

(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
19. Mai 2023 (19.05.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/081948 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01M 17/007 (2006.01) G09B 9/05 (2006.01)
G01M 17/06 (2006.01) H04W 24/06 (2009.01)
G09B 9/048 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2022/060388

(22) Internationales Anmeldedatum:
09. November 2022 (09.11.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 50891/2021 09. November 2021 (09.11.2021) AT

(71) Anmelder: AVL LIST GMBH [AT/AT]; Hans-List-Platz
1, 8020 Graz (AT).

(72) Erfinder: SCHYR, Christian; Lutherstraße 53/5, 69120
Heidelberg (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, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, 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,

(54) Title: TEST ENVIRONMENT FOR URBAN HUMAN-MACHINE INTERACTION

(54) Bezeichnung: TESTUMFELD FÜR URBANE MENSCH-MASCHINE INTERAKTION

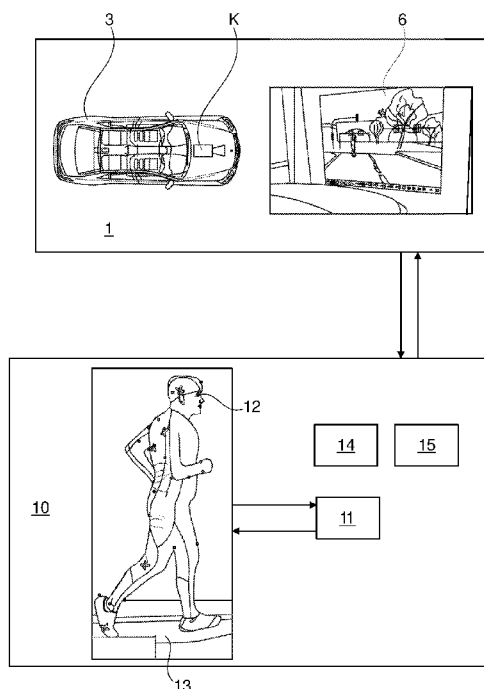


Fig. 4

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a test stand for vehicles by means of simulation means and by means of a motion-sensing system, comprising the following work steps: generating a virtual test environment having at least one virtual living being and having at least one virtual vehicle by means of the simulation means, wherein one of the virtual living beings is a virtual representation of a real living being and one of the virtual vehicles is a virtual representation of a vehicle having a driver assistance system, wherein additionally at least parts of the vehicle are operated as a real test object on the test stand, and wherein the driver assistance system is operated, more particularly stimulated, on the basis of the virtual test environment; stimulating the real living being in the motion-sensing system on the basis of the generated virtual environment by means of a stimulus; gathering motion data by means of the motion-sensing system, wherein the motion data describe variation in the pose of the at least one part of an anatomical structure of the real living being over time; and recording the gathered motion data.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Prüfstands für Fahrzeuge mittels Simulationsmitteln und einem Bewegungs-Erfassungs-System, folgende Arbeitsschritte aufweisend: Erzeugen eines virtuellen Testumfelds mit wenigstens einem virtuellen Lebewesen und wenigstens einem virtuellen Fahrzeug mittels der Simulationsmittel, wobei eines der virtuellen Lebewesen eine virtuelle Repräsentation eines realen Lebewesens ist und wobei eines der virtuellen Fahrzeuge eine virtuelle Repräsentation eines Fahrzeugs mit einem Fahrerassistenzsystem ist, wobei zusätzlich wenigstens Teile des Fahrzeugs als realer Prüfling auf dem Prüfstand betrieben werden, wobei das Fahrerassistenzsystem auf der Grundlage des virtuellen Testumfelds betrieben, insbesondere stimuliert, wird; Stimulieren des realen Lebewesens in dem Bewegungs-Erfassungs-System auf der Grundlage des erzeugten virtuellen Umfelds mittels



CV, 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, 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)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

eines Stimulus; Erfassen von Bewegungsdaten mittels des Bewegungs-Erfassungs-Systems, wobei die Bewegungsdaten einen zeitlichen Verlauf der Pose des mindestens einen Teils einer anatomischen Struktur des realen Lebewesens beschreiben; und Aufzeichnen der erfassten Bewegungsdaten.

Testumfeld für urbane Mensch-Maschine Interaktion

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Prüfstands für Fahrzeuge mittels Simulationsmittel und einem Bewegungs-Erfassungs-System, ein Verfahren zum Betreiben eines Prüfstands, ein System zum Betreiben eines Prüfstands, ein Computerprogramm und ein Computerprogrammprodukt.

Autonome bzw. teilautonome Fahrzeuge sind mit einer Vielzahl an Sensoren ausgestattet und Algorithmik, die die Signale der Sensoren in eine Abbildung der Umgebung umwandeln.

Neben den insbesondere der Fahrsicherheit dienenden Systemen wie ABS (Anti-Blockier-System) und ESP (Elektronisches Stabilitätsprogramm) werden im Bereich der Personenkraftwagen und der Nutzfahrzeuge einer Vielzahl von Fahrerassistenzsystemen angeboten.

Fahrerassistenzsysteme, welche bereits zur Erhöhung der aktiven Verkehrssicherheit eingesetzt werden, sind ein Parkassistent, ein adaptiver Abstandsregeltempomat, der auch als Adaptive Cruise Control (ACC) bekannt ist, welcher eine vom Fahrer gewählte Wunschgeschwindigkeit adaptiv auf einen Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug einregelt. Ein weiteres Beispiel für solche Fahrerassistenzsysteme sind ACC-Stop-&-Go-Systeme, welche zusätzlich zum ACC die automatische Weiterfahrt des Fahrzeugs im Stau oder bei stehenden Fahrzeugen bewirkt, Spurhalte- oder Lane-Assist-Systeme, die das Fahrzeug automatisch auf der Fahrzeugspur halten, und Pre-Crash-Systeme, die im Fall der Möglichkeit einer Kollision beispielsweise eine Bremsung vorbereiten oder einleiten, um die kinetische Energie aus dem Fahrzeug zu nehmen, sowie gegebenenfalls weitere Maßnahmen einleiten, falls eine Kollision unvermeidlich ist.

Diese Fahrerassistenzsysteme erhöhen sowohl die Sicherheit im Verkehr, indem sie den Fahrer in kritischen Situationen warnen, bis zur Einleitung eines selbstständigen Eingriffs

zur Unfallvermeidung oder Unfallverminderung, beispielsweise indem eine Notbremsfunktion aktiviert wird. Zusätzlich wird der Fahrkomfort durch Funktionen wie automatisches Einparken, automatische Spurhaltung und automatische Abstandskontrolle erhöht.

Der Sicherheits- und Komfortgewinn eines Fahrerassistenzsystems wird von den Fahrzeuginsassen nur dann positiv wahrgenommen, wenn die Unterstützung durch das Fahrerassistenzsystem sicher, verlässlich und in – soweit möglich – komfortabler Weise erfolgt.

Darüber hinaus muss jedes Fahrerassistenzsystem, je nach Funktion, im Verkehr auftretende Szenarien mit maximaler Sicherheit für das eigene Fahrzeug und auch ohne Gefährdung anderer Fahrzeuge bzw. anderer Verkehrsteilnehmer bewerkstelligen.

Der jeweilige Automatisierungsgrad von Fahrzeugen wird dabei in sogenannte Automatisierungslevel 1 bis 5 unterteilt (vgl. beispielsweise Norm SAE J3016). Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere Fahrzeuge mit Fahrerassistenzsystemen des Automatisierungslevels 3 bis 5, welches im Allgemeinen als hochautomatisiertes (3 und 4) bzw. autonomes (5) Fahren betrachtet wird.

Die Herausforderungen zum Testen solcher Systeme sind vielfältig. Insbesondere muss ein Ausgleich zwischen dem Testaufwand und der Testabdeckung gefunden werden. Dabei ist die Hauptaufgabe beim Testen von ADAS/AD-Funktionen (ADAS - Advanced Driver Assistance System; AD - Autonomous Driving), zu demonstrieren, dass die Funktion des Fahrerassistenzsystems in allen vorstellbaren Situationen gewährleistet ist, insbesondere auch in kritischen Fahrsituationen. Solche kritischen Fahrsituationen weisen eine gewisse Gefährlichkeit auf, da keine oder eine falsche Reaktion des jeweiligen Fahrerassistenzsystems zu einem Unfall führen kann.

Bisher werden Tests, die das Verhalten von Fahrerassistenzsystemen in Bezug auf Personen testen, mit Dummys durchgeführt. Dummys sind in der Regel Abbilder von durchschnittlichen in Bezug auf anatomische Größenverhältnisse und Proportionen, meist männlichen Menschen. Dummys sind nicht nur teuer, sondern auch in ihrer

Handhabung schwierig und können daher nur einmalig und nicht besonders realitätsnah Ergebnisse zum Verhalten der Fahrerassistenzsysteme liefern.

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, reale Testfahrdaten einer realen Flotte von Testfahrzeugen zum Validieren und Verifizieren von Fahrerassistenzsystemen einzusetzen und aus den aufgezeichneten Daten Szenarien zu extrahieren.

Darüber hinaus offenbart das Dokument GB 2563400 ein Verfahren zum Testen von Fahrzeugen und deren Algorithmen in Situationen mit Fußgängern.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zum Betreiben eines Prüfstands, ein verbessertes Verfahren zum Betreiben eines Prüfstands mittels Simulationsmittel, sowie entsprechende Systeme, Computerprogramme und Computerprogrammprodukte bereitzustellen. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, eine realitätsnahe Darstellung von Lebewesen und deren Bewegungsmustern zu erreichen.

Diese Aufgabe wird durch die unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen werden in den Unteransprüchen beansprucht.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Prüfstandes für Fahrzeuge mittels Simulationsmitteln und einem Bewegungs-Erfassungs-System, wobei das Verfahren folgende Arbeitsschritte aufweist:

Erzeugen eines virtuellen Testumfelds mit wenigstens einem virtuellen Lebewesen und wenigstens einem virtuellen Fahrzeug mittels der Simulationsmittel, wobei eines der virtuellen Lebewesen eine virtuelle Repräsentation eines realen Lebewesens ist und wobei eines der virtuellen Fahrzeuge eine virtuelle Repräsentation eines Fahrzeugs mit dem Fahrerassistenzsystem ist, wobei zusätzlich wenigstens Teile des Fahrzeugs als realer Prüfling auf dem Prüfstand betrieben werden, wobei das Fahrerassistenzsystem auf der Grundlage des virtuellen Testumfelds betrieben, insbesondere stimuliert wird. Das reale Fahrzeug kann insbesondere wenigstens teilweise als Prüfling auf einem Prüfstand betrieben werden.

Weiterhin weist das Verfahren auf: Stimulieren eines realen Lebewesens in dem Bewegungs-Erfassungs-System auf der Grundlage des erzeugten virtuellen Umfelds mittels eines Stimulus und Erfassen von Bewegungsdaten mittels des Bewegungs-Erfassungs-System (englisch: „Motion Capture System“), wobei die Bewegungsdaten einen zeitlichen Verlauf der Pose des mindestens einen Teils einer anatomischen Struktur des realen Lebewesens beschreiben.

