

(19)



(11)

EP 3 799 034 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.03.2021 Patentblatt 2021/13

(51) Int Cl.:
G10K 11/178^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20191042.9**

(22) Anmeldetag: **14.08.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Bohl, Arne**
33330 Gütersloh (DE)
• **Reinecke, Max**
33775 Versmold (DE)
• **Grosse-Hündfeld**
48155 Münster (DE)

(30) Priorität: **25.09.2019 DE 102019125788**

(74) Vertreter: **CLAAS Gruppe**
Mühlenwinkel 1
33428 Harrewinkel (DE)

(71) Anmelder: **CLAAS Tractor S.A.S.**
78141 Vélizy-Villacoublay Cedex (FR)

(54) **LANDWIRTSCHAFTLICHES ARBEITSFAHRZEUG MIT EINER KABINE**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug (1) mit einer Kabine (2), einem in der Kabine (2) angeordneten Fahrersitz (6) für eine Bedienperson (7) sowie einem Geräuschdämpfungssystem (11) für die Kabine (2), wobei das Geräuschdämpfungssystem (11) zumindest einen Aktuator (10) zur aktiven Lärmkompensation von in die Kabine (2) übertragenen Geräuschen wenigstens einer außerhalb der Kabine (2) befindlichen Geräuschquelle (12) des Arbeitsfahrzeugs (1) umfasst, der zu seiner Ansteuerung

mit einer Steuereinheit (14) des Geräuschdämpfungssystems (11) signaltechnisch verbunden ist, wobei der Kabine (2) zumindest eine Sensoreinrichtung (13) zur Bestimmung der Position des Kopfes (8) der Bedienperson (7) zugeordnet ist, wobei die Steuereinheit (14) dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von der Position des Kopfes (8) den zur aktiven Lärmkompensation von dem zumindest einen Aktuator (10) ausgesandten Schall anzupassen, um den Lärm in der Nähe des Kopfes (8) zu minimieren.

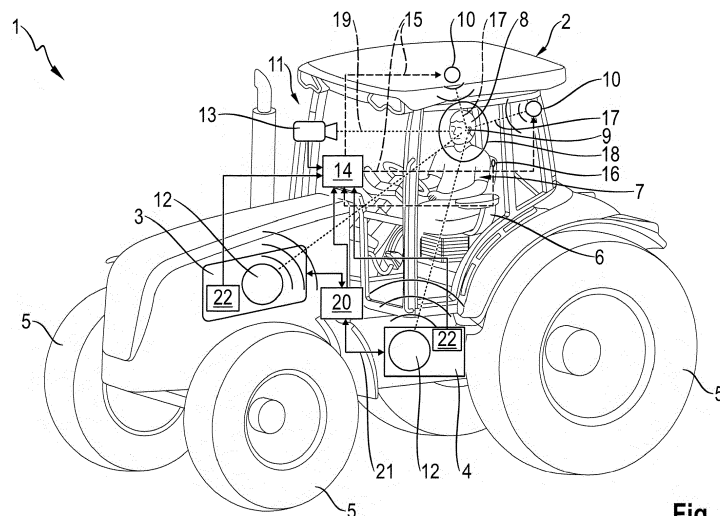


Fig. 1

EP 3 799 034 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug mit einer Kabine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Weiterhin hat die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Geräuschdämpfungssystems für ein landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug zum Gegenstand.

[0002] Der Geräuschpegel in einer Kabine eines landwirtschaftlichen Arbeitsfahrzeugs hat einen großen Einfluss auf die Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit der Bedienerperson. So sind Bedienerpersonen von landwirtschaftlichen Arbeitsfahrzeugen hohen Lärmbelastungen ausgesetzt. Der von dem Arbeitsfahrzeug bzw. dessen Arbeitsaggregaten hervorgerufene Lärm kann 80 dB überschreiten und psychoakustische Frequenzen umfassen, welche als besonders unangenehm empfunden werden. Um diesen Lärmbelastungen entgegenzuwirken, sind verschiedene Maßnahmen denkbar, die ein Hersteller eines landwirtschaftlichen Arbeitsfahrzeugs durchführen kann. Als eine Maßnahme kommen in Kabinen landwirtschaftlicher Arbeitsfahrzeuge Geräuschdämpfungssysteme zum Einsatz, welche durch aktive Lärmkompensation (Active Noise Cancelling ANC) zur Geräuschminderung respektive Störschallreduktion beitragen.

[0003] Ein landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug der eingangs genannten Art ist aus der EP 2 101 316 A1 bekannt. Dabei wird in eine Fahrerkabine des landwirtschaftlichen Arbeitsfahrzeugs von einer Geräuschquelle außerhalb der Fahrerkabine eine Schwingung auf einem ersten Weg in die Fahrerkabine übertragen. Ein Geräuschdämpfungssystem umfasst ein als Lautsprecher ausgeführtes Kompensatorelement, welches mit einer an die Phase und Amplitude der übertragenen Schwingung angepassten Phase und Amplitude antreibbar ist, um eine Schallschwingung zu emittieren, welche die in die Fahrerkabine übertragene Schwingung kompensiert. Hierzu werden Schallschwingungen gleicher Tonhöhe wie das zu kompensierende Geräusch mit einem Phasenversatz von idealerweise 180° vom Lautsprecher in die Kabine eingeleitet. Die Verwendung des in der Kabine angeordneten Lautsprechers, der in der Regel nicht unter Berücksichtigung einer für den Effekt aktiver Lärmkompensation optimalen Anordnung positioniert ist, sondern vorrangig bauraumoptimiert angeordnet ist, schränkt den durch das Geräuschdämpfungssystem erreichbaren Effekt signifikant ein. Zudem führt eine Bewegung zumindest des Kopfes der Bedienerperson, beispielsweise wegen einer Drehung oder eines Nickens, zu einer Abstandsveränderung zwischen den Ohren und dem Lautsprecher. Diese Abstandsveränderung führt zu einer Änderung des Phasenversatzes zwischen der Geräuschquelle und dem Lautsprecher, wodurch die erreichbare Effizienz der Lärmreduzierung abnimmt. Aus diesem Grund wird eine zufriedenstellende Reduzierung des Geräuschlevels lediglich in einem räumlich eng begrenzten Bereich um den Kopf herum erreicht.

