE CONTROL OF A VEHICLE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR ABSTANDSREGELUNG EINES FAHRZEUGES

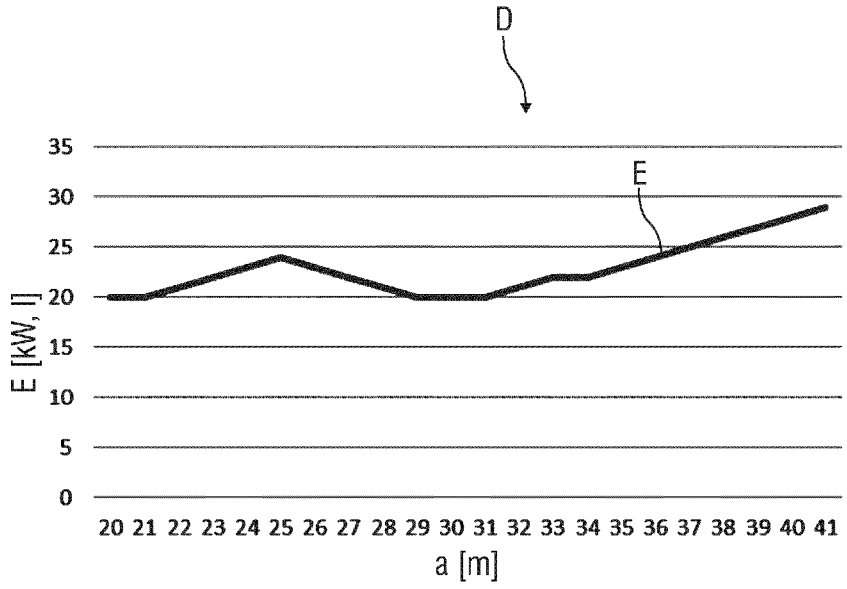

FIG 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for controlling the distance of a vehicle (1) from a vehicle (2) ahead to a target distance, wherein, according to the invention, the target distance is determined in that a distance (a) of the vehicle (1) from the vehicle (2) ahead is varied within predefined threshold values while following the vehicle (2) ahead and a current energy consumption (E) of the vehicle (1) is determined relative to a respective distance value, a maximum distance value is determined from the determined distance values, at which the determined current energy consumption (E) was minimal, and this determined maximum distance value is determined as the target distance.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abstandsregelung eines eines Fahrzeuges (1) zu einem vorausfah-

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2024/149495 A1

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

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

Veröffentlicht:

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

renden Fahrzeug (2) auf einen Sollabstand, wobei vorgesehen ist, dass der Sollabstand ermittelt wird, indem - ein Abstand (a) des Fahrzeuges (1) zu dem vorausfahrenden Fahrzeug (2) während des Folgens des vorausfahrenden Fahrzeugs (2) innerhalb vorgegebener Grenzwerte variiert wird und ein momentaner Energieverbrauch (E) des Fahrzeuges (1) in Bezug auf einen jeweiligen Abstandswert ermittelt wird, - aus den ermittelten Abstandswerten ein größter Abstandswert ermittelt wird, bei welchem der ermittelte momentane Energieverbrauch (E) minimal war und - dieser ermittelte größte Abstandswert als Sollabstand bestimmt wird.

Verfahren zur Abstandsregelung eines Fahrzeuges

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abstandsregelung eines Fahrzeuges gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus der DE 10 2017 216 408 A1 ist ein Verfahren zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs bekannt, bei dem ein situationsspezifisch optimierter Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug eingestellt wird. Dabei ist vorgesehen, dass ein Energieverbrauch des Fahrzeugs in Abhängigkeit eines Variierens des Abstands zum vorausfahrenden Fahrzeug ausgemessen wird und bei der Einstellung des Abstands berücksichtigt wird.

Aus der DE 10 2008 019 174 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben eines ersten Fahrzeuges bekannt. Dabei werden beziehungsweise wird eine gegenwärtige Fahrzeugposition, Informationen über eine vorausliegende Strecke und/oder eine Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt. Anhand der ermittelten Informationen wird die Fahrzeuggeschwindigkeit gesteuert und/oder geregelt. Weiterhin ist vorgesehen, dass eine vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit, eine momentane Fahrstufe, ein momentanes Antriebs- und/oder Bremsmoment in Abhängigkeit von einem Parameter der bevorstehenden Strecke und/oder in Abhängigkeit von mindestens einem Parameter eines vorausfahrenden zweiten Fahrzeuges gesteuert und/oder geregelt wird.