Weiterhin weist das Verfahren auf: Aufzeichnen der erfassten Bewegungsdaten Insbesondere kann das Verfahren das Betreiben eines Prüfstandes mit virtuellem Testumfeld umfassen.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Prüfstandes mittels Simulationsmittel, insbesondere nach einem ersten Aspekt der Erfindung, wobei das Verfahren aufweist:

Erzeugen eines virtuellen Testumfelds mit wenigstens einem virtuellen Lebewesen und wenigstens einem virtuellen Fahrzeug mittels der Simulationsmittel, wobei eines der virtuellen Lebewesen eine virtuelle Repräsentation eines realen Lebewesens ist und eines der virtuellen Fahrzeuge eine virtuelle Repräsentation eines Fahrzeugs mit einem Fahrerassistenzsystem ist. Das eine Fahrzeug, auch Ego-Objekt oder Ego-Fahrzeug, das eine virtuelle Repräsentation des Fahrzeugs mit dem Fahrerassistenzsystem ist, wird wenigstens teilweise als Prüfling auf einem Prüfstand betrieben. Mit anderen Worten werden wenigstens Teile des Fahrzeugs als realer Prüfling auf einem Prüfstand betrieben. Das Fahrerassistenzsystem wird auf der Grundlage des virtuellen Testumfelds betrieben, insbesondere stimuliert.

Ferner weist das Verfahren ein Erfassen von Bewegungsdaten, insbesondere mittels eines Bewegungs-Erfassungs-Systems (englisch: „Motion Capture System“) auf. Die Bewegungsdaten beschreiben oder repräsentieren einen zeitlichen Verlauf der Pose des mindestens einen Teils einer anatomischen Struktur eines realen Lebewesens.

Das Verfahren weist weiterhin das Aufzeichnen eines Szenarios, welches, insbesondere durch eine Reaktion des Fahrerassistenzsystems auf die erfassten Bewegungsdaten

entsteht, auf, wobei die erfassten Bewegungsdaten und eine Reaktion des Fahrerassistenzsystems auf das virtuelle Lebewesen beim Erzeugen des virtuellen Testumfelds berücksichtigt werden.

Vorzugsweise umfasst das Verfahren darüber hinaus das Erzeugen von Testszenarien zum Testen eines Fahrerassistenzsystems für Fahrzeuge.

Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein System zum Betreiben eines Prüfstandes für Fahrzeuge, das insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens, insbesondere einem Verfahren gemäß der obigen Aspekte, eingerichtet ist und/oder umfasst, bereitgestellt.

Das System weist vorzugsweise Simulationsmittel auf, die eingerichtet sind zum Erzeugen eines virtuellen Testumfelds mit wenigstens einem virtuellen Lebewesen und wenigstens einem virtuellen Fahrzeug auf, wobei eines der virtuellen Lebewesen eine Repräsentation eines realen Lebewesens ist und wobei eines der virtuellen Fahrzeuge eine virtuelle Repräsentation eines Fahrzeugs mit dem Fahrerassistenzsystem ist, wobei zusätzlich wenigstens Teile des Fahrzeugs als realer Prüfling auf dem Prüfstand betrieben werden und zum Betreiben, insbesondere Stimulieren, des Fahrerassistenzsystem auf der Grundlage des virtuellen Testumfelds.

Ferner weist das System vorzugsweise ein Bewegungs-Erfassungs-System zum Erfassen von Bewegungsdaten auf, wobei die Bewegungsdaten einen zeitlichen Verlauf der Pose des mindestens einen Teils einer anatomischen Struktur des realen Lebewesens beschreiben.

Das System weist vorzugsweise ferner Stimulationsmittel auf, wobei die Stimulationsmittel zum Stimulieren des realen Lebewesens in dem Bewegungs-Erfassungs-System auf der Grundlage des erzeugten virtuellen Umfelds mittels eines Stimulus eingerichtet sind. Ferner weist das System vorzugsweise Speichermittel zum Aufzeichnen der erfassten Bewegungsdaten auf.

Ein vierter Aspekt der Erfindung betrifft ein System zum Betreiben eines Prüfstands, insbesondere nach einem System des dritten Aspekts, aufweisend:

Simulationsmittel, eingerichtet zum Erzeugen eines virtuellen Testumfelds mit wenigstens einem virtuellen Lebewesen und wenigstens einem virtuellen Fahrzeug. Eines der virtuellen Lebewesen ist dabei eine virtuelle Repräsentation eines realen Lebewesens. Eines der virtuellen Fahrzeuge ist dabei ferner eine virtuelle Repräsentation eines Fahrzeugs mit dem Fahrerassistenzsystem.

Das System ist ferner dazu eingerichtet, das Fahrzeug zusätzlich wenigstens teilweise als realen Prüfling auf dem Prüfstand zu betreiben und zum Betreiben, insbesondere Stimulieren, des Fahrerassistenzsystems auf der Grundlage des virtuellen Testumfelds. Ferner weist das System ein Mittel, insbesondere ein Bewegungs-Erfassungs-System oder eine Schnittstelle, auf, das eingerichtet ist zum Erfassen von Bewegungsdaten, wobei die Bewegungsdaten einen zeitlichen Verlauf der Pose des mindestens einen Teils einer anatomischen Struktur des realen Lebewesens beschreiben.

Weiterhin weist das System Speichermittel zum Aufzeichnen eines Szenarios, welches durch eine Reaktion des Fahrerassistenzsystems auf die erfassten Bewegungsdaten entsteht auf, wobei die erfassten Bewegungsdaten und eine Reaktion des Fahrerassistenzsystems auf das virtuelle Lebewesen beim Erzeugen des virtuellen Testumfelds berücksichtigt werden.

Ein System und/oder ein Mittel im Sinne der vorliegenden Erfindung kann hard- und/oder softwaretechnisch ausgebildet sein, insbesondere wenigstens eine, vorzugsweise mit einem Speicher- und/oder Bussystem daten- bzw. signalverbundene, insbesondere digitale, Verarbeitungs-, insbesondere Mikroprozessoreinheit (CPU), Graphikkarte (GPU) oder dergleichen, und/oder ein oder mehrere Programme oder Programmmodule aufweisen. Die Verarbeitungseinheit kann dazu ausgebildet sein, Befehle, die als ein in einem Speichersystem abgelegtes Programm implementiert sind, abzuarbeiten, Eingangssignale von einem Datenbus zu erfassen und/oder Ausgangssignale an einen Datenbus abzugeben. Ein Speichersystem kann ein oder mehrere, insbesondere verschiedene, Speichermedien, insbesondere optische, magnetische, Festkörper- und/oder andere nicht-flüchtige Medien aufweisen. Das Programm kann derart beschaffen sein, dass es die hier beschriebenen Verfahren verkörpert bzw. auszuführen

imstande ist, sodass die Verarbeitungseinheit die Schritte solcher Verfahren ausführen kann und damit insbesondere eine Einrichtung betreiben bzw. überwachen kann.

Ein fünfter Aspekt der Erfindung betrifft ein Computerprogramm oder Computerprogrammprodukt, wobei das Computerprogramm oder Computerprogrammprodukt, insbesondere auf einem computerlesbaren und/oder nicht-flüchtigen Speichermedium gespeicherte, Anweisungen enthält, die bei der Ausführung durch einen oder mehrere Computer oder insbesondere ein System zum Betreiben eines Prüfstandes für Fahrzeuge den oder die Computer oder das System dazu veranlassen, ein Verfahren zum Betreiben eines Prüfstands für Fahrzeuge mittels Simulationsmittel und einem Bewegungs-Erfassungs-System, insbesondere nach Ausführungsformen wie oben beschrieben, durchzuführen.

Ein Computerprogrammprodukt kann in einer Ausführung ein, insbesondere computerlesbares und/oder nicht-flüchtiges, Speichermedium zum Speichern eines Programms bzw. von Anweisungen bzw. mit einem darauf gespeicherten Programm bzw. mit darauf gespeicherten Anweisungen aufweisen, insbesondere sein. In einer Ausführung veranlasst ein Ausführen dieses Programms bzw. dieser Anweisungen durch ein System bzw. eine Steuerung, insbesondere einen Computer oder eine Anordnung von mehreren Computern, das System bzw. die Steuerung, insbesondere den bzw. die Computer, dazu, ein hier beschriebenes Verfahren bzw. einen oder mehrere seiner Schritte auszuführen, bzw. sind das Programm bzw. die Anweisungen hierzu eingerichtet

Ein Szenario im Sinne der Erfindung wird vorzugsweise aus einer zeitlichen Abfolge von, insbesondere statischen, Szenen gebildet. Die Szenen geben dabei beispielsweise die räumliche Anordnung von dem wenigstens einen Objekt, insbesondere dem wenigstens einen virtuellen Lebewesen, relativ zum Ego-Objekt, insbesondere die Konstellation von Verkehrsteilnehmern und/oder insbesondere die Konstellation von unbeweglichen virtuellen Objekten, virtuellen Lebewesen, insbesondere virtuellen Verkehrsteilnehmern, an. Ein Szenario kann insbesondere eine Fahrsituation enthalten, in der ein Fahrerassistenzsystem das Ego-Fahrzeug genannte, mit dem Fahrerassistenzsystem

ausgestattete Fahrzeug zumindest teilweise steuert, z. B. wenigstens eine Fahrzeugfunktion des Ego-Fahrzeugs autonom ausführt.

Unter Bewegungsdaten des mindestens einen Teils einer anatomischen Struktur eines realen Lebewesens im Sinne der Erfindung wird vorzugsweise verstanden, dass der wenigstens kleinste Teil eines durch ein Gelenk und/oder einen Muskel bewegbare Teil des Körpers des realen Lebewesens von den Bewegungsdaten repräsentiert wird und diese Bewegungsdaten einen zeitlichen Verlauf dieses kleinsten Teils beschreiben. Insbesondere kann dadurch ermöglicht werden, dass wenigstens im Wesentlichen alle möglichen Bewegungen eines realen Lebewesens aufgezeichnet und von Bewegungsdaten repräsentiert und im virtuellen Testumfeld durch die virtuelle Repräsentanz des realen Lebewesens darstellbar sind.

Eine Fahrsituation im Sinne der Erfindung beschreibt vorzugsweise die Umstände, die für die Auswahl geeigneter Verhaltensmuster des Fahrerassistenzsystems zu einem bestimmten Zeitpunkt zu berücksichtigen sind. Eine Fahrsituation ist daher vorzugsweise subjektiv, indem sie die Sicht des Ego-Fahrzeugs repräsentiert. Sie umfasst weiter vorzugsweise relevante Bedingungen, Möglichkeiten und Beeinflussungsfaktoren von Handlungen. Eine Fahrsituation ist weiter vorzugsweise aus der Szene durch einen Prozess der Informationsauswahl abgeleitet, basierend auf Transienten, z. B. missionsspezifischen, wie auch permanenten Zielen und Werten.

Ein Fahrverhalten im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise ein Verhalten des Fahrerassistenzsystems durch Aktion und Reaktion in einem Umfeld des Fahrzeugs.