[0004] Um den Effekt einer Abstandsänderung zu vermeiden, ist es weiterhin bekannt, Geräuschdämpfungssysteme zu verwenden, die einen Kopfhörer als Kompensatorelement bzw. Aktuator umfassen. Die Lautsprecher des Kopfhörers befinden sich somit stets in unmittelbarer Nähe der Ohren. Allerdings kann das dauerhafte Tragen des Kopfhörers, oftmals über mehrere Stunden hinweg, von der Bedienperson als sehr störend empfunden werden. Das Tragen des in der Regel drahtlos arbeitenden Kopfhörers ist aufgrund des Gewichts, welches auf die notwendigen Batterien oder Akkumulatoren zurückzuführen ist, nicht ergonomisch. Auch aus praktischen Erwägungen ist der Kopfhörer als Kompensatorelement des Geräuschdämpfungssystems weniger geeignet, da dessen Funktion davon abhängt, dass der Kopfhörer von der Bedienperson stets mitgeführt wird.

[0005] Somit liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug der eingangs genannten Art weiterzubilden, welches sich durch eine höhere Effizienz bei gutem Komfort für eine Bedienerperson des Arbeitsfahrzeugs auszeichnet.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Gemäß dem Anspruch 1 wird ein landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug mit einer Kabine, einem in der Kabine angeordneten Fahrersitz für eine Bedienerperson sowie einem Geräuschdämpfungssystem für die Kabine vorgeschlagen, wobei das Geräuschdämpfungssystem zumindest einen Aktuator zur aktiven Lärmkompensation von in die Kabine übertragenen Geräuschen wenigstens einer außerhalb der Kabine befindlichen Geräuschquelle des Arbeitsfahrzeugs umfasst, wobei der zumindest eine Aktuator zu seiner Ansteuerung mit einer Steuereinheit des Geräuschdämpfungssystems signaltechnisch verbunden ist, wobei der Kabine zumindest eine Sensoreinrichtung zur Bestimmung der Position des Kopfes der Bedienerperson zugeordnet ist, wobei die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von der Position des Kopfes den zur aktiven Lärmkompensation von dem zumindest einen Aktuator ausgesandten Schall anzupassen, um den Lärm in der Nähe des Kopfes zu minimieren. Durch das, insbesondere kontinuierliche, Berücksichtigen der Position des Kopfes der Bedienerperson wird erreicht, dass unerwünschte Verstärkungseffekte durch einen sich verringermenden Phasenversatz von zu kompensierenden Störgeräuschen und den Kompensationsgeräuschen vermieden werden. Zugleich wird ein ergonomischeres Arbeiten in der Kabine ermöglicht, da die Bewegungsfreiheit der Bedienerperson gegenüber dem Stand der Technik vergrößert wird, ohne den positiven Effekt der aktiven Lärmkompensation zu verlieren. Darüber hinaus lässt sich das Spektrum anwendbarer Frequenzen des Geräuschdämpfungssystems erweitern. So kann beispielsweise eine Bewegung des Kopfes um etwa 170 mm zu einem Wegfall des Effekts der aktiven Lärmkompensation für ein Störgeräusch mit einer

Frequenz von 500 Hz führen. Störgeräusche höherer Frequenz ermöglichen noch geringere Bewegungstoleranzen. Dem wird erfindungsgemäß durch die aktive Überwachung der Position des Kopfes der Bedienperson und der damit einhergehenden Anpassung des von dem zumindest einen Aktuator ausgesandten Schalls begegnet. Die Phase des eingeleiteten Schalls zur Kompensation der jeweiligen Störgeräusche wird in der Weise verschoben, dass die Störgeräusche und der Schall im Wesentlichen gegensätzliche Phasen beim Erreichen des Ohres bzw. der Ohren aufweisen. Die Anpassung unter anderem der Phasenverschiebung des emittierten Schalls an eine Abstandsänderung des Kopfes bzw. der Ohren relativ zu dem zumindest einen Aktuator führt dazu, dass die Zone verminderten Lärms um den Kopf, innerhalb dessen eine zufriedenstellende Reduzierung des Geräuschlevels erreicht wird, vergrößert wird. Zumindest wandert der Bereich permanent mit dem Kopf mit, wodurch mit geringem Aufwand eine effiziente und komfortable Geräuschminderung erreicht wird. Bei dem landwirtschaftlichen Arbeitsfahrzeug kann es sich unter anderem um einen Traktor oder eine selbstfahrende Erntemaschine wie einen Mähdrescher oder einen Feldhäcksler handeln. Die zumindest eine Sensorvorrichtung kann in Abhängigkeit von ihrer Ausgestaltung und dem Wirkprinzip, nach dem diese arbeitet, innerhalb und/oder außerhalb der Kabine an dem Arbeitsfahrzeug angeordnet sein.

[0008] Bevorzugt kann die Sensorvorrichtung als eine bildgebende Sensorik ausgeführt sein. Insbesondere kann die bildgebende Sensorik als Kamera ausgeführt sein, beispielsweise als Stereokamera, 3D-Kamera oder dergleichen.

[0009] Alternativ kann die Sensorvorrichtung als aktive akustische Sensorik ausgeführt sein. Hierbei käme beispielsweise eine Ultraschallsensoranordnung als aktive akustische Sensorik in Betracht.