Aus der DE 10 2022 001 572 A1 ist ein Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeugs mit einer elektrischen Antriebseinheit bekannt, bei dem eine Reichweite des Fahrzeugs in Abhängigkeit von einer zur Verfügung stehenden Energie und eines Strömungswiderstands des Fahrzeugs ermittelt wird.

Aus der US 2018/0 188 745 A1 ist ein Verfahren zur Bestimmung eines zwischen zwei Fahrzeugen eines Fahrzeug-Platoons einzuhaltenden Abstands bekannt, wobei eines der

beiden Fahrzeuge ein Führungsfahrzeug ist und das andere der beiden Fahrzeuge ein Folgefahrzeug ist. Dabei ist vorgesehen, dass ein Prozessor des Folgefahrzeugs einen minimalen Abstand zum Führungsfahrzeug bestimmt, in Abhängigkeit verschiedener Bedingungen und Gewichtungen einen Abstandsfaktor berechnet und den einzuhaltenden Abstand durch Multiplikation des minimalen Abstands mit dem Abstandsfaktor berechnet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb einer Abstandsregelvorrichtung eines Fahrzeuges anzugeben.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren, welches die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale aufweist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs zu einem vorausfahrenden Fahrzeug auf einen Sollabstand sieht vor, dass der Sollabstand wie folgt ermittelt wird:

- ein Abstand des Fahrzeuges zu einem vorausfahrenden Fahrzeug wird während eines Folgens des vorausfahrenden Fahrzeugs innerhalb vorgegebener Grenzwerte variiert und ein momentaner Energieverbrauch des Fahrzeuges wird in Bezug auf einen jeweiligen Abstandswert ermittelt,
- aus den ermittelten Abstandswerten wird ein größter Abstandswert ermittelt, bei welchem der ermittelte momentane Energieverbrauch des Fahrzeuges minimal war,
- der ermittelte größte Abstandswert wird als Sollabstand bestimmt.

Der so ermittelte Sollabstand ist somit ein hinsichtlich des Energieverbrauchs optimierter Sollabstand. Durch Anwendung des Verfahrens können beziehungsweise kann daher ein Energieverbrauch des Fahrzeuges, beispielsweise ein Kraftstoffverbrauch und/oder ein Verbrauch elektrischer Energie, sofern das Fahrzeug als Elektrofahrzeug oder Hybridfahrzeug ausgebildet ist, bei aktivierter Abstandsregelvorrichtung optimiert werden.

Mittels des angewendeten Verfahrens kann ein maximaler Verbrauchsvorteil bei einer Windschattenfahrt des Fahrzeuges, insbesondere unter Beachtung eines vorgeschriebenen Mindestabstandes zu einem vorausfahrenden Fahrzeug, ausgenutzt werden. Dabei wird der Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug nur so gering eingestellt, wie unbedingt erforderlich. Dadurch kann eine Beschädigung einer

Windschutzscheibe des Fahrzeuges durch Steinschläge, bedingt durch ein vorausfahrendes Fahrzeug, verringert werden, wobei ein Sicherheitsabstand maximal ausgenutzt werden kann.

Zudem bildet das jeweilige vorausfahrende Fahrzeug eine andere Verwirbelung aus, so dass ein geringst möglicher Abstand des Fahrzeuges zu dem vorausfahrenden Fahrzeug nicht zwingend zu einem optimierten Energieverbrauch des Fahrzeuges führt.

In einer Ausführung wird die Ermittlung des Sollabstands nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer wiederholt. Das heißt, größte Abstandswert des Fahrzeuges zu dem vorausfahrenden Fahrzeug, bei welchem der momentane Energieverbrauch des Fahrzeuges minimal ist, wird nach dem Ablauf der vorgegebenen Zeitdauer erneut ermittelt. Das Verfahren wird also wiederholt, um den Energieverbrauch des Fahrzeuges, beispielsweise aufgrund einer Änderung einer Windrichtung und/oder einer Windintensität und/oder eine Windgeschwindigkeit, zu optimieren. Herrscht beispielsweise Rückenwind in Bezug auf das Fahrzeug und sein vorausfahrendes Fahrzeug, so kann ein zu geringer Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug zu einem erheblichen Mehrverbrauch des Fahrzeuges führen.

In einer zusätzlichen oder alternativen Ausführung wird die Ermittlung des Sollabstands nach Befahren einer vorgegebenen Wegstrecke wiederholt. Das heißt, der größte Abstandswert des Fahrzeuges zu dem vorausfahrenden Fahrzeug, bei welchem der momentane Energieverbrauch des Fahrzeuges minimal ist, wird nach dem Befahren der vorgegebenen Wegstrecke erneut ermittelt.