Eine Güte im Sinne der Erfindung charakterisiert vorzugsweise das simulierte Szenario. Unter einer Güte wird vorzugsweise eine Qualität oder Beschaffenheit des simulierten Szenarios in Bezug auf dessen Geeignetheit zum Testen des Fahrerassistenzsystems verstanden. Ein kritischeres Szenario hat hierbei vorzugsweise eine höhere Güte. Vorzugsweise ist die Gefährlichkeit einer Fahrsituation, welche aus dem jeweiligen Szenario für das getestete Fahrerassistenzsystem hervorgeht, ein Maß für die Güte des Szenarios.

Eine Pose im Sinne der Erfindung ist die räumliche Lage, insbesondere die Kombination von Position und Orientierung eines Objekts, insbesondere eines Teils einer anatomischen Struktur eines Lebewesens. Insbesondere kann sich die Pose auf einen separat beweglichen anatomischen Teil des Lebewesens beziehen, die insbesondere im Gesamtzusammenhang der Pose des Lebewesens mit einem Bewegungs-Erfassungssystem erfasst werden kann. Eine Erfassung kann insbesondere über Stereokameras, Infrarot Tracking, Bilderkennung oder mit vergleichbaren Systemen, insbesondere Bewegungs-Erfassungssysteme und Verfahren zur Bewegungserfassung in einem insbesondere dreidimensionalen Volumen erfolgen.

Ein Bewegungs-Erfassungssystem im Sinne der Erfindung kann insbesondere mit Markern, insbesondere mit aktiven oder insbesondere mit passiven Markern, oder ohne Marker eine Bewegung erfassen, insbesondere über Mustererkennung, Silhouettracking, und/oder dergleichen. Das Bewegungs-Erfassungssystem kann insbesondere mit einem Prüfstand in Datenkommunikation verbunden sein, insbesondere drahtlos oder drahtgebunden. Das Bewegungs-Erfassungssystem kann an örtlich vom Prüfstand getrennt sein.

Der Erfindung liegt die Idee zu Grunde, eine wirklichkeitsgetreue virtuelle Abbildung von realen Lebewesen im Prüfstandsbetrieb eines Fahrzeugs mit Fahrerassistenzsystem zu schaffen. Durch das Aufzeichnen der erfassten Bewegungsdaten kann eine Datenbank mit den erfassten Bewegungsdaten erstellt werden. Auf diese aufgezeichneten Bewegungsdaten kann zurückgegriffen werden und ein Testszenario, insbesondere Szenarien, erstellt werden. Die aufgezeichneten Bewegungsdaten können mit anderen Bewegungsdaten kombiniert werden und/oder ergänzt werden. Die aufgezeichneten Bewegungsdaten können insbesondere einen Bewegungsatlas bilden, der als Grundlage für Bewegungssimulationen von virtuellen Lebewesen bzw. Avataren dienen.

Darüber hinaus kann durch die Erfindung ein Testumfeld erschaffen werden, das es ermöglicht, ein Fahrerassistenzsystem auf Interaktionen mit Lebewesen hin zu testen oder zu optimieren. Ferner können Situationen dargestellt werden, die bei Interaktion zwischen realen Fahrzeugen und realen Lebewesen, insbesondere wenigstens für das

Lebewesen, gefährlich wären. In anderen Worten wird ermöglicht, potenziell lebensgefährliche Situationen für Lebewesen zu erzeugen, insbesondere mit geringfügigen Änderungen an den Bewegungsdaten, welche vorzugsweise computergeneriert oder errechnet sind, zu iterieren, sodass ein Fahrerassistenzsystem optimiert und/oder trainiert werden kann. Hierdurch kann insbesondere eine Güte des virtuellen Testumfelds, insbesondere des Szenarios, insbesondere in Bezug auf Lebewesen, verbessert werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung können die erfassten Bewegungsdaten mit dem Stimulus für das reale Lebewesen in dem Bewegungs-Erfassungs-System verknüpft sein, und der zu den erfassten Bewegungsdaten dazugehörige Stimulus ebenfalls gespeichert werden. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung können die erfassten Bewegungsdaten und eine Reaktion des Fahrerassistenzsystems auf die erfassten Bewegungsdaten beim Erzeugen des virtuellen Testumfeld berücksichtigt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann das aufgezeichnete Szenario mit den erfassten Bewegungsdaten verknüpft sein und die zu dem entstandenen Szenario dazugehörigen Bewegungsdaten ebenfalls gespeichert werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung können erfasste Bewegungsdaten beim Erzeugen des virtuellen Testumfelds wiederholt berücksichtigt werden.

Hierdurch wird ermöglicht, dass Bewegungsdaten nur einmal aufgezeichnet werden müssen und/oder dass insbesondere ein zeitlicher Verlauf einer Pose, die außerhalb eines Bereichs, in dem das Bewegungs-Erfassungs-System Bewegungen erfassen kann, dieser mit den Bewegungsdaten wiederholt werden kann, insbesondere im virtuellen Testumfeld, das insbesondere größer als das erfassbare Volumen des Bewegungs-Erfassungs-Systems sein kann. Vorteilhafterweise kann dadurch ermöglicht werden, dass das Bewegungs-Erfassungs-System kleiner ausgelegt werden kann als das virtuelle Testumfeld und dennoch Bewegungsdaten realer Lebewesen durch die virtuelle Simulation (Repräsentation) des realen Lebewesens im virtuellen Testumfeld darstellbar sind.

Durch das Verknüpfen der erfassten Bewegungsdaten mit wenigstens einem, insbesondere visuellen, haptischen und/oder akustischen Stimulus wird ermöglicht, dass der Bewegungsatlas Reaktionen und/oder Interaktionen eines realen Lebewesens, insbesondere mit dem Ego-Objekt, situationsbedingt speichern kann. Diese können insbesondere eine direkte Interaktion des Lebewesens mit dem Ego-Objekt, vorzugsweise berühren, schieben oder dergleichen, umfassen und können insbesondere über entsprechende Interfaces wie beispielsweise haptische Handschuhe (englisch: „haptic (feedback) glove“) das reale Lebewesen in dem Bewegungs-Erfassungs-System stimulieren. Ferner können die erfassten Bewegungsdaten umfassen: einen Abstand des Ego-Objekts zum virtuellen Lebewesen im virtuellen Testumfeld, die Positionen der Objekte im virtuellen Testumfeld und/oder deren zeitliche Derivate, wie insbesondere eine Geschwindigkeit oder eine Beschleunigung, Daten zu Teilen des Ego-Objekts oder zur Gesamtheit der vom Ego-Objekt umfassten Teile.

Das Wiederholen von erfassten Bewegungsdaten im virtuellen Testumfeld kann sich insbesondere auf Bewegungsdaten beziehen, die den Verlauf der Pose mindestens eines Teils einer anatomischen Struktur des realen Lebewesens repräsentieren. Das Wiederholen der erfassten Bewegungsdaten kann insbesondere ermöglichen, dass durch das Wiederholen des zeitlichen Verlaufs der Pose an einer anderen Stelle oder an derselben Stelle im virtuellen Testumfeld ein für das Fahrerassistenzsystem veränderter Stimulus erzeugt werden kann. Vorteilhafterweise kann das Fahrerassistenzsystem dadurch eine Reaktion auf sich wiederholende und/oder an einer anderen Stelle im virtuellen Testumfeld auftretende, insbesondere gleichartige Stimuli, optimieren. Insbesondere kann dadurch ermöglicht werden, dass, insbesondere üblicherweise als ungewöhnlich wahrgenommene, Posen oder zeitliche Verläufe von, insbesondere ungewöhnlichen Posen wiederholt werden können, vorzugsweise als Stimulus oder Stimuli für das Fahrerassistenzsystem. Das Wiederholen der erfassten Bewegungsdaten im virtuellen Testfeld kann ermöglichen, dass das Fahrerassistenzsystem im Vergleich zu nicht wiederholbaren Bewegungsdaten (besser) trainiert werden kann, insbesondere mit einem Verfahren des maschinellen Lernens.

Der Variationsraum von möglichen Szenarien wird dabei im Allgemeinen durch viele Dimensionen aufgespannt, z. B. verschiedene Straßeneigenschaften, ein Verhalten von anderen Verkehrsteilnehmern, Wetterbedingungen, etc.. Durch Bewegungsdaten kann eine weitere Dimension aufgespannt werden. Aus diesem nahezu unendlichen und multidimensionalen Parameterraum ist es zum Testen der Fahrerassistenzsysteme besonders relevant, solche Parameterkonstellationen für insbesondere kritische Szenarien zu extrahieren, welche zu ungewöhnlichen oder gefährlichen Fahrsituationen führen können. Dies kann insbesondere durch die Verknüpfung der Bewegungsdaten mit dem wenigsten einen Stimulus eingegrenzt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann der Prüfling als Hardware-in-the-Loop, insbesondere als Vehicle-in-the-Loop betrieben werden.

Hierdurch kann ermöglicht werden, dass die Hardware des Prüflings auf Szenarien im virtuellen Testumfeld reagieren kann und andererseits das virtuelle Testumfeld auf die Hardware des Prüflings reagieren kann. Vorteilhafterweise kann ermöglicht werden, dass der „Loop“ in Echtzeit betrieben wird. Dadurch kann ermöglicht werden, dass die Hardware des Prüflings unter Echtzeitbedingungen insbesondere getestet und oder optimiert wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann das Erfassen mit mindestens einem, insbesondere einem visuellen, haptischen und/oder akustischen, Stimulus für das Lebewesen im Bewegungs-Erfassungs-System aus dem virtuellen Testumfeld verknüpft sein.

Ein Bewegungs-Erfassungs-System kann insbesondere derart gestaltet sein, dass ein oder mehrere, insbesondere ein Stimulus oder mehrere verschiedene Stimuli gleichzeitig dem realen Lebewesen im Bewegungs-Erfassungs-System präsentiert, bzw. eingespielt werden können. Diese können gerichtet sein, insbesondere wenn es sich um akustische Stimuli handelt, wie beispielsweise ein akustischer Reiz aus einer oder mehreren Richtungen, der für das reale Lebewesen ortbar ist oder sein kann oder im Wesentlichen nicht ortbare akustische Stimuli, wie insbesondere niederfrequente Stimuli.

Hierdurch kann ermöglicht werden, dass Bewegungsdaten geclustert werden können, insbesondere mit ihren Verknüpfungen. Dadurch kann vorteilhafterweise ein Szenario mit, insbesondere geclusterten, Bewegungsdaten abgeändert werden, um insbesondere Variationen der Testszenarien, insbesondere des virtuellen Testumfelds zu erzeugen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann das wiederholte Berücksichtigen der erfassten Bewegungsdaten, insbesondere das Wiederholen der erfassten Bewegungsdaten, ein Verändern des mindestens einen Teils der anatomischen Struktur umfassen. Alternativ oder ergänzend kann das Wiederholen der Bewegungsdaten ein Verändern des zeitlichen Verlaufs der Pose des mindestens einen Teils der anatomischen Struktur umfassen.