[0010] Gemäß einer weiteren Ausführung könnte die Sensorvorrichtung als kapazitive Sensorik ausgeführt sein. Hierzu können beispielsweise oberhalb des Kopfes der Bedienperson mehrere Kapazitätssensoren im Kabinendach eingelassen sein, zwischen denen ein elektrisches Feld aufgebaut wird, dass durch das Vorhandensein des Kopfes einerseits und eine Positionsänderung des Kopfes andererseits beeinflusst wird. Durch Auswertung der Änderung im elektrischen Feld kann auf die jeweilige Position des Kopfes geschlossen werden.

[0011] Aufgrund der Kenntnis der Position der der Kabine zugeordneten Sensorvorrichtung zur Erfassung der Position des Kopfes lässt sich die relative Position des Mittelpunkts des Kopfes der Bedienperson durch die Steuereinheit bestimmen. In Verbindung mit einem vorgebbaren Abstandswert für die Position der Ohren relativ zum bestimmten Mittelpunkt des Kopfes lassen sich die Koordinaten der Ohren ermitteln. Alternativ kann bei der als bildgebende Sensorik ausgeführten Sensorvorrichtung die Position der Ohren der Bedienperson direkt durch eine von der Steuereinheit durchzuführende Bil-

derkennung ermittelbar sein. Darüber hinaus lässt sich die bildgebende Sensorik für weitere Anwendungen nutzen, wie beispielsweise für ein System zur personalisierten Erkennung und Identifizierung und/oder ein System zum Erkennen von Müdigkeit oder Benommenheit der Bedienperson.

[0012] Des Weiteren ist in der Kabine zumindest ein Mikrofon angeordnet, welches in der Nähe des Kopfes der Bedienperson positioniert ist. Das Mikrofon empfängt den zur Geräuschkompensation generierten Schall. Die vom Mikrofon erzeugten Signale werden an die Steuereinheit übermittelt und von dieser ausgewertet, um die Effizienz des eingeleiteten Schalls zur Kompensation der Störgeräusche im unmittelbaren Bereich bzw. unmittelbarer Nähe der Ohren der Bedienperson zu bestimmen. In Abhängigkeit von den ausgewerteten Signalen des zumindest einen Mikrofons steuert die Steuereinheit den zumindest einen Aktuator an.

[0013] Für eine möglichst nahe Anordnung an einem der Ohren der Bedienperson kann das zumindest eine Mikrofon in den Fahrersitz integriert sein. Insbesondere kann das zumindest eine Mikrofon in die Kopfstütze des Fahrersitzes integriert sein. Besonders bevorzugt kann die Kopfstütze des Fahrersitzes und mit ihr das zumindest eine Mikrofon höhenverstellbar sein.

[0014] Alternativ oder zusätzlich kann das zumindest eine Mikrofon von der Bedienperson mittels einer Tragvorrichtung mitführbar sein. Das zumindest eine Mikrofon, vorzugsweise sind es zwei Mikrofone, ist an einer Tragvorrichtung angeordnet, welche von der Bedienperson beispielsweise auf dem Kopf getragen werden kann. Denkbar ist auch eine Ausführung der Tragvorrichtung, die eine Anordnung im Bereich der Schultern oder darüber an der Bedienperson ermöglicht.

[0015] Weiterhin kann die wenigstens eine Geräuschquelle des landwirtschaftlichen Arbeitsfahrzeugs ein Arbeitsaggregat sein, dem zumindest eine akustische Sensoreinrichtung zur Erfassung von Schallemissionen zugeordnet ist. Unter einem Arbeitsaggregat ist eine dem Antrieb oder der Bearbeitung und/oder Verarbeitung von Erntegut dienende Vorrichtung mit beweglichen Teilen zu verstehen, welche Schall emittiert, der von der Bedienperson in der Kabine akustisch als Störgeräusch wahrnehmbar ist. Die Arbeitsaggregate des landwirtschaftlichen Arbeitsfahrzeugs erzeugen in Abhängigkeit ihres Betriebszustands, beispielsweise bei einem im Leerlauf befindlichen oder unter Vollast betriebenen Antriebsmotor, unterschiedliche Schallemissionen, die hinsichtlich Frequenz, Amplitude und Phase variieren.

[0016] Hierzu ist die Steuereinheit zum Empfang und zur Auswertung von Signalen der zumindest einen akustischen Sensoreinrichtung eingerichtet. Somit stehen der Steuereinheit neben den Signalen des zumindest einen Mikrofons in der Nähe des Ohrs der Bedienperson zusätzliche Informationen zur Verfügung, um den zur Lärmkompensation erforderlichen Schall durch den zumindest einen Aktuator zu erzeugen.

[0017] Insbesondere kann die Steuereinheit mit einer

der Ansteuerung von Arbeitsaggregaten des Arbeitsfahrzeugs dienenden Steuerungsvorrichtung zum Empfang von Betriebsparametern sowie Steuerparametern in Wirkverbindung stehen. Dadurch stehen der Steuereinheit des Geräuschdämpfungssystems Informationen über den jeweiligen Betriebszustand der Arbeitsaggregate zur Verfügung, die auf den Signalen der zumindest einen akustischen Sensoreinrichtung basieren, und den Betriebsparametern sowie Steuerparametern, welche die Steuerungsvorrichtung zur Ansteuerung der Arbeitsaggregate verwendet.