Auch hierbei können beziehungsweise kann die Windrichtung und/oder die Windintensität und/oder die Windgeschwindigkeit berücksichtigt werden, da beispielsweise nach Befahren der vorgegebenen Wegstrecke diese ihre Richtung, insbesondere in Bezug auf die Himmelsrichtungen ändert und somit ein bisheriger Gegenwind in einen Seitenwind übergeht und dadurch gegebenenfalls ein erhöhter Abstand zwischen dem Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug zu einer Optimierung des Energieverbrauches führen kann.

Eine weitere alternative oder zusätzliche Ausführung des Verfahrens sieht vor, dass die Ermittlung des Sollabstands bei einer erfassten Änderung der Fahrgeschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs wiederholt wird. Das heißt, der größte Abstandswert des Fahrzeuges zu dem vorausfahrenden Fahrzeug, bei welchem der momentane

Energieverbrauch des Fahrzeuges minimal ist, wird bei der erfassten Änderung einer Fahrgeschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeuges erneut ermittelt wird. Diese Vorgehensweise ist vorteilhaft, da Verwirbelungen hinter dem vorausfahrenden Fahrzeug sich in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs ändern können und da durch die erneute Ermittlung des Sollabstands Änderungen des momentanen Energieverbrauchs, die aus den fahrgeschwindigkeitsabhängigen Änderungen der Verwirbelungen resultieren, bei der Abstandsregelung berücksichtigt werden.

Insbesondere wird die Ermittlung des Sollabstands bei einer erfassten Änderung der Fahrgeschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeuges um mehr als einen vorgegebenen Wert wiederholt. Das heißt, der größte Abstandswert des Fahrzeuges zu dem vorausfahrenden Fahrzeug, bei welchem der momentane Energieverbrauch des Fahrzeuges minimal ist, wird bei einer erfassten Änderung der Fahrgeschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeuges um mehr als einen vorgegebenen Wert erneut ermittelt. Das heißt, dass eine Änderung der momentanen Fahrgeschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeuges unterhalb des vorgegebenen Wertes in Bezug auf die Optimierung des Energieverbrauches des nachfolgenden Fahrzeuges im Wesentlichen vernachlässigbar ist. In einem solchen Fall bleibt die Einstellung des Abstandes zu dem vorausfahrenden Fahrzeug gleich. Andernfalls, wenn die Änderung der Fahrgeschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeuges den vorgegebenen Wert überschreitet, wird der Sollabstand neu ermittelt, da sich in einem solchen Fall zum Beispiel die Verwirbelungen hinter dem vorausfahrenden Fahrzeug in Bezug auf den Energieverbrauch des Fahrzeuges anders auswirken können, was bei einer nicht-Anpassung des Abstandes zwischen dem Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug zu einer Erhöhung des Energieverbrauchs führen kann.

In einer Weiterbildung des Verfahrens wird die Ermittlung des Sollabstands bei einem erkannten neuen vorausfahrenden Fahrzeug wiederholt. Das heißt, der größte Abstandswert des Fahrzeuges zu dem vorausfahrenden Fahrzeug, bei welchem der momentane Energieverbrauch des Fahrzeuges minimal ist, wird bei einem erkannten neuen vorausfahrenden Fahrzeug erneut ermittelt. Diese Vorgehensweise ist vorteilhaft, da hierdurch berücksichtigt wird, dass unterschiedliche Fahrzeuge unterschiedliche Verwirbelung hinter sich ausbilden können, die sich unterschiedlich auf den Energieverbrauch des Fahrzeuges auswirken können. Der größte Abstandswert, bei welchem der Energieverbrauch des Fahrzeuges minimal ist, wird dann erneut ermittelt, so

dass daraufhin dieser größte Abstand zur Optimierung des Energieverbrauches des Fahrzeuges, beispielsweise bei einer Windschattenfahrt, eingestellt wird.

Eine mögliche Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass der momentane Energieverbrauch des Fahrzeuges bei einer Annäherung des Fahrzeuges an das vorausfahrende Fahrzeug bei einem jeweiligen Abstandswert fortlaufend ermittelt wird. Dadurch, dass der momentane Energieverbrauch des Fahrzeuges bei seiner Annäherung an das vorausfahrende Fahrzeug fortlaufend ermittelt wird, ist es nicht erforderlich, zur Ermittlung des momentanen Energieverbrauches ein vorgegebenes Fahrmanöver durchzuführen. Die Ermittlung des momentanen Energieverbrauches erfolgt also im normalen Fahrbetrieb des Fahrzeuges bei aktivierter Abstandsregelvorrichtung, wenn sich das Fahrzeug einem vorausfahrenden Fahrzeug nähert.