Hierdurch kann ermöglicht werden, dass das virtuelle Lebewesen insbesondere an verschiedene Ausprägungen des wenigstens einen Teils der anatomischen Struktur angepasst werden kann, die biologisch bei mit dem realen Lebewesen vergleichbaren realen Lebewesen auftreten können. Ferner kann durch Verändern des zeitlichen Verlaufs der Pose ermöglicht werden, dass ein Teil einer Bewegung betont, insbesondere beschleunigt oder verlangsamt, werden kann. Hierdurch kann vorteilhafterweise das Fahrerassistenzsystem auf insbesondere verschiedene Ausprägungen einer Bewegung, insbesondere eines zeitlichen Verlaufs einer Pose, insbesondere trainiert werden und/oder optimiert werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung kann ein Verändern des mindestens einen Teils der anatomischen Struktur basierend auf dem empirischen Quantil des Teils der anatomischen Struktur durchgeführt werden.

Hierdurch kann ermöglicht werden, dass ein Szenario, insbesondere an die Ausprägungen des wenigstens einen Teils der anatomischen Struktur gemäß eines empirischen Quantils von realen Lebewesen angepasst werden kann, insbesondere gemäß eines entsprechenden Perzentils des wenigstens einen Teils der anatomischen Struktur. Hierdurch kann insbesondere ermöglicht werden, dass mit einer Erfassung von Bewegungsdaten insbesondere eine Vielzahl an virtuellen Lebewesen erzeugt werden kann, insbesondere für ein Szenario und/oder eine Vielzahl von Szenarien.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann ein Zeitverlauf des virtuellen Testumfelds beim wiederholten Berücksichtigen, insbesondere beim Wiederholen, der Bewegungsdaten schneller oder langsamer als der zeitliche Verlauf der Bewegungsdaten oder schneller oder langsamer als Echtzeit sein. Hierdurch kann insbesondere ermöglicht werden, dass, wenn der Zeitverlauf langsamer als Echtzeit ist, beispielsweise rechenaufwändige Simulationen durchgeführt werden können, insbesondere Finite Elemente Simulationen zur Strukturoptimierung, numerische Strömungsmechanik Simulationen zur Formoptimierung oder Thermodynamische Simulationen zur Systemoptimierung.

Hierdurch wird ermöglicht, dass insbesondere ein besseres Verständnis des Szenarios im Testumfeld erreicht werden kann und/oder eine Abstimmung oder Einstellung des Fahrerassistenzsystem verbessert werden kann. Ferner können hierdurch insbesondere mechanische und/oder konstruktive Ausgestaltungen/Veränderungen am Ego-Objekt in Bezug auf Lebewesen erprobt und/oder insbesondere durch Simulation(en) getestet werden. Ferner kann durch einen veränderbaren Zeitverlauf des virtuellen Testumfelds insbesondere ermöglicht werden, dass, wenn der Zeitverlauf schneller als Echtzeit ist, eine Vielzahl an Szenarien geprüft werden kann, insbesondere eine Vielzahl an Variationen eines Szenarios, insbesondere mit Veränderungen des zeitlichen Verlaufs der Pose eines virtuellen Lebewesens.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann das wiederholte Berücksichtigen, insbesondere das Wiederholen, ferner umfassen: wiederholtes Berücksichtigen, insbesondere Wiederholen, von zweiten erfassten Bewegungsdaten, die sich von den ersten erfassten Bewegungsdaten unterscheiden, beim Erzeugen des virtuellen Testumfelds.

Hierdurch kann insbesondere ermöglicht werden, dass Wiederholungen in Bewegungsabläufen mit unterschiedlichen Komponenten mit in das Szenario eingebracht werden können. Insbesondere kann eine Geste mit einer weiteren Geste in unterschiedlichen Zusammenstellungen wiederholt werden. Hierdurch kann ermöglicht werden, dass insbesondere das Fahrerassistenzsystem nicht auf einen bestimmten

zeitlichen Verlauf einer Pose trainiert, bzw. optimiert wird, sondern dass das Fahrerassistenzsystem insbesondere auch mit unterschiedlichen zeitlichen Verläufen von Posen konfrontiert wird und insbesondere entsprechend optimiert werden kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann das Verfahren ferner, insbesondere folgende Arbeitsschritte, aufweisen: Ermitteln von Übergangsdaten von den ersten erfassten Bewegungsdaten zu den zweiten erfassten Bewegungsdaten, wobei die Übergangsdaten einen zeitlichen und/oder räumlichen Übergang von den ersten erfassten Bewegungsdaten zu den zweiten erfassten Bewegungsdaten beschreiben. Ferner kann das Verfahren umfassen:

Wiedergeben der Übergangsdaten zeitlich zwischen den ersten erfassten Bewegungsdaten und den zweiten erfassten Bewegungsdaten im virtuellen Testumfeld.

Hierdurch kann insbesondere ermöglicht werden, dass Bewegungsdaten, die an sich nicht zusammenhängende zeitliche Verläufe eine Pose repräsentieren im virtuellen Testumfeld kombiniert wiedergegeben werden können und/oder dargestellt werden können. Insbesondere kann hierdurch ermöglicht werden, dass Bewegungsdaten die nicht zusammenhängend im Bewegungs-Erfassungs-System erfasst wurden und/oder aufgezeichnet wurden, kombiniert werden können. Vorteilhafterweise kann hierdurch ermöglicht werden, dass die Bewegungsdaten von verschiedenen realen Lebewesen miteinander kombiniert werden können, insbesondere aus einer Kombination von zwei oder mehr Bewegungsdaten zu einer, insbesondere für einen Beobachter und/oder der virtuellen Repräsentation eines Fahrzeugs, insbesondere für das Ego-Objekt, das wenigstens teilweise als Prüfling auf einem Prüfstand betrieben wird, im virtuellen Testumfeld, Gesamtbewegung eines virtuellen Lebewesens im virtuellen Testumfeld.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst das Verfahren, dass die ersten erfassten Bewegungsdaten und die zweiten erfassten Bewegungsdaten randomisiert kombiniert werden können.

Hierdurch kann insbesondere ermöglicht werden, dass das Fahrerassistenzsystem auf, insbesondere ungewöhnliche, Bewegungen, die aus insbesondere ersten erfassten

Bewegungsdaten und zweiten erfassten Bewegungsdaten randomisiert kombiniert sind, optimiert und/oder trainiert werden kann. Alternativ können die ersten erfassten Bewegungsdaten und die zweiten erfassten Bewegungsdaten basierend auf Kombinationen von den ersten erfassten Bewegungsdaten und den zweiten erfassten Bewegungsdaten kombiniert werden, insbesondere kann die Kombination der ersten erfassten Bewegungsdaten und der zweiten erfassten Bewegungsdaten auf maschinellem Lernen basieren. Insbesondere kann maschinelles Lernen ermöglichen, dass erste Bewegungsdaten und zweite Bewegungsdaten in einer Art und Weise kombiniert werden, die einer natürlichen Bewegung des realen Lebewesens entsprechen. Vorteilhafterweise können hierdurch insbesondere Bewegungsdaten kombiniert werden, die an unterschiedlichen Orten mit Bewegungs-Erfassungssystemen erfasst worden sind und insbesondere unterschiedlichen, insbesondere aber der gleichen Spezies angehörenden, realen Lebewesen zugeordnet sind. Insbesondere kann das Verfahren umfassen, dass erfasste Bewegungsdaten von unterschiedlichen realen Lebewesen in der Art und Weise angepasst werden können, dass die erfassten Bewegungsdaten im virtuellen Testumfeld als Bewegungsdaten des virtuellen Lebewesens dargestellt werden können und insbesondere in der Art und Weise angepasst sind, dass die Bewegungsdaten den anatomischen Gegebenheiten des virtuellen Lebewesens entsprechen. Dies kann insbesondere durch ein Verfahren des maschinellen Lernens erfolgen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann das Verfahren ferner umfassen, dass ein Testingenieur eine Wiederholung von erfassten Bewegungsdaten auslösen kann. Hierdurch kann ermöglicht werden, dass ein Testingenieur in das virtuelle Testumfeld eingreifen kann und/oder ein Szenario individuell ändern, anpassen und/oder manipulieren kann. Dies kann insbesondere zeitlich und oder räumlich sein.

Ein Testingenieur im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise ein Ingenieur, der sich mittels eines Systems der virtuellen Realität (englisch: „virtual reality“), der erweiterten Realität (englisch: „augmented reality“) oder der gemischten Realität (englisch: „mixed reality“) im virtuellen Testumfeld bewegen und/oder eingreifen kann. Der Testingenieur kann

insbesondere Objekte im Szenario platzieren, entfernen und/oder manipulieren, insbesondere sowohl zeitlich als auch räumlich.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann das Aufzeichnen des Szenarios Parameter des Szenarios, je nach Art des zu testenden Fahrerassistenzsystems, aus der folgenden Gruppe ausgewählt, umfassen: Geschwindigkeit, insbesondere eine initiale Geschwindigkeit, des Fahrzeugs; Trajektorie des Fahrzeugs; Lichtverhältnisse; Witterung; Fahrbahnbeschaffenheit; Anzahl und Position statischer und/oder dynamischer Objekte, insbesondere virtueller Lebewesen, weiter insbesondere in Bezug auf das Fahrzeug; Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung der dynamischen Objekte, insbesondere Bewegungsdaten der virtuellen Lebewesen; Zustand von Signalanlagen, insbesondere von Lichtsignalanlagen; Verkehrszeichen; vertikale Elevation, Breite und/oder Befahrbarkeit von Fahrspuren, Fahrspurenverlauf, Anzahl der Fahrspuren; kritische Infrastruktur wie z.B. sichtbehindernde Bauwerksteile.

Die im Vorhergehenden beschriebenen Merkmale und Vorteile in Bezug auf den ersten Aspekt der Erfindung gelten entsprechend auch für die weiteren Aspekte der Erfindung und umgekehrt.

Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Bezug auf die Figuren. Es zeigen wenigstens teilweise schematisch:

Figur 1a: ein Blockdiagramm eines ersten Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zum Betreiben eines Prüfstands;

Figur 1b: ein Blockdiagramm eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zum Betreiben eines Prüfstands;

Figur 3: ein Beispiel zu Szenarien im virtuellen Testumfeld;

Figur 4: ein Ausführungsbeispiel eines Systems zum Betreiben eines Prüfstandes; und

Figuren 5a bis 5e: Ausführungsbeispiele verschiedener Komponenten eines Systems zum Betreiben eines Prüfstands und des Prüfstands.

Figur 1 zeigt ein Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens 100 zum Betreiben eines Prüfstands 1 für ein Fahrzeug.

Arbeitsschritt 101 bezieht sich dabei auf das Erzeugen eines virtuellen Testumfelds, Arbeitsschritt 102 auf das Stimulieren eines realen Lebewesens, Arbeitsschritt 103 auf das Erfassen von Bewegungsdaten und Arbeitsschritt 104 auf das Aufzeichnen der erfassten Bewegungsdaten.

Das Verfahren 100 kann nach einem Ausführungsbeispiel, wie dargestellt, wiederholt werden, sodass insbesondere neue und/oder geänderte Testszenarien zum Testen eines Fahrerassistenzsystems erzeugt werden können.