[0018] Weiterhin kann die Steuereinheit zur Bestimmung von Parametern zur Ansteuerung des zumindest einen Aktuators durch eine Modellierung der Lärmsituation anhand der Betriebsparameter der Arbeitsaggregate eingerichtet sein. Durch die Übertragung der Betriebsparameter sowie Steuerparameter von der Steuerungsvorrichtung an die Steuereinheit, kann die Steuereinheit ein digitales Modell des Arbeitsfahrzeugs in Abhängigkeit des jeweiligen Betriebszustands des oder der Arbeitsaggregate erstellen. Die Modellierung einer aufgrund des Betriebszustands des Arbeitsfahrzeugs zu erwartenden Lärmsituation in der Kabine ermöglicht es, Frequenzspektren, Phasen und Amplituden der verschiedenen Schallemissionen der Geräuschquellen zu bestimmen, um den zumindest einen Aktuator entsprechend zu deren Kompensation anzusteuern. In Verbindung mit der kontinuierlichen Bestimmung der Position der Ohren der Bedienperson wird eine fortlaufende Anpassung der Ansteuerung des zumindest einen Aktuators durch die Steuereinheit für eine optimierte Lärmkompensation erreicht.

[0019] Unabhängig von der Art der Erfassung von Störgeräuschen, die in die Kabine übertragen werden, entweder durch eine Messung mittels des zumindest einen Mikrofons und/oder der zumindest einen akustischen Sensoreinrichtung, die dem jeweiligen Arbeitsaggregat zugeordnet ist, oder der Bestimmung anhand des digitalen Modells des Arbeitsfahrzeugs und dessen Arbeitsaggregate, wird eine optimierte Lärmkompensation durch an die Störgeräusche angepasste Tonhöhen, Phasen und Lautstärken durch die Bestimmung der Position der Ohren und der Geräuschsituation erreicht.

[0020] Weiterhin wird die eingangs gestellte Aufgabe durch ein Verfahren zum Betreiben eines Geräuschdämpfungssystems für ein landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug gemäß dem nebengeordneten Anspruch 13 gelöst.

[0021] Gemäß dem Anspruch 13 wird ein Verfahren zum Betreiben eines Geräuschdämpfungssystems für ein landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug vorgeschlagen, mit einem in einer Kabine des Arbeitsfahrzeugs angeordneten Fahrersitz für eine Bedienperson, wobei das Geräuschdämpfungssystem zumindest einen Aktuator zur aktiven Lärmkompensation von in die Kabine übertragenen Geräuschen umfasst, der von einer Steuereinheit des Geräuschdämpfungssystems angesteuert wird, sowie mit wenigstens einem eine Geräuschquelle bilden-

den Arbeitsaggregat, wobei mittels zumindest einer Sensoreinrichtung eine Position des Kopfes der Bedienperson kontinuierlich bestimmt wird, wobei in Abhängigkeit von der bestimmten Position des Kopfes der zur aktiven Lärmkompensation von dem zumindest einen Aktuator ausgesandte Schall angepasst wird, um den Lärm in der Nähe des Kopfes zu minimieren.

[0022] Insbesondere kann von den Arbeitsaggregaten des Arbeitsfahrzeugs emittierter Schall von akustischen Sensoreinrichtungen erfasst und von der Steuereinheit ausgewertet werden und bei der Anpassung der Ansteuerung des zumindest einen Aktuators berücksichtigt werden. Dabei ist es denkbar, durch Auswertung des Schalls zwischen Störgeräuschen und Nutzgeräuschen zu unterscheiden, die von den Arbeitsaggregaten des Arbeitsfahrzeugs emittiert werden. So können von der Steuereinheit identifizierte Nutzgeräusche durch den zumindest einen Aktuator der Bedienperson zugeleitet werden, während die Störgeräusche durch das Geräuschdämpfungssystem aktiv kompensiert werden.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung können von der Steuereinheit von einer Steuerungsvorrichtung des Arbeitsfahrzeugs generierte Betriebsparameter sowie Steuerparameter zur Ansteuerung der Arbeitsaggregate empfangen und ausgewertet werden und in Abhängigkeit von der Auswertung eine Lärmsituation durch die Steuereinheit modelliert werden, anhand derer der zumindest eine Aktuator angesteuert wird. Durch die Übertragung der Betriebsparameter sowie Steuerparameter von der Steuerungsvorrichtung an die Steuereinheit kann die Steuereinheit ein digitales Modell des Arbeitsfahrzeugs in Abhängigkeit des jeweiligen Betriebszustands des oder der Arbeitsaggregate erstellen und an laufende Änderungen des Betriebszustands anpassen. Die Modellierung des Arbeitsfahrzeugs ermöglicht es, Frequenzspektren, Phasen und Amplituden der verschiedenen Schallemissionen der Geräuschquellen zu bestimmen. Die Modellierung des Arbeitsfahrzeugs kann insbesondere unabhängig von Signalen der akustischen Sensoreinrichtungen durchgeführt werden. In Verbindung mit der kontinuierlichen Bestimmung der Position der Ohren der Bedienperson kann eine fortlaufende Anpassung der Ansteuerung des zumindest einen Aktuators durch die Steuereinheit für eine optimierte Lärmkompensation erreicht werden.

[0024] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0025] Es zeigt:

Fig. 1 exemplarisch und schematisch eine Darstellung eines landwirtschaftlichen Arbeitsfahrzeugs mit einem Geräuschdämpfungssystem.

[0026] In Fig. 1 ist exemplarisch und schematisch eine Darstellung eines landwirtschaftlichen Arbeitsfahrzeugs 1 gezeigt. Das Arbeitsfahrzeug 1 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als ein Traktor ausgeführt. Das Arbeits-

fahrzeug 1 kann auch als eine selbstfahrende Erntemaschine ausgeführt sein. Das Arbeitsfahrzeug 1 umfasst eine auf einem Chassis angeordnete Kabine 2. Zum Antreiben des Arbeitsfahrzeugs 1 sind ein Antriebsmotor 3 sowie ein Getriebe 4 vorgesehen. Der Antriebsmotor 3 und das Getriebe 4 stellen Arbeitsaggregate im Sinne der Erfindung dar. Durch den Antriebsmotor 3 werden an einer Vorderachse und einer Hinterachse angeordnete Räder 5 angetrieben, deren geschwindigkeitsabhängigen Rollgeräusche ebenfalls als Störgeräusche in die Kabine 2 übertragen werden. Weiterhin ist das Arbeitsfahrzeug 1 zum Antreiben von weiteren Arbeitsaggregaten eingerichtet, die unmittelbar an dem Arbeitsfahrzeug 1 angeordnet und durch einen Antriebsstrang des Arbeitsfahrzeugs 1 angetrieben sind oder mit diesem mittelbar trieblich verbindbar sind. Im Fall des als Traktors ausgeführten Arbeitsfahrzeugs 1 kann das mittelbar trieblich verbundene Arbeitsaggregat von einem Front- oder Heckkraftheber aufgenommen und durch eine Nebenabtriebswelle angetrieben sein.