Darüber hinaus wird in einer weiteren möglichen Ausführung der momentane Energieverbrauch des Fahrzeuges in Abhängigkeit des jeweiligen Abstandswertes bei Annäherung des Fahrzeuges an das vorausfahrende Fahrzeug ermittelt, wenn sich das Fahrzeug dem vorausfahrenden Fahrzeug mit einer momentanen Fahrgeschwindigkeit nähert, die einen vorgegebenen Fahrgeschwindigkeitswert unterschreitet. Mit anderen Worten nähert sich das Fahrzeug dem vorausfahrenden Fahrzeug vergleichsweise langsam, um den größten Abstand zu ermitteln, bei welchem der Energieverbrauch im Vergleich minimal ist, wobei der Sicherheitsabstand zwischen dem Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug stets eingehalten wird. Dadurch kann erreicht werden, dass ein Unfallrisiko für die beiden hintereinanderfahrenden Fahrzeuge erheblich verringert ist, insbesondere wenn das vorausfahrende Fahrzeug gezwungen ist, eine Gefahrenbremsung einzuleiten.

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

Dabei zeigen:

Fig. 1 schematisch einen Fahrbahnabschnitt mit zwei hintereinanderfahrenden Fahrzeugen und

Fig. 2 schematisch ein Diagramm mit einem beispielhaften Verlauf eines Energieverbrauches eines Fahrzeuges in Bezug auf einen Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug.

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

Figur 1 zeigt einen Fahrbahnabschnitt F mit einem Fahrzeug 1, welches in einem vorgegebenen Abstand a hinter einem vorausfahrenden Fahrzeug 2 fährt, bei welchem es sich um einen Lastkraftwagen handelt. Das Fahrzeug 1 fährt insbesondere im Windschatten des vorausfahrenden Fahrzeuges 2.

In Figur 2 ist ein Diagramm D mit einem beispielhaften Verlauf eines Energieverbrauches E eines Fahrzeuges 1 in Abhängigkeit von einem Abstand a des Fahrzeuges 1 zu einem vorausfahrenden Fahrzeug 2 dargestellt. Dabei ist auf der Abszisse der Abstand a des Fahrzeuges 1 zu dem vorausfahrenden Fahrzeug 2 und auf der Ordinate der Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 abgetragen. Bei dem Energieverbrauch E kann es sich also um einen Kraftstoffverbrauch oder einen Verbrauch elektrischer Energie handeln, sofern das Fahrzeug 1 als Hybridfahrzeug oder Elektrofahrzeug ausgeführt ist.

Das Fahrzeug 1 weist eine Abstandsregelvorrichtung 1.1 auf, mittels welcher der Abstand a zu dem vorausfahrenden Fahrzeug 2 beispielsweise mittels vorgegebener Stufen eingestellt wird, wobei der Abstand a durch eine vorgegebene Entfernung in Sekunden eingestellt wird.

Im Folgenden wird ein Verfahren zum Betrieb der Abstandsregelvorrichtung 1.1 beschrieben, um einen momentanen Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 zu optimieren, das heißt zu verringern.

Dabei erfolgt eine Abstandsregelung in Bezug auf ein vorausfahrendes Fahrzeug 2 nicht nur mittels eines Zeitgliedes in vorgegebenen Stufen, sondern auch mittels einer möglichen Einstellung zu einer intelligenten Verbrauchsoptimierung des Fahrzeuges 1.

Dazu sieht das Verfahren vor, dass wenn die intelligente Verbrauchsoptimierung eingestellt ist, ein momentaner Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 in einem Rechenmodell der Abstandsregelvorrichtung 1.1 berücksichtigt wird.

Aktiviert ein Fahrer des Fahrzeuges 1 die Abstandsregelvorrichtung 1.1 und es wird anhand erfasster Signale einer Umgebungssensorik 1.2 des Fahrzeuges 1 ein

vorausfahrendes Fahrzeug 2 erkannt, wird bei einer Annäherung des Fahrzeuges 1 an das vorausfahrende Fahrzeug 2 fortlaufend ein momentaner Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 ermittelt.

Insbesondere wird der momentane Energieverbrauch E in Abhängigkeit eines jeweiligen Abstandswertes zwischen dem Fahrzeug 1 und dem vorausfahrenden Fahrzeug 2 ermittelt, wie anhand des Diagrammes D in Figur 2 gezeigt ist. In Bezug auf die Abstandswerte sind Grenzwerte vorgegeben, so dass beispielsweise ein vorgegebener Sicherheitsabstand des das Fahrzeug 1 zu dem vorausfahrenden Fahrzeug 2 einhalten muss, nicht unterschritten wird.