Das Verfahren 100 umfasst insbesondere das Stimulieren 102 eines realen Lebewesens auf der Grundlage des erzeugten virtuellen Umfelds, das Erfassen 103 von Bewegungsdaten mit einem Bewegungs-Erfassungs-System, und Aufzeichnen, insbesondere Speichern, 104 der erfassten Bewegungsdaten, wobei die erfassten Bewegungsdaten mit wenigstens einem Stimulus für das reale Lebewesen 2 im Bewegungs-Erfassungs-System 12 aus dem virtuellen Testumfeld verknüpft sind.

Gestrichelt sind in Figur 1 der Arbeitsschritt des Ermittelns 105 von Übergangsdaten, der Arbeitsschritt des Wiedergebens 106 von Übergangsdaten und der Arbeitsschritt des wiederholten Berücksichtigens 107 von Bewegungsdaten, insbesondere mit Übergangsdaten, dargestellt. Das Verfahren kann insbesondere, wie dargestellt, teilweise oder zumindest im Wesentlichen in seiner Gesamtheit wiederholt werden. Insbesondere können auf diese Weise verschiedenen Szenarien zum Testen und/oder Optimieren eines Fahrerassistenzsystems erzeugt und ein Prüfstand entsprechend betrieben werden. Die gestrichelt dargestellten Arbeitsschritte sind optional.

Figur 2 zeigt ein Blockdiagramm eines weiteren Verfahrens 200 zum Betreiben eines Prüfstands.

In Arbeitsschritt 201 wird ein virtuelles Testumfelds erzeugt. In Arbeitsschritt 202 werden Bewegungsdaten, insbesondere mit einem Bewegungs-Erfassungs-System erfasst und in Arbeitsschritt 203 ein Szenario aufgezeichnet. Arbeitsschritte 204, 205, 206 entsprechen den Arbeitsschritten 105, 106, 107 des Verfahrens 100 und sind optional und daher gestrichelt dargestellt, wobei in den Arbeitsschritten Übergangsdaten ermittelt werden, Übergangsdaten wiedergegeben werden und Bewegungsdaten wiederholt berücksichtigt werden.

Das Verfahren 200 gemäß Figur 2 unterscheidet sich von dem Verfahren 100 gemäß Figur 1 im Wesentlichen dadurch, dass Szenariendaten aufgezeichnet werden, welche ein Szenario charakterisieren. Mittels einer Schnittstelle 22, insbesondere einer Benutzerschnittstelle wie einem Bewegungs-Erfassungs-Systems, werden Bewegungsdaten erfasst und zusammen mit den Reaktionen des Fahrerassistenzsystems wiederum beim Erzeugen des virtuellen Testumfelds berücksichtigt.

Vorzugsweise kann das Verfahren 200 auch auf der Grundlage des Verfahrens 100 betrieben werden, wobei die in dem Verfahren 100 erfassten Bewegungsdaten übergeben werden.

In **Fig. 3** ist ein beispielhaftes virtuelles Testumfeld dargestellt, welches von den Verfahren 100, 200 zum Betreiben eines Prüfstands erzeugt werden kann.

Ein durch ein Fahrerassistenzsystem gesteuertes virtuelles Fahrzeug 3' fährt auf dem rechten Fahrstreifen. Darüber hinaus sind neben dem Fahrstreifen weitere Fahrzeuge 5b, 5c, 5d geparkt, durch welche der virtuelle Fußgänger 2' für die Sensoren des Fahrerassistenzsystems nicht oder nur schlecht erfassbar ist.

Neben dem virtuellen Fußgänger 2' und den geparkten Fahrzeugen 5b, 5c, 5d befindet sich im Umfeld des durch das Fahrerassistenzsystem gesteuerten Fahrzeugs 3', auch Ego-Fahrzeug, ein weiteres Fahrzeug 5a, welches dem durch das Fahrerassistenzsystem gesteuerten Fahrzeug 3' auf dem anderen Fahrstreifen entgegenkommt.

Hinter diesem weiteren Fahrzeug 5a fährt ein Motorradfahrer 4. Ob dieser im Umfeld des durch das Fahrerassistenzsystem gesteuerten virtuellen Fahrzeugs 3' wahrnehmbar ist, lässt sich aus Figur 3 nicht deuten. In dem dargestellten Testumfeld wird der Motorradfahrer 4 versuchen, das weitere Fahrzeug 5a auf der anderen Fahrspur zu überholen. Gleichzeitig überquert der virtuelle Fußgänger 2' in dem dargestellten Szenario die Straße.

Je nachdem, wie das Fahrerassistenzsystem in dem Testumfeld reagiert oder agiert, d. h., welches Fahrverhalten das Fahrerassistenzsystem in dem Testumfeld des virtuellen Fahrzeugs 3' zeigt, wird sich ein Szenario ergeben, das gefährlich oder weniger gefährlich ist.

In **Fig. 4** ist ein Ausführungsbeispiel eines Systems 10 zum Betreiben eines Prüfstands 1 mit virtuellen Testumfeld dargestellt.

Dieses System 10 weist vorzugsweise Simulationsmittel 11 zum Erzeugen eines virtuellen Testumfelds mit wenigstens einem virtuellen Lebewesen 2' und wenigstens einem virtuellen Fahrzeug 3' auf.

Um einen virtuelles Lebewesen 2', im gezeigten Beispiel eines Fußgängers, als Verkehrsteilnehmer 2' durch einen ersten Benutzer 2 steuerbar zu machen, kann das System 10 des Weiteren eine erste Benutzerschnittstelle 13 und vorzugsweise eine zweite Benutzerschnittstelle 12 aufweisen.

Die wenigstens eine erste Benutzerschnittstelle 13 kann zum Ausgeben eines virtuellen Umfelds des virtuellen Fußgängers 2' an einen ersten Benutzer 2 dienen. Bei der Benutzerschnittstellen 13 kann es sich um Stimulationsmittel wie eine optische Benutzerschnittstelle, insbesondere ein Head-mounted-Device oder einen Bildschirm, und/oder Audio-Schnittstellen wie Lautsprecher und gegebenenfalls Vorrichtungen, mit welchen der Gleichgewichtssinn des jeweiligen Benutzers beeinflusst werden kann, handeln.

Die zweite Benutzerschnittstelle 12 ist vorzugsweise eingerichtet, um Eingaben des jeweiligen Benutzers 2 zu erfassen. Hierbei handelt es sich vorzugsweise um ein

Bewegungs-Erfassungs-System 12, welches die Posen und Bewegungen des Benutzers 2 über verschiedene Sensoren und beispielsweise ein Laufband erfassen kann.

Des Weiteren weist das System 10 vorzugsweise Speichermittel 14 zum Aufzeichnen der erfassten Bewegungsdaten auf.

Ferner weist das System 10 vorzugsweise einen Datenspeicher 15 zum Bereitstellen von Szenariendaten auf, welche ein Szenario charakterisieren, in welchem sich der virtuelle Fußgänger 2' befindet.

Die Simulationsmittel 11 sind vorzugsweise eingerichtet, um ein virtuelles Testumfeld eines virtuellen Fahrzeugs 3' auf der Grundlage der Szenariendaten zu simulieren. Des Weiteren sind die Simulationsmittel 11 vorzugsweise auch eingerichtet, um dieses Umfeld zu rendern.

Eine Schnittstelle 6 des Prüfstands 1 ist schließlich eingerichtet, um das virtuelle Testumfeld an ein Fahrerassistenzsystem des Fahrzeugs 3 auszugeben. Eine solche Schnittstelle 6 kann, wenn das Fahrerassistenzsystem eine optische Kamera K aufweist, ein Bildschirm sein, wie in Fig. 4 dargestellt.

Die Mittel 11 zum Simulieren berechnen auf der Grundlage eines erfassten Signals S und des simulierten Umfelds ein Antwortsignal S', welches wiederum an die Kamera K des Fahrerassistenzsystems ausgegeben wird. Auf diese Weise kann die Funktion des Fahrerassistenzsystems getestet werden. Das Antwortsignal S' kann auch über einen Radar-Stimulator an ein Radar eines Fahrerassistenzsystems ausgegeben werden. Weitere Umfelder können für ein Lidar, ein Ultraschall oder eine Infrarotkamera simuliert werden.

Je nachdem, welche Komponenten eines Fahrerassistenzsystems getestet werden sollen, kann das simulierte virtuelle Testumfeld, wie in Fig. 4 gezeigt, durch Emulation von Signalen an den Sensor K des Fahrerassistenzsystems ausgegeben werden. Alternativ kann aber auch ein Signal erzeugt werden, welches direkt in die Datenverarbeitungseinheit des Fahrerassistenzsystems eingespeist wird oder auch ein

Signal, welches lediglich durch die Software des Fahrerassistenzsystems verarbeitet wird.

Vorzugsweise sind das Speichermittel 14 und die Mittel zum Simulieren 11 Teil einer Datenverarbeitungseinrichtung.

Figuren 5a bis 5e zeigen Ausführungsbeispiele für ein System 10 mit einem Bewegungs-Erfassungs-System 12, wobei das System 10 insbesondere beim Arbeitsschritt des Erfassens 103, 202 von Bewegungsdaten gezeigt ist, in welchem Bewegungen des Fußgängers 2 über Sensoren erfasst werden.

In Figur 5a ist als reales Lebewesen 2 ein Fußgänger derart ausgestattet, dass seine Bewegungen, insbesondere die Bewegungen von Teilen seiner Anatomie, aufgezeichnet werden können.

Der dargestellte Mensch befindet sich auf einem Laufband, mit dem insbesondere Bewegungsabläufe beim Fortbewegen simuliert werden können. Weiterhin kann insbesondere der zeitliche Verlauf einer Pose (des wenigstens einen Teils einer anatomischen Struktur) erfasst und/oder aufgezeichnet werden.

Dieser zeitliche Verlauf einer Pose kann als Bewegungsdaten erfasst werden und/oder aufgezeichnet werden. Diese Bewegungsdaten können dann, wie in Figur 5b dargestellt, auf ein virtuelles Lebewesen 2', insbesondere einen Avatar, übertragen werden. Das virtuelle Lebewesen 2' führt dann die gleichen oder zumindest im Wesentlichen dieselben Bewegungen aus wie das reale Lebewesen 2. Mit anderen Worten können die vom realen Lebewesen 2 erfassten Bewegungsdaten auf ein virtuelles Lebewesen 2', insbesondere einen Avatar übertragen werden, sodass der Avatar die gleichen Bewegungen ausführt wie das reale Lebewesen 2.

Das virtuelle Lebewesen 2' wird beim Arbeitsschritt Erzeugen 101, 201 eines virtuellen Testumfelds so in das Testumfeld eingebettet, dass das virtuelle Lebewesen 2', insbesondere der Avatar, im virtuellen Testumfeld zumindest im Wesentlichen den gleichen zeitlichen Verlauf an Posen repräsentiert.