[0027] In der Kabine 2 befindet sich ein Fahrersitz 6 für eine Bedienerperson 7 des Arbeitsfahrzeugs 1. Mit Bezugszeichen 8 ist der Kopf und mit Bezugszeichen 9 ist eines der Ohren der Bedienerperson 7 bezeichnet. Weiterhin ist in der Kabine 2 zumindest ein Aktuator 10 angeordnet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind zwei Aktuator 10 beispielhaft unterhalb des Kabinendaches im Inneren der Kabine 2 angeordnet. Andere Positionierungen der Aktuatoren 10 und/oder eine abweichende, insbesondere höhere, Anzahl von Aktuatoren 10 in der Kabine 2 sind denkbar. Die Aktuatoren 10 sind Bestandteil eines Geräuschdämpfungssystems 11, welches zur aktiven Lärmkompensation von in die Kabine 2 übertragenen Geräuschen wenigstens einer außerhalb der Kabine 2 befindlichen Geräuschquelle 12 des Arbeitsfahrzeugs 1 dient.

[0028] Als außerhalb der Kabine 2 befindliche Geräuschquellen 12 sind die Arbeitsaggregate des Arbeitsfahrzeugs 1 anzusehen. Unter einem Arbeitsaggregat ist eine dem Antrieb oder der Bearbeitung und/oder Verarbeitung von Erntegut dienende Vorrichtung mit beweglichen Teilen zu verstehen, welche Schall emittiert, der von der Bedienerperson 7 in der Kabine 2 akustisch als Störgeräusch wahrnehmbar ist. Die Arbeitsaggregate des landwirtschaftlichen Arbeitsfahrzeugs 1 erzeugen in Abhängigkeit von ihrem Betriebszustand, beispielsweise bei einem im Leerlauf befindlichen oder unter Volllast betriebenen Antriebsmotor 3, unterschiedliche Schallemissionen respektive Störgeräusche, die hinsichtlich Frequenz, Amplitude und Phase variieren. Jedem Arbeitsaggregat kann zumindest eine akustische Sensoreinrichtung 22 zur Erfassung der spezifischen Schallemissionen zugeordnet sein. Die akustischen Sensoreinrichtungen 22 übertragen ihre Signale an eine Steuereinheit 14 des Geräuschdämpfungssystems 11 zur Auswertung.

[0029] Der Kabine 2 ist zumindest eine Sensoreinrichtung 13 zur Bestimmung der Position des Kopfes 8 der Bedienerperson 7 zugeordnet. Die Sensorvorrichtung 13

ist hierzu bevorzugt als eine bildgebende Sensorik ausgeführt, beispielsweise als Kamera, insbesondere als Stereokamera. Mittels der Sensorvorrichtung 13 wird die Position des Kopfes 8 kontinuierlich erfasst. Die erfassten Daten werden an die Steuereinheit 14 des Geräuschdämpfungssystems 11 übertragen, welche diese auswertet. Die Steuereinheit 14 steht signaltechnisch mit den beiden Aktuatoren 10 durch eine, bevorzugt drahtlose, Kommunikationsverbindung 15 in Verbindung. Des Weiteren ist in der Kabine 2 zumindest ein Mikrofon 16 angeordnet, welches in der Nähe des Kopfes 8 der Bedienerperson 7 positioniert ist. Das zumindest eine Mikrofon 16 ist Bestandteil des Geräuschdämpfungssystems 11 und dient dazu, die akustische Wahrnehmung der Bedienerperson 7 im Bereich ihrer Ohren 9 nachzubilden. Für eine möglichst nahe Anordnung an einem der Ohren 9 der Bedienerperson 7 kann das zumindest eine Mikrofon 16 in den Fahrersitz 6 integriert sein, wie in Fig. 1 beispielhaft angedeutet ist. Insbesondere können zwei Mikrofone 16 beidseitig in eine - nicht dargestellte - Kopfstütze des Fahrersitzes 6 integriert sein, wodurch eine sehr nahe Anordnung an den Ohren 9 der Bedienerperson 7 und eine der Höhenposition der Ohren 9 entsprechende Lage der beiden Mikrofone 16 erreicht werden kann. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Kopfstütze des Fahrersitzes 6 zudem höhenverstellbar ausgeführt ist.

[0030] Alternativ kann das zumindest eine Mikrofon 16 von der Bedienerperson 7 mittels einer Tragvorrichtung mitführbar sein. Das zumindest eine Mikrofon 16, vorzugsweise sind es zwei Mikrofone, ist an einer Tragvorrichtung angeordnet, welche von der Bedienerperson 7 beispielsweise auf dem Kopf 8 getragen werden kann. Denkbar ist auch eine Ausführung der Tragvorrichtung, die eine Anordnung im Bereich der Schultern oder darüber an der Bedienerperson 7 ermöglicht.