Der Abstand a zwischen dem Fahrzeug 1 und dem vorausfahrenden Fahrzeug 2 wird bei einem Folgen des vorausfahrenden Fahrzeuges 2 variiert und für jeden Abstandswert innerhalb der Grenzwerte wird der momentane Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 ermittelt.

Beispielsweise erfolgt die Ermittlung des jeweiligen momentanen Energieverbrauches E des Fahrzeuges 1 in Abhängigkeit des jeweiligen Abstandswertes, wenn das Fahrzeug 1 eine momentane Fahrgeschwindigkeit aufweist, die einen vorgegebenen Fahrgeschwindigkeitswert unterschreitet, so dass eine verhältnismäßig aussagekräftige Ermittlung in Bezug auf Abstandswert und momentanen Energieverbrauch E möglich ist.

Basierend auf dem jeweiligen Abstandswert und dem zugehörigen momentanen Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 wird der größte Abstandswert ausgewählt, bei welchem der momentane Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 minimal, das heißt am geringsten, war.

Dieser ermittelte größte Abstandswert wird dann als Sollabstand der Abstandsregelvorrichtung 1.1 eingestellt, so dass der Abstand a zwischen dem Fahrzeug 1 und dem vorausfahrenden Fahrzeug 2 gleich ist, so lange das Fahrzeug 1 hinter dem vorausfahrenden Fahrzeug 2, insbesondere in dessen Windschatten, fährt.

Gemäß dem in Figur 2 gezeigten Diagramm D ist gezeigt, dass der Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 bei der Annäherung an das vorausfahrende Fahrzeug 2 aufgrund von Verwirbelungen hinter dem vorausfahrenden Fahrzeug 1 schwankt, also verschiedene Hoch- und Tiefpunkte aufweist. In Bezug auf das in Figur 2 gezeigte Ausführungsbeispiel beträgt der größte Abstandswert mit einem geringsten Energieverbrauch E etwa 32 m,

wobei dieser Abstandswert der Abstandsregelung des Fahrzeuges 1 zugrunde gelegt wird, um den Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 zu optimieren.

Weiterhin sieht das Verfahren vor, dass die Ermittlung des Sollabstands, d.h. die Ermittlung des größten Abstandswertes mit dem geringsten Energieverbrauch E für das Fahrzeug 1, nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer erneut durchgeführt wird. Beispielsweise kann diese erneute Ermittlung alle 5 min durchgeführt werden, um beispielsweise eine Änderung einer Windrichtung eines auf das Fahrzeug 1 und das vorausfahrende Fahrzeug 2 wirkenden Windes zu berücksichtigen. Beispielsweise hat sich eine Fahrtrichtung in Bezug auf die Himmelsrichtungen geändert, so dass das Fahrzeug 1, welches eben noch im Windschatten des vorausfahrenden Fahrzeuges 2 gefahren ist, nun einem Seitenwind ausgesetzt ist und sich dadurch der Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 ändert, insbesondere erhöht.

Auch erfolgt eine erneute Ermittlung des Sollabstands, d.h. eine erneute Ermittlung des größten Abstandswertes mit dem geringsten Energieverbrauch, in einer zusätzlichen oder alternativen Ausführung des Verfahrens, dann wenn das Fahrzeug 1 eine vorgegebene Wegstrecke, beispielsweise von 10 km, zurückgelegt hat. Dadurch können beziehungsweise kann die Windrichtung und/oder eine Windgeschwindigkeit und/oder eine Windintensität und/oder die Änderung der Fahrtrichtung des Fahrzeuges 1 berücksichtigt werden. Der Abstand a zwischen dem Fahrzeug 1 und dem vorausfahrenden Fahrzeug 2 wird geändert und zu jedem Abstandswert wird der momentane Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 ermittelt, um dann den größten Abstandswert mit dem geringsten Energieverbrauch E zu bestimmen und einzustellen. Beispielsweise kann sich auch eine Steigung einer jeweiligen Wegstrecke ändern, wobei sich die Steigung, wie auch der Windschatten, auf den Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 auswirkt.

Beispielsweise kann ein vergleichsweise geringer Abstand a zwischen Fahrzeug 1 und vorausfahrendem Fahrzeug 2 bei Rückenwind zu einem spürbar erhöhten Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 führen.

In einer weiteren alternativen oder zusätzlichen Ausführung wird die Ermittlung des Sollabstands, d.h. die Ermittlung des größten Abstandswertes mit dem geringsten Energieverbrauch E des dem vorausfahrenden Fahrzeug 2 folgenden Fahrzeuges 1 erneut durchgeführt, wenn das vorausfahrende Fahrzeug 2 seine momentane Fahrgeschwindigkeit, insbesondere um einen vorgegebenen Wert ändert.