In Fig. 5c ist ein beispielhaftes virtuelles Testumfeld gezeigt, das einen Zebrastreifen, zwei Fahrbahnen, wobei auf der gegenläufigen Fahrbahn einen Bus und ein dahinter angeordnetes weiteres Fahrzeug angeordnet sind, sowie einen virtuellen Fußgänger^{2'} am Beginn des Zebrastreifens, der über die Fahrbahn des Ego-Fahrzeugs führt. Ferner sind in dem dargestellten virtuellen Testumfeld vom Fahrerassistenzsystem bereits bekannte, bzw. erkannte Objekte umrahmt.

Die Sicht des virtuellen Fußgängers ^{2'} korreliert mit der Sicht des realen Menschen 2 im Bewegungs-Erfassungs-System 12, wobei dem Menschen 2 diese Sicht insbesondere mit einer Brille der erweiterten Realität (englisch: „augmented reality“), einer Brille für virtuelle Realität (englisch: „virtual reality“) oder einer Brille für gemischte Realität (englisch: „mixed reality“) dargestellt werden kann (in Fig. 5c nicht gezeigt).

Das reale Lebewesen 2 kann dann auf die Situation, respektive das Szenario im virtuellen Testumfeld reagieren und diese Reaktion wird wiederum im virtuellen Testumfeld durch die erfassten Bewegungsdaten des realen Lebewesens 2 mit dem virtuellen Lebewesen ^{2'} dargestellt.

In Fig. 5d ist eine Projektion des virtuellen Testumfelds für Sensoren, insbesondere Kamerasensoren, des Prüflings 3 auf einem Prüfstand 1 mittels eines Bildschirms 6 gezeigt. Im dort dargestellten Testumfeld ist das virtuelle Lebewesen ^{2'} auf der Fahrbahn zu erkennen.

Das Testumfeld kann, wie in Fig. 5e als ein Ausführungsbeispiel dargestellt, einem Prüfling 3 präsentiert werden, sodass ein mit dem Prüfling 3 assoziiertes Fahrerassistenzsystem das virtuelle Lebewesen ^{2'} mittels seiner Sensoren erfassen kann. Dazu zeigt Fig. 5e einen Teil eines realen Fahrzeugs als Prüfling 3 auf einem Prüfstand 1, sowie vor dem Fahrzeug 3 angeordnet eine Projektion 6 des virtuellen Testumfelds aus der Perspektive des virtuellen Fahrzeugs ^{3'}.

Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den Ausführungsbeispielen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutzbereich, die Anwendung und den Aufbau in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende

Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung mindestens eines Ausführungsbeispiels gegeben, wobei diverse Änderungen, insbesondere im Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile, vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich zu verlassen, wie er sich aus den Ansprüchen und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen ergibt.

ANSPRÜCHE

1. Verfahren (100) zum Betreiben eines Prüfstands (1) für Fahrzeuge mittels Simulationsmitteln (11) und einem Bewegungs-Erfassungs-System (12), folgende Arbeitsschritte aufweisend:

Erzeugen (101) eines virtuellen Testumfelds mit wenigstens einem virtuellen Lebewesen (2') und wenigstens einem virtuellen Fahrzeug (3') mittels der Simulationsmittel (11), wobei eines der virtuellen Lebewesen (3') eine virtuelle Repräsentation eines realen Lebewesens (3) ist und wobei eines der virtuellen Fahrzeuge (3') eine virtuelle Repräsentation eines Fahrzeugs (3) mit einem Fahrerassistenzsystem ist, wobei zusätzlich wenigstens Teile des Fahrzeugs (3) als realer Prüfling auf dem Prüfstand (1) betrieben werden, wobei das Fahrerassistenzsystem auf der Grundlage des virtuellen Testumfelds betrieben, insbesondere stimuliert, wird;

Stimulieren (102) des realen Lebewesens (2) in dem Bewegungs-Erfassungs-System (12) auf der Grundlage des erzeugten virtuellen Umfelds mittels eines Stimulus;

Erfassen (103) von Bewegungsdaten mittels des Bewegungs-Erfassungs-Systems (12), wobei die Bewegungsdaten einen zeitlichen Verlauf der Pose des mindestens einen Teils einer anatomischen Struktur des realen Lebewesens (2) beschreiben; und

Aufzeichnen (104) der erfassten Bewegungsdaten.

2. Verfahren (100) nach Anspruch 1, wobei die erfassten Bewegungsdaten mit dem Stimulus für das reale Lebewesen (2) in dem Bewegungs-Erfassungs-System (12) verknüpft sind, und der zu den erfassten Bewegungsdaten dazugehörige Stimulus ebenfalls gespeichert wird.

3. Verfahren (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erfassten Bewegungsdaten und eine Reaktion des Fahrerassistenzsystems auf die erfassten Bewegungsdaten beim Erzeugen des virtuellen Testumfelds berücksichtigt werden.

4. Verfahren (200) zum Betreiben eines Prüfstands (1) für Fahrzeuge, insbesondere nach Anspruch 1 oder 2, folgende Arbeitsschritte aufweisend:

Erzeugen (201) eines virtuellen Testumfelds mit wenigstens einem virtuellen Lebewesen (2') und wenigstens einem virtuellen Fahrzeug (3') mittels Simulationsmitteln (21), wobei eines der virtuellen Lebewesen (2') eine virtuelle Repräsentation eines realen Lebewesens (2) ist und eines der virtuellen Fahrzeuge (3') eine virtuelle Repräsentation eines Fahrzeugs (3) mit einem Fahrerassistenzsystem ist, wobei wenigstens Teile des Fahrzeugs (3) als realer Prüfling auf einem Prüfstand (1) betrieben werden und wobei das Fahrerassistenzsystem auf der Grundlage des virtuellen Testumfelds betrieben, insbesondere stimuliert, wird;

Erfassen (202) von Bewegungsdaten, insbesondere mittels des Bewegungs-Erfassungs-Systems (22) (Engl: Motion Capture System), wobei die Bewegungsdaten einen zeitlichen Verlauf der Pose des mindestens einen Teils einer anatomischen Struktur des realen Lebewesens (3) beschreiben; und

Aufzeichnen (203) eines Szenarios, welches durch eine Reaktion des Fahrerassistenzsystems auf die erfassten Bewegungsdaten entsteht;

wobei die erfassten Bewegungsdaten und eine Reaktion des Fahrerassistenzsystems auf die erfassten Bewegungsdaten beim Erzeugen des virtuellen Testumfelds berücksichtigt werden.

5. Verfahren (200) nach Anspruch 4, wobei das aufgezeichnete Szenario mit den erfassten Bewegungsdaten verknüpft ist und die zu dem entstandenen Szenario dazugehörigen Bewegungsdaten ebenfalls gespeichert werden.
6. Verfahren (100, 200) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei erfasste Bewegungsdaten beim Erzeugen des virtuellen Testumfelds wiederholt berücksichtigt werden.
7. Verfahren (100, 200) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Prüfling (3) als Hardware-in-the-Loop, insbesondere als Vehicle-in-the-Loop betrieben wird.
8. Verfahren (100, 200) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das wiederholte Berücksichtigen der erfassten Bewegungsdaten ein Verändern des mindestens einen Teils der anatomischen Struktur und/oder ein Verändern des zeitlichen Verlaufs der Pose des mindestens einen Teils der anatomischen Struktur umfasst.
9. Verfahren (100, 200) nach Anspruch 8, wobei ein Verändern des mindestens einen Teils der anatomischen Struktur basierend auf dem empirischen Quantil des Teils der anatomischen Struktur durchgeführt wird.
10. Verfahren (100, 200) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei ein Zeitverlauf des virtuellen Testumfelds beim wiederholten Berücksichtigen der

Bewegungsdaten schneller oder langsamer als der zeitliche Verlauf der Bewegungsdaten oder schneller oder langsamer als Echtzeit ist.

11. Verfahren (100, 200) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, des Weiteren den folgenden Arbeitsschritt aufweisend:

wiederholtes Berücksichtigen (107, 206) von zweiten erfassten Bewegungsdaten, die sich von den ersten erfassten Bewegungsdaten unterscheiden, beim Erzeugen des virtuellen Testumfelds.

12. Verfahren (100, 200) nach Anspruch 11, wobei das Verfahren des Weiteren die folgenden Arbeitsschritte aufweist:

Ermitteln (105, 204) von Übergangsdaten von den ersten erfassten Bewegungsdaten zu den zweiten erfassten Bewegungsdaten, wobei die Übergangsdaten einen zeitlichen und/oder räumlichen Übergang von den ersten erfassten Bewegungsdaten zu den zweiten erfassten Bewegungsdaten beschreiben; und

Wiedergeben (106, 205) der Übergangsdaten zeitlich zwischen den ersten erfassten Bewegungsdaten und den zweiten erfassten Bewegungsdaten beim Erzeugen des virtuellen Testumfelds.

13. Verfahren (100, 200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 11 oder 12, wobei die ersten erfassten Bewegungsdaten und die zweiten erfassten Bewegungsdaten randomisiert kombiniert werden
oder

wobei die ersten erfassten Bewegungsdaten und die zweiten erfassten Bewegungsdaten basierend auf Kombinationen von den ersten erfassten Bewegungsdaten und den zweiten erfassten Bewegungsdaten kombiniert werden, insbesondere wobei die Kombination der ersten erfassten Bewegungsdaten und der zweiten erfassten Bewegungsdaten auf maschinellern Lernen basiert.

14. Verfahren (100, 200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 11 bis 13, wobei ein Testingenieur eine Wiederholung von erfassten Bewegungsdaten auslösen kann.
15. Computerprogramm oder Computerprogrammprodukt, wobei das Computerprogramm oder Computerprogrammprodukt, insbesondere auf einem computerlesbaren und/oder nicht-flüchtigen Speichermedium gespeicherte, Anweisungen enthält, die bei der Ausführung durch einen oder mehrere Computer diese dazu veranlassen, ein Verfahren (100, 200) nach einem der Ansprüche 1 bis 14 durchzuführen.
16. System (10) zum Betreiben eines Prüfstands (1) für Fahrzeuge, aufweisend:

Simulationsmittel (11), eingerichtet zum Erzeugen eines virtuellen Testumfelds mit wenigstens einem virtuellen Lebewesen (2') und wenigstens einem virtuellen Fahrzeug (3'), wobei eines der virtuellen Lebewesen (2') eine virtuelle Repräsentation eines realen Lebewesens (2) ist und wobei eines der virtuellen Fahrzeuge (3') eine virtuelle Repräsentation eines Fahrzeugs mit dem Fahrerassistenzsystem ist, wobei zusätzlich wenigstens Teile des Fahrzeugs (3) als realer Prüfling auf dem Prüfstand (1) betrieben werden, und zum Betreiben,

insbesondere Stimulieren, des Fahrerassistenzsystems auf der Grundlage des virtuellen Testumfelds;

ein Bewegungs-Erfassungs-System (12) zum Erfassen von Bewegungsdaten, wobei die Bewegungsdaten einen zeitlichen Verlauf der Pose des mindestens einen Teils einer anatomischen Struktur des realen Lebewesens (2) beschreiben;

Stimulationsmittel (13), eingerichtet zum Stimulieren des realen Lebewesens (2) in dem Bewegungs-Erfassungs-System (12) auf der Grundlage des erzeugten virtuellen Umfelds mittels eines Stimulus; und

Speichermittel (14) zum Aufzeichnen der erfassten Bewegungsdaten.