[0031] Die Mikrofone 16 stehen ebenfalls durch eine, bevorzugt drahtlose, Kommunikationsverbindung 15 signaltechnisch mit der Steuereinheit 14 in Verbindung. Von den Mikrofonen 16 empfangene Signale werden an die Steuereinheit 14 übertragen und von dieser ausgewertet. Das Mikrofon 16 empfängt den zur Geräuschkompensation durch die Aktuatoren 10 generierten Schall. Die Steuereinheit 14 wertet die Signale der Mikrofone 16, um die Effizienz des durch die Aktuatoren 10 eingeleiteten Schalls zur Kompensation der Störgeräusche im unmittelbaren Bereich der Ohren 9 der Bedienerperson 7 zu bestimmen. In Abhängigkeit von den ausgewerteten Signalen des zumindest einen Mikrofons 16 steuert die Steuereinheit 14 die Aktuatoren 10 an.

[0032] Da die Bedienerperson 7 während des Betriebs des Arbeitsfahrzeugs 1 die auf dem Fahrersitz eingenommene Position nicht statisch beibehält, sondern vielmehr zwecks beispielsweise der Bedienung eines der Arbeitsaggregate oder zum Umsehen oder dergleichen zumindest die Position des Kopfes 8 relativ zu den Aktuatoren 10 immer wieder ändert, kommt es entsprechend zu einer Veränderung eines Abstands 17 zwischen den Ohren 9 und den Aktuatoren 10. Diese Ver-

änderung des Abstands 17 führt zu einer Änderung des Phasenversatzes zwischen der Geräuschquelle 12 und den Aktuatoren 10, wodurch die erreichbare Effizienz der Lärmreduzierung abnimmt, da sich die akustische Wahrnehmung des eingeleiteten Schalls durch die Bedienperson 7 ändert. Aus diesem Grund wird eine zufriedenstellende Reduzierung des Geräuschlevels lediglich in einer räumlich eng begrenzten Zone 18 um den Kopf 8 herum erreicht.

[0033] Die Steuereinheit 14 ist dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von der jeweiligen Position des Kopfes 8 den zur aktiven Lärmkompensation von dem zumindest einen Aktuator 10 ausgesandten Schall anzupassen, um den Lärm in der Nähe des Kopfes 8 zu minimieren. Durch das, insbesondere kontinuierliche, Berücksichtigen der Position des Kopfes 8 der Bedienperson 7 wird erreicht, dass unerwünschte Verstärkungseffekte durch einen sich verringernenden Phasenversatz von zu kompensierenden Störgeräuschen und den Kompensationsgeräuschen vermieden werden. Dies wird durch die aktive Überwachung der Position des Kopfes 8 der Bedienperson 7, die zu einer Veränderung des Abstands 17 führt, und der damit einhergehenden Anpassung des von den Aktuatoren 10 ausgesandten Schalls erreicht. Die Phase des eingeleiteten Schalls zur Kompensation der jeweiligen Störgeräusche wird bei der Ansteuerung der Aktuatoren 10 in der Weise verschoben, dass die Störgeräusche und der Schall im Wesentlichen gegensätzliche Phasen beim Erreichen des Ohres 9 bzw. der Ohren 9 aufweisen. Die Anpassung unter anderem der Phasenverschiebung des emittierten Schalls an eine Abstandsänderung relativ zu dem zumindest einen Aktuator 10 führt dazu, dass die Zone 18 verminderten Lärms um den Kopf 8, innerhalb dessen eine zufriedenstellende Reduzierung des Geräuschlevels erreicht wird, vergrößert wird. Zumindest wandert die Zone 18 permanent mit dem Kopf 8 mit, wodurch mit geringem Aufwand eine effiziente und komfortable Geräuschminderung erreicht wird.

[0034] Aufgrund der Kenntnis der Position der der Kabine 2 zugeordneten Sensorvorrichtung 13 zur Erfassung der Position des Kopfes 8 lässt sich die relative Position des Mittelpunkts des Kopfes 8 der Bedienperson 7, ein Abstand 19, durch die Steuereinheit 14 bestimmen. In Verbindung mit einem vorgebbaren Abstandswert für die Position der Ohren 9 relativ zu dem durch die Sensorvorrichtung 13 bestimmten Mittelpunkt des Kopfes 8 lassen sich die Koordinaten der Ohren 9 ermitteln.

[0035] Zur Ansteuerung der Arbeitsaggregate des Arbeitsfahrzeugs 1, wie dem Antriebsmotor 2 und dem Getriebe 3, weist das Arbeitsfahrzeug 1 eine Steuerungsvorrichtung 20 auf, welche Betriebsparameter bzw. Steuerparameter der Arbeitsaggregate, die von diesen zugeordneten Sensoren oder von Steuergeräten generiert werden, empfängt und auswertet und in Abhängigkeit davon Steuerparameter generiert und zur Ansteuerung der Arbeitsaggregate an diese überträgt. Hierzu ist die Steuerungsvorrichtung 20 durch ein Bussystem 21 mit

den Arbeitsaggregaten verbunden. Die Steuereinheit 14 des Geräuschdämpfungssystems 11 ist durch das Bussystem 21 mit der Steuerungsvorrichtung 20 verbunden. Die Steuereinheit 14 ist zum Empfang der Betriebsparameter und Steuerparameter eingerichtet, die von der Steuerungsvorrichtung 20 bereitgestellt bzw. erzeugt werden.