Durch die Änderung der Fahrgeschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeuges 2 kann sich eine Ausprägung und Ausbildung der Luftverwirbelungen hinter dem vorausfahrenden Fahrzeug 2 ändern, die sich wiederum auf den Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 auswirken. Um den Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 zu optimieren, wird der größte Abstandswert mit dem geringsten Energieverbrauch E für das Fahrzeug 1 erneut bestimmt und dieser Abstandswert als Sollabstand eingestellt und somit der Abstandsregelung des Fahrzeuges 1 zugrunde gelegt.

Wird anhand erfasster Signale der Umgebungssensorik 1.2 des Fahrzeuges 1 erkannt, dass sich das vorausfahrende Fahrzeug 2 geändert hat, also ein nicht gezeigtes neues Fahrzeug vorausfährt, sieht das Verfahren in einer alternativen oder zusätzlichen Ausführung vor, dass der Abstand a zwischen dem Fahrzeug 1 und dem vorausfahrenden Fahrzeug 2 geändert wird und zu jedem Abstandswert der momentane Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 erfasst wird. Daraufhin wird innerhalb der Abstandsregelvorrichtung 1.1 erneut der größte Abstandswert ermittelt und als Sollabstand eingestellt, bei welchem der momentane Energieverbrauch E minimal war.

Insbesondere wird bei Erkennen, dass dem Fahrzeug 1 ein anderes, also neues, Fahrzeug vorausfährt, die Ermittlung des größten Abstandswertes mit dem geringsten Energieverbrauch E erneut durchgeführt, da jedes Fahrzeug 1, 2 hinter sich eine andere Verwirbelung ausbildet.

Durch Anwendung des Verfahrens ist es möglich, den Energieverbrauch E des Fahrzeuges 1 in Abhängigkeit von dem Abstand a zwischen dem Fahrzeug 1 und dem vorausfahrenden Fahrzeug 2 zu optimieren. Dabei wird der Abstand a als Sollabstand nur so gering eingestellt, wie unbedingt erforderlich, wodurch ein Risiko von Steinschlägen verringert und ein Sicherheitsabstand des Fahrzeuges 1 zu dem vorausfahrenden Fahrzeug 2 berücksichtigt wird.

Wird das Verfahren angewendet, kann durch Einstellung des größten Abstandswertes mit dem geringsten Energieverbrauch E als Sollabstand ein Verbrauchsvorteil für das Fahrzeug 1, wenn dieses beispielsweise im Windschatten hinter einem vorausfahrenden Fahrzeug 2 hinterherfährt, erzielt werden.

Vorteilhafterweise unterscheidet das Verfahren zwischen einem Messzyklus, in dem der hinsichtlich des Energieverbrauchs E optimale Sollabstand ermittelt wird, und einem an

den Messzyklus anschließenden Regelzyklus, in dem der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug 2 auf den zuvor im Messzyklus ermittelten Sollabstand geregelt wird. Der Messzyklus wird dabei vorteilhafterweise regelmäßig wiederholt, beispielsweise nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer, nach Befahren einer vorgegebenen Wegstrecke, nach einer Änderung der Fahrgeschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeuges 2 insbesondere um mehr als einen vorgegebenen Wert, bei einem Wechsel des vorausfahrenden Fahrzeugs 2 und/oder bei einer Annäherung an das vorausfahrende Fahrzeug 2. Durch die regelmäßige Wiederholung des Messzyklus wird der Sollabstand regelmäßig aktualisiert, was insgesamt zu einem optimalen Energieverbrauch E führt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abstandsregelung eines Fahrzeuges (1) zu einem vorausfahrenden Fahrzeug (2) auf einen Sollabstand,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Sollabstand ermittelt wird, indem
- ein Abstand (a) des Fahrzeuges (1) zu dem vorausfahrenden Fahrzeug (2) während eines Folgens des vorausfahrenden Fahrzeugs (2) innerhalb vorgegebener Grenzwerte variiert wird und ein momentaner Energieverbrauch (E) des Fahrzeuges (1) in Bezug auf einen jeweiligen Abstandswert ermittelt wird,
- aus den ermittelten Abstandswerten ein größter Abstandswert ermittelt wird, bei welchem der ermittelte momentane Energieverbrauch (E) minimal war und
- dieser ermittelte größte Abstandswert als Sollabstand bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung des Sollabstands nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer wiederholt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung des Sollabstands nach Befahren einer vorgegebenen Wegstrecke wiederholt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung des Sollabstands bei einer erfassten Änderung einer Fahrgeschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeuges (2) wiederholt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung des Sollabstands bei einer erfassten