17. System (10) zum Betreiben eines Prüfstands (1) für Fahrzeuge, insbesondere nach Anspruch 16, aufweisend:

Simulationsmittel (11), eingerichtet zum Erzeugen eines virtuellen Testumfelds mit wenigstens einem virtuellen Lebewesen (2) und wenigstens einem virtuellen Fahrzeug (3), wobei eines der virtuellen Lebewesen (2) eine virtuelle Repräsentation eines realen Lebewesens ist und wobei eines der virtuellen Fahrzeuge (3') eine virtuelle Repräsentation eines Fahrzeugs (3) mit dem Fahrerassistenzsystem ist, wobei das Fahrzeug (3) zusätzlich wenigstens teilweise als realer Prüfling auf dem Prüfstand betrieben wird und zum Betreiben, insbesondere Stimulieren, des Fahrerassistenzsystems auf der Grundlage des virtuellen Testumfelds;

ein Mittel (12), insbesondere ein Bewegungs-Erfassungs-System oder eine Schnittstelle, eingerichtet zum Erfassen von Bewegungsdaten, wobei die Bewegungsdaten einen zeitlichen Verlauf der Pose des mindestens einen Teils einer anatomischen Struktur des realen Lebewesens (2) beschreiben; und

Speichermittel (14) zum Aufzeichnen eines Szenarios, welches durch eine Reaktion des Fahrerassistenzsystems auf die erfassten Bewegungsdaten entsteht;

wobei die erfassten Bewegungsdaten und eine Reaktion des Fahrerassistenzsystems auf das virtuelle Lebewesen (2') beim Erzeugen des virtuellen Testumfelds berücksichtigt werden.