[0036] Die Steuereinheit 14 wertet empfangenen Betriebsparameter sowie Steuerparameter zur Ansteuerung der Arbeitsaggregate aus, um in Abhängigkeit von der Auswertung eine Lärmsituation zu modellieren, anhand derer der zumindest eine Aktuator 10 angesteuert wird. Durch die Übertragung der Betriebsparameter sowie der Steuerparameter von der Steuerungsvorrichtung 20 an die Steuereinheit 14 kann die Steuereinheit 14 ein digitales Modell des Arbeitsfahrzeugs 1 in Abhängigkeit des jeweiligen Betriebszustands des oder der Arbeitsaggregate erstellen und an laufende Änderungen des Betriebszustands kontinuierlich anpassen. Die Modellierung der Lärmsituation in der Kabine 2 des Arbeitsfahrzeugs 1 ermöglicht es, Frequenzspektren, Phasen und Amplituden der verschiedenen Schallemissionen der Geräuschquellen 12 zu bestimmen, um die Aktuatoren 10 entsprechend zu deren Kompensation anzusteuern. Die Modellierung des Arbeitsfahrzeugs 1 kann insbesondere unabhängig von Signalen der akustischen Sensoreinrichtungen 22 durchgeführt werden. In Verbindung mit der kontinuierlichen Bestimmung der Position der Ohren 9 der Bedienperson 7 kann eine fortlaufende Anpassung der Ansteuerung des zumindest einen Aktuators 10 durch die Steuereinheit 14 für eine optimierte Lärmkompensation erreicht werden. Die Modellierung der Lärmsituation in Abhängigkeit von dem Betriebszustand des Arbeitsfahrzeugs 1 kann insbesondere unabhängig von Signalen der akustischen Sensoreinrichtungen 22 durchgeführt werden.

Bezugszeichenliste

[0037]

- | | |
|----|--------------------------|
| 1 | Arbeitsfahrzeug |
| 2 | Kabine |
| 3 | Antriebsmotor |
| 4 | Getriebe |
| 5 | Räder |
| 6 | Fahrersitz |
| 7 | Bedienperson |
| 8 | Kopf |
| 9 | Ohr |
| 10 | Aktuator |
| 11 | Geräuschdämpfungssystem |
| 12 | Geräuschquelle |
| 13 | Sensorvorrichtung |
| 14 | Steuereinheit |
| 15 | Kommunikationsverbindung |
| 16 | Mikrofon |
| 17 | Abstand |

- 18 Zone
- 19 Abstand
- 20 Steuerungsvorrichtung
- 21 Bussystem
- 22 Sensoreinrichtung

Patentansprüche

1. Landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug (1) mit einer Kabine (2), einem in der Kabine (2) angeordneten Fahrersitz (6) für eine Bedienperson (7) sowie einem Geräuschkämpfungssystem (11) für die Kabine (2), wobei das Geräuschkämpfungssystem (11) zumindest einen Aktuator (10) zur aktiven Lärmkompensation von in die Kabine (2) übertragenen Geräuschen wenigstens einer außerhalb der Kabine (2) befindlichen Geräuschquelle (12) des Arbeitsfahrzeugs (1) umfasst, der zu seiner Ansteuerung mit einer Steuereinheit (14) des Geräuschkämpfungssystems (11) signaltechnisch verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kabine (2) zumindest eine Sensoreinrichtung (13) zur Bestimmung der Position des Kopfes (8) der Bedienperson (7) zugeordnet ist, wobei die Steuereinheit (14) dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von der Position des Kopfes (8) den zur aktiven Lärmkompensation von dem zumindest einen Aktuator (10) ausgesandten Schall anzupassen, um den Lärm in der Nähe des Kopfes (8) zu minimieren. 10
2. Landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensorvorrichtung (13) als eine bildgebende Sensorik ausgeführt ist. 15
3. Landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensorvorrichtung (13) als aktive akustische Sensorik ausgeführt ist. 20
4. Landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensorvorrichtung (13) als kapazitive Sensorik ausgeführt ist. 25
5. Landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dass in der Kabine (1) zumindest ein Mikrofon (16) angeordnet ist, welches in der Nähe des Kopfes (8) der Bedienperson (7) positioniert ist. 30
6. Landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug (1) nach Anspruch 5, dass das zumindest eine Mikrofon (16) in den Fahrersitz (6) integriert ist. 35
7. Landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug (1) nach Anspruch 6, dass das zumindest eine Mikrofon (16) in 40

einer Kopfstütze des Fahrersitzes (6) angeordnet ist.

8. Landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dass das zumindest eine Mikrofon (16) von der Bedienperson (7) mittels einer Tragvorrichtung mitführbar ist. 5
9. Landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Geräuschquelle (12) des landwirtschaftlichen Arbeitsfahrzeugs (1) ein Arbeitsaggregat (3, 4) ist, dem zumindest eine akustische Sensoreinrichtung (22) zur Erfassung von Schallemissionen zugeordnet ist. 10
10. Landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (14) zum Empfang und zur Auswertung von Signalen der zumindest einen akustischen Sensoreinrichtung (2) eingerichtet ist. 15
11. Landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug (1) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (14) mit einer der Ansteuerung von Arbeitsaggregaten (3, 4) des Arbeitsfahrzeugs (1) dienenden Steuerungsvorrichtung (20) zum Empfang von Betriebsparametern sowie Steuerparametern in Wirkverbindung steht. 20
12. Landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug (30) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (14) zur Bestimmung von Parametern zur Ansteuerung des zumindest einen Aktuators (10) durch eine Modellierung der Lärmsituation anhand der Betriebsparameter sowie Steuerparameter der Arbeitsaggregate eingerichtet ist. 25
13. Verfahren zum Betreiben eines Geräuschkämpfungssystems (11) für ein landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug (1), mit einem in einer Kabine (2) des Arbeitsfahrzeugs (1) angeordneten Fahrersitz (6) für eine Bedienperson (7), wobei das Geräuschkämpfungssystem (11) zumindest einen Aktuator (10) zur aktiven Lärmkompensation von in die Kabine (2) übertragenen Geräuschen umfasst, der von einer Steuereinheit (14) des Geräuschkämpfungssystems (11) angesteuert wird, sowie mit wenigstens einem eine Geräuschquelle (12) bildenden Arbeitsaggregat (3, 4), **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels zumindest einer Sensoreinrichtung (13) eine Position des Kopfes (8) der Bedienperson (7) kontinuierlich bestimmt wird, wobei in Abhängigkeit von der bestimmten Position des Kopfes (8) der zur aktiven Lärmkompensation von dem zumindest einen Aktuator (10) ausgesandte Schall angepasst wird, um den Lärm in der Nähe des Kopfes (8) zu minimieren. 30