Änderung der Fahrgeschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeuges (2) um mehr als einen vorgegebenen Wert wiederholt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung des Sollabstands bei einem erkannten neuen vorausfahrenden Fahrzeug (2) wiederholt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der momentane Energieverbrauch (E) des Fahrzeuges (1) bei einer Annäherung des Fahrzeuges (1) an das vorausfahrende Fahrzeug (2) bei einem jeweiligen Abstandswert fortlaufend ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass der momentane Energieverbrauch (E) des Fahrzeuges (1) in Abhängigkeit des jeweiligen Abstandswertes bei Annäherung des Fahrzeuges (1) an das vorausfahrende Fahrzeug (2) ermittelt wird, wenn sich das Fahrzeug (1) dem vorausfahrenden Fahrzeug (2) mit einer momentanen Fahrgeschwindigkeit nähert, die einen vorgegebenen Fahrgeschwindigkeitswert unterschreitet.

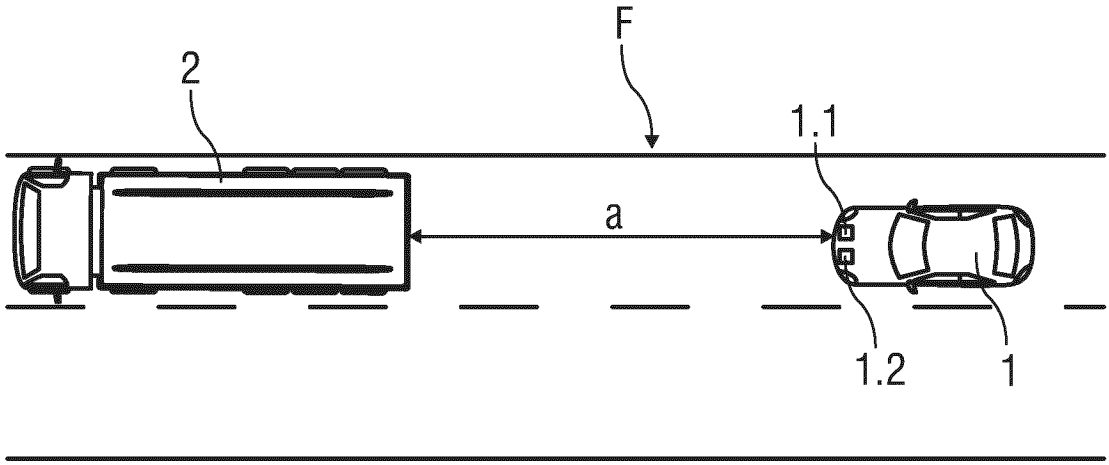
F
2
1.1
a
1.2
1

FIG 1

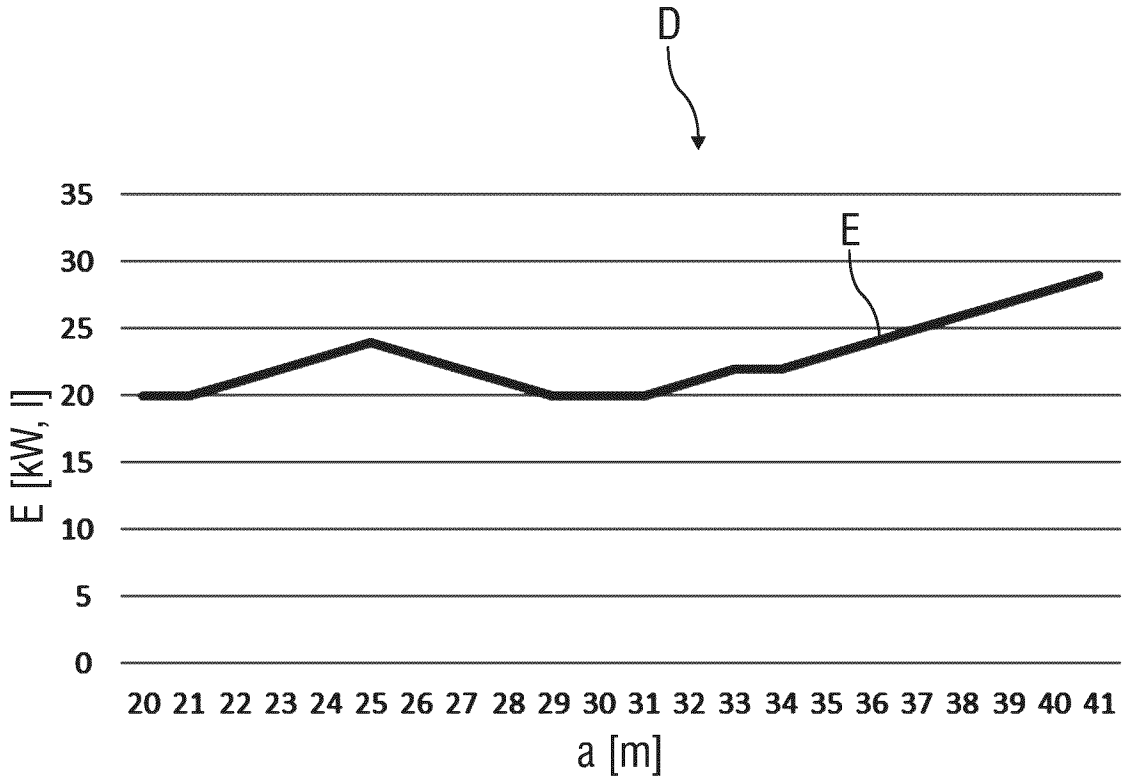
D
E
35
30
25
20
15
10
5
0
E [kW, l]
20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41
a [m]