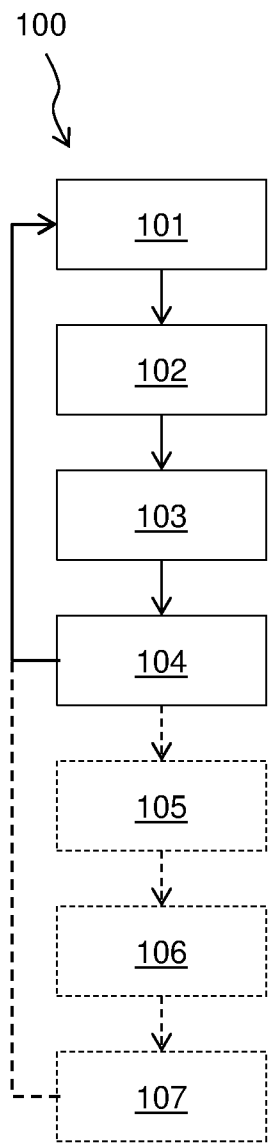


Fig. 1

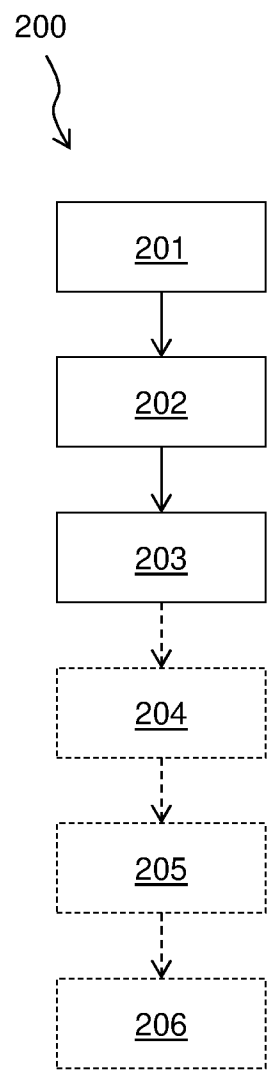


Fig. 2

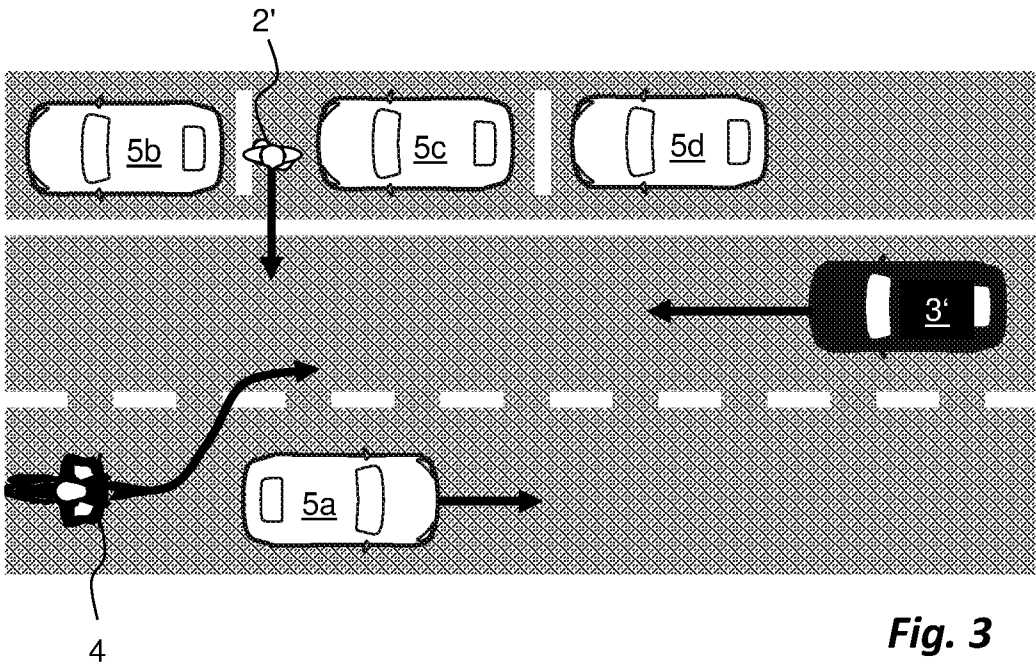


Fig. 3

3/5

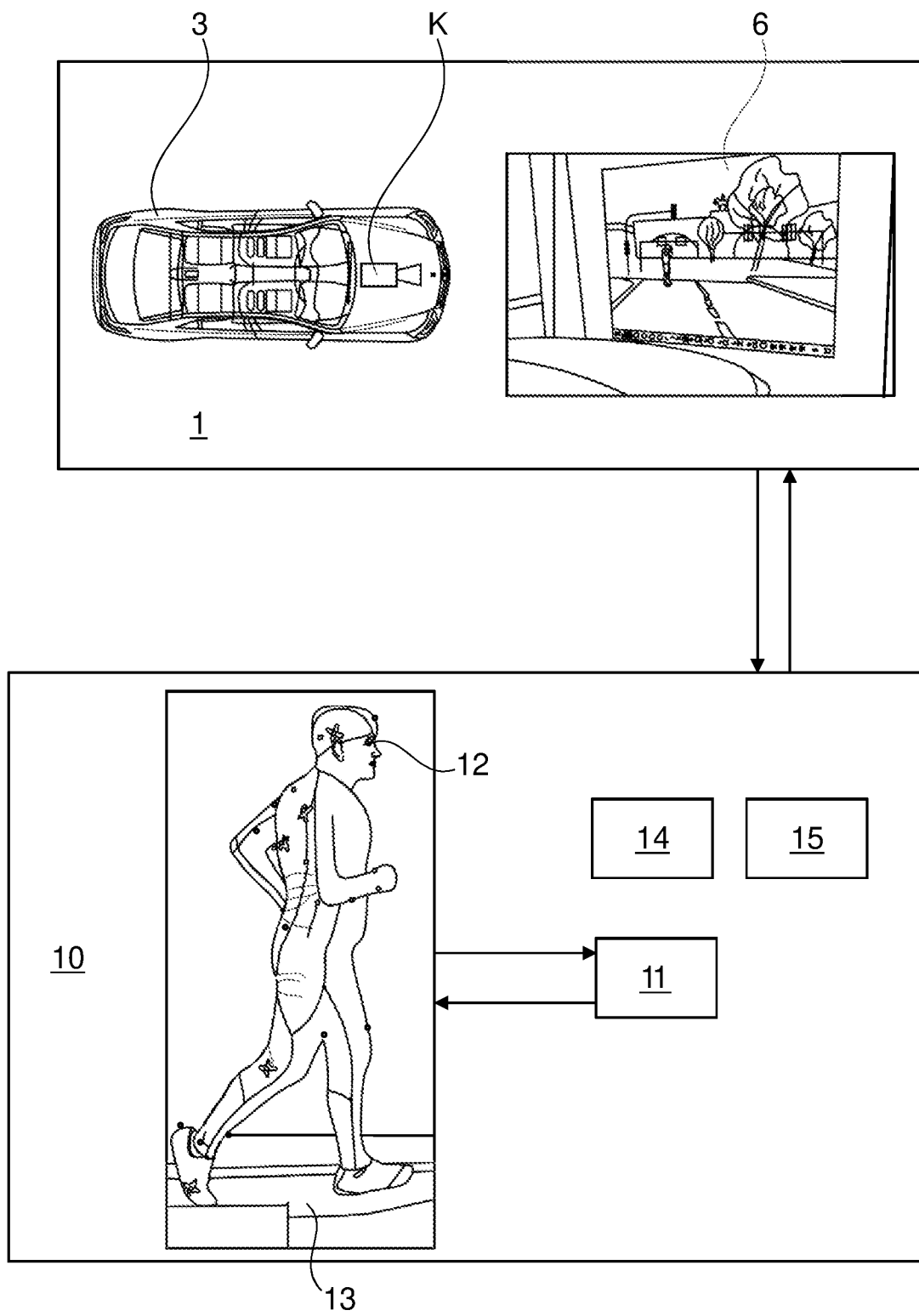


Fig. 4

4/5

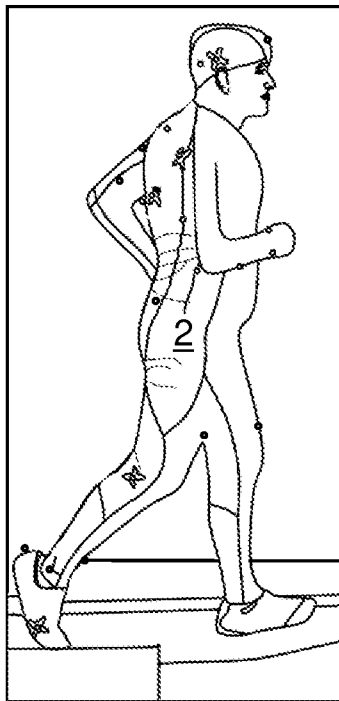


Fig. 5a

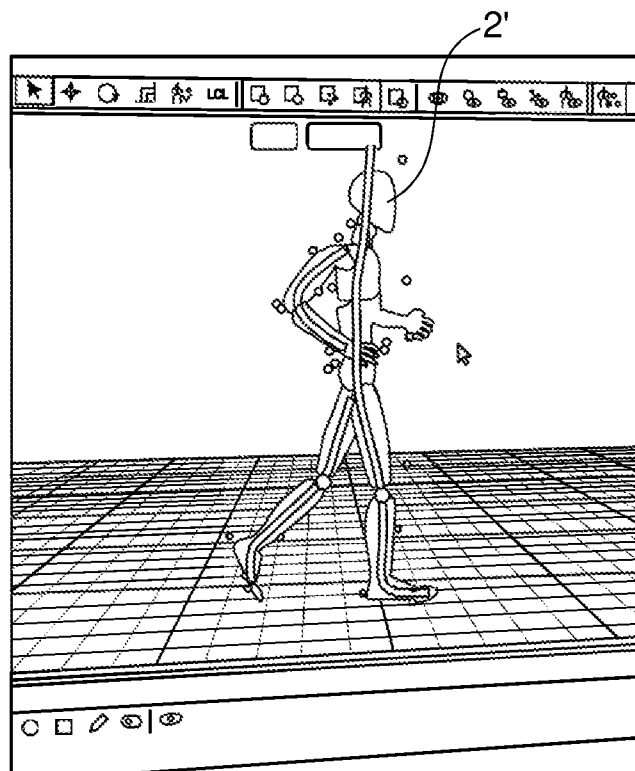


Fig. 5b

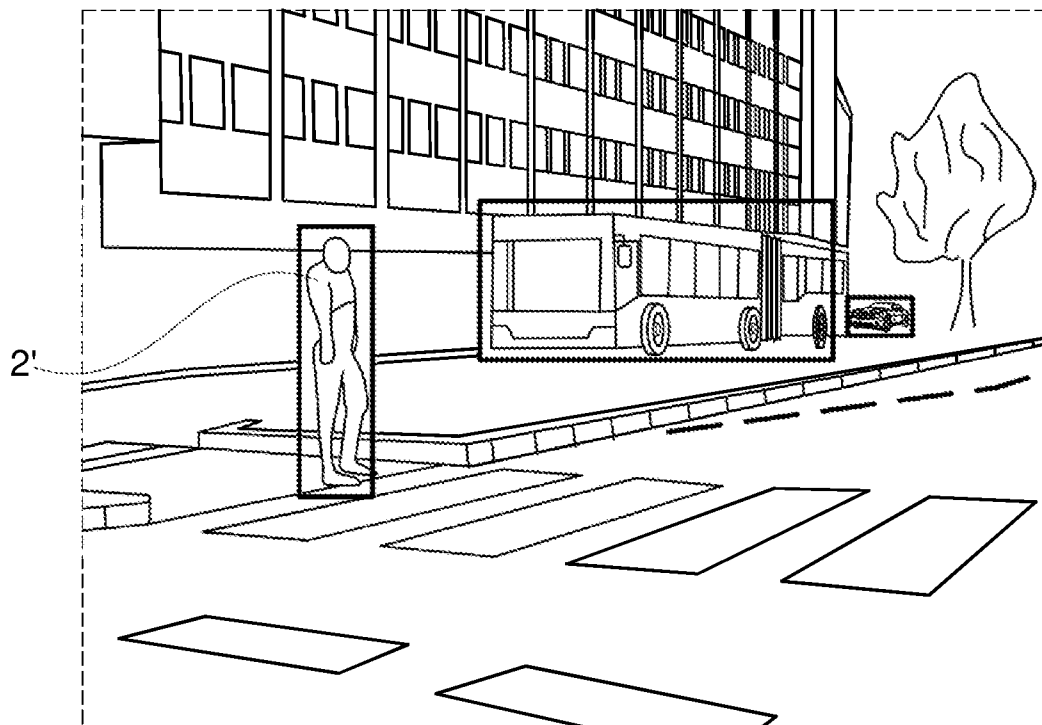


Fig. 5c

5/5

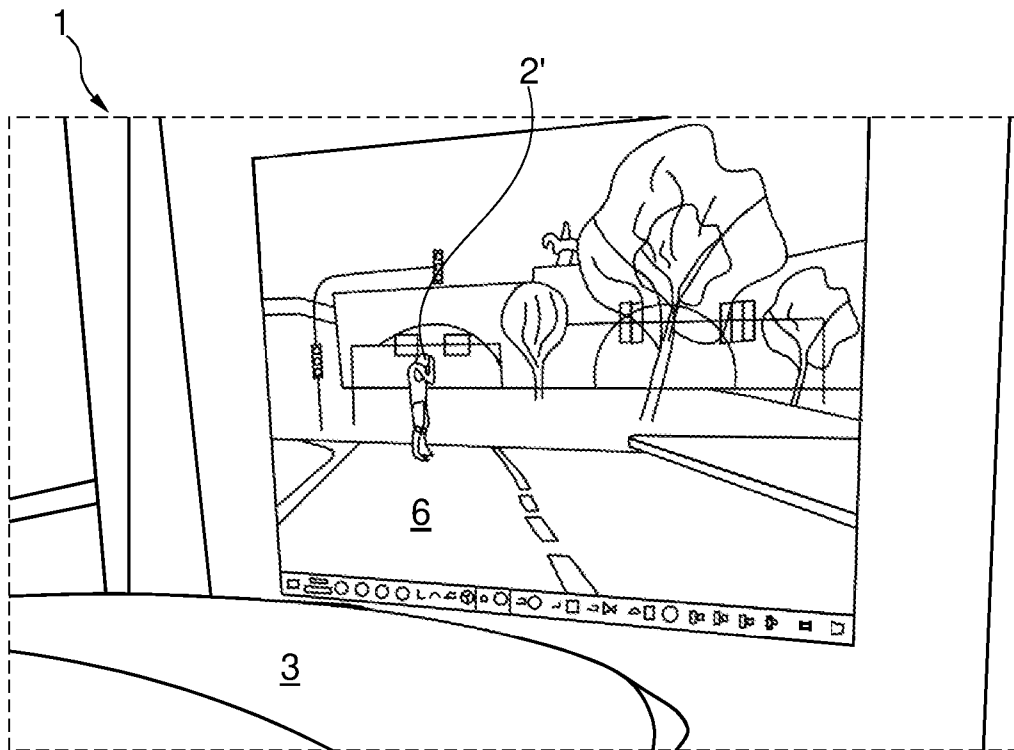


Fig. 5d

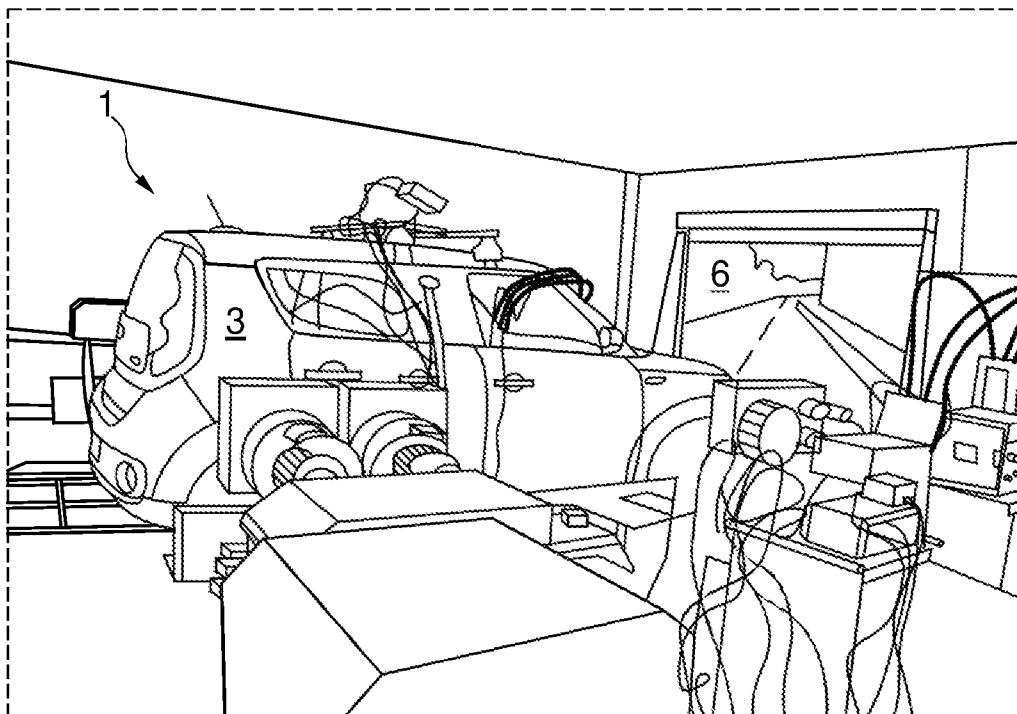


Fig. 5e

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AT2022/060388

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01M 17/007**(2006.01)i; **G01M 17/06**(2006.01)i; **G09B 9/048**(2006.01)i; **G09B 9/05**(2006.01)i; **H04W 24/06**(2009.01)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)

G01M; G09B; H04W; G09D

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	GB 2563400 A (KOMPETENZZENTRUM DAS VIRTUELLE FAHRZEUG [AT]) 19 December 2018 (2018-12-19) cited in the application the whole document	1-17
A	Thomas Bock ET AL. "Vehicle in the Loop - Augmented Reality Application for Collision Mitigation Systems" <i>Proceedings of the ISMAR 2005</i> , Vienna, Austria, 01 January 2005 (2005-01-01), Retrieved from the Internet: http://campar.in.tum.de/twiki/pub/ISMAR/IarAbstractAudi/IarDetailsAudiPaper.pdf [retrieved on 2014-11-06] XP055151513 the whole document	1-17
A	DE 102018200011 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 04 July 2019 (2019-07-04) the whole document	1-17

☐ 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

13 March 2023

Date of mailing of the international search report

17 March 2023

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Stavroulis, Stefanos

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/AT2022/060388

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
GB	2563400	A	19 December 2018	NONE	
DE	102018200011	A1	04 July 2019	CN 109991015 A	09 July 2019
				DE 102018200011 A1	04 July 2019

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01M17/007 G01M17/06 G09B9/048 G09B9/05 H04W24/06 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01M G09B H04W G09D		
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	GB 2 563 400 A (KOMPETENZZENTRUM DAS VIRTUELLE FAHRZEUG [AT]) 19. Dezember 2018 (2018-12-19) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-17
A	Thomas Bock ET AL: "Vehicle in the Loop - Augmented Reality Application for Collision Mitigation Systems", Proceedings of the ISMAR 2005, 1. Januar 2005 (2005-01-01), XP055151513, Vienna, Austria Gefunden im Internet: URL: http://campar.in.tum.de/twiki/pub/ISMA R/IarAbstractAudi/IarDetailsAudiPaper.pdf [gefunden am 2014-11-06] das ganze Dokument ----- -----	1-17
	-/-	
☒ 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
13. März 2023		17/03/2023
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Stavroulis, Stefanos

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2018 200011 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 4. Juli 2019 (2019-07-04) das ganze Dokument -----	1-17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2022/060388

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2563400 A	19-12-2018	KEINE	
DE 102018200011 A1	04-07-2019	CN 109991015 A	09-07-2019
		DE 102018200011 A1	04-07-2019