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** von den Arbeitsaggregaten (3, 4) des Arbeitsfahrzeugs (1) emittierter Schall von Sensoreinrichtungen (22) erfasst und durch die Steuereinheit (14) ausgewertet wird und bei der Anpassung der Ansteuerung des zumindest einen Aktuators (10) berücksichtigt wird. 5
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Steuereinheit (14) von einer Steuerungsvorrichtung (20) generierte Betriebsparameter sowie Steuerparameter zur Ansteuerung der Arbeitsaggregate (3, 4) empfangen und ausgewertet werden und in Abhängigkeit von der Auswertung eine Lärmsituation durch die Steuereinheit (14) modelliert wird, anhand derer der zumindest eine Aktuator (10) angesteuert wird. 10 15

20

25

30

35

40

45

50

55

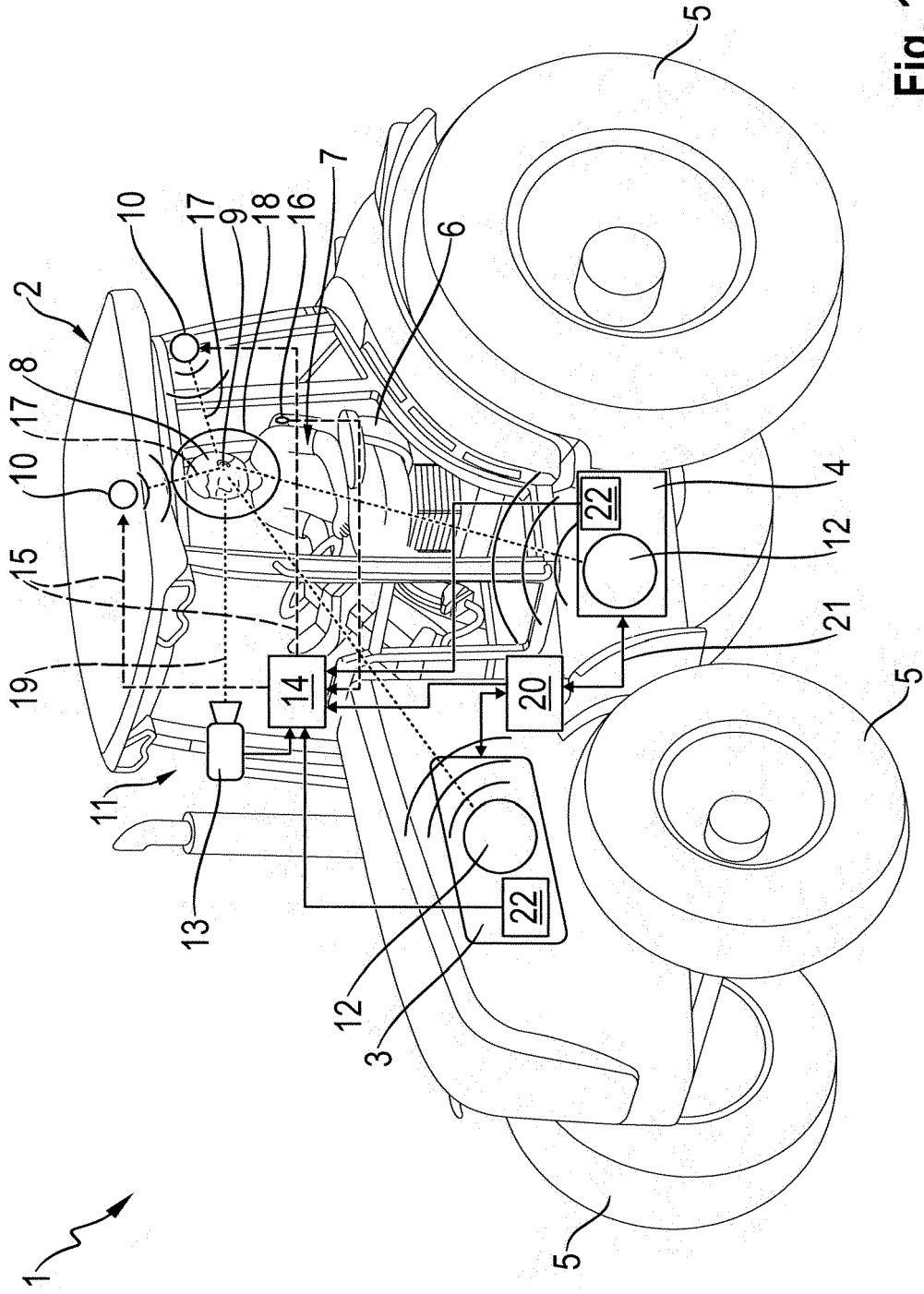


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 19 1042

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2013/182865 A1 (PAUL MATTHEWS [US]) 18. Juli 2013 (2013-07-18) * Zusammenfassung; Ansprüche 7-10; Abbildung 1 * * Absätze [0020], [0022], [0023], [0027], [0029], [0037], [0040] * -----	1-15	INV. G10K11/178
X	US 2014/226831 A1 (TZIRKEL-HANCOCK ELI [IL] ET AL) 14. August 2014 (2014-08-14) * Zusammenfassung; Ansprüche 1,10,17; Abbildung 3 * * Absätze [0002], [0022] - [0025] * -----	1,3-10, 12-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G10K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 1. Februar 2021	Prüfer Fernandes, Paulo
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 19 1042

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-02-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2013182865 A1	18-07-2013	KEINE	
15	US 2014226831 A1	14-08-2014	CN 103985380 A	13-08-2014
			DE 102014201228 A1	14-08-2014
			US 2014226831 A1	14-08-2014
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2101316 A1 [0003]