FIG 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2023/082213

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60W 30/16(2020.01)i; ***B60W 30/165***(2020.01)i; ***G08G 1/00***(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)

B60W; G08G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102017216408 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 21 March 2019 (2019-03-21) cited in the application	1,6,7
Y	paragraphs [0008], [0010], [0023]; figures 1, 2	2-5,8
Y	Schwamborn Ing Dieter. "Die Sache mit dem Windschatten" , https://www.ds.mpg.de/76888/25, 01 March 2011 (2011-03-01), pages 1-2, Retrieved from the Internet: https://www.ds.mpg.de/76888/25 [retrieved on 2024-01-22] XP093122431 the whole document	2,3

☑ 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	Date of mailing of the international search report
24 January 2024	**01 February 2024**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands (Kingdom of the)**	**Bak, Maciej**
Telephone No. **(+31-70)340-2040**	
Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Mustak Rubiat ET AL. "Investigation Of Slipstreaming Effect Between A Semi Trailer Truck And A Sedan Car" , International Journal of Scientific & Engineering Research, 15 April 2017 (2017-04-15), pages 1-3, Retrieved from the Internet: https://www.kuet.ac.bd/webportal/ppmv2/uploads/1519393082Investigation%20of%20Slipstreaming%20Effect%20between%20a%20Semi%20trailer-truck%20and%20a%20Sedan%20car%20.pdf [retrieved on 2024-01-22] DOI: 10.5281/zenodo.546369 XP093122438 the whole document	4, 5, 8
A	DE 102022001572 A1 (MERCEDES BENZ GROUP AG [DE]) 14 July 2022 (2022-07-14) the whole document	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2023/082213

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE 102017216408 A1	21 March 2019	CN 111148676 A	12 May 2020
		DE 102017216408 A1	21 March 2019
		US 2020216069 A1	09 July 2020
		WO 2019053068 A1	21 March 2019
DE 102022001572 A1	14 July 2022	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2023/082213

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60W30/16 B60W30/165 G08G1/00
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60W G08G

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2017 216408 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 21. März 2019 (2019-03-21) in der Anmeldung erwähnt	1,6,7
Y	Absätze [0008], [0010], [0023]; Abbildungen 1, 2	2-5,8

Y	Schwamborn Ing Dieter: "Die Sache mit dem Windschatten", , 1. März 2011 (2011-03-01), Seiten 1-2, XP093122431, https://www.ds.mpg.de/76888/25 Gefunden im Internet: URL:https://www.ds.mpg.de/76888/25 [gefunden am 2024-01-22] das ganze Dokument	2,3

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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
24. Januar 2024	01/02/2024

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	Bak, Maciej

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2023/082213

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	Mustak Rubiat ET AL: "Investigation Of Slipstreaming Effect Between A Semi Trailer Truck And A Sedan Car", , 15. April 2017 (2017-04-15), Seiten 1-3, XP093122438, International Journal of Scientific & Engineering Research DOI: 10.5281/zenodo.546369 Gefunden im Internet: URL:https://www.kuet.ac.bd/webportal/ppmv2/uploads/1519393082Investigation%20of%20Slipstreaming%20Effect%20between%20a%20Semi%20trailer-truck%20and%20a%20Sedan%20car%20.pdf [gefunden am 2024-01-22] das ganze Dokument -----	4,5,8
A	DE 10 2022 001572 A1 (MERCEDES BENZ GROUP AG [DE]) 14. Juli 2022 (2022-07-14) das ganze Dokument -----	1-8

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/082213

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102017216408 A1	21-03-2019	CN 111148676 A	12-05-2020
		DE 102017216408 A1	21-03-2019
		US 2020216069 A1	09-07-2020
		WO 2019053068 A1	21-03-2019
DE 102022001572 A1	14-07-2022	KEINE	