

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 50163/2023
(22) Anmeldetag: 06.03.2023
(45) Veröffentlicht am: 15.09.2024

(51) Int. Cl.: **B60W 50/14** (2012.01)
G08G 1/16 (2006.01)
B60Q 5/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2019239402 A1
CN 113888903 A
US 2013311075 A1
DE 102014213392 A1

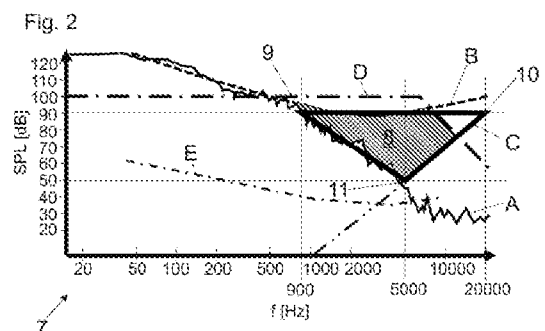
(73) Patentinhaber:
KTM AG
5230 Mattighofen (AT)

(72) Erfinder:
Kuttler Alina
4020 Linz (AT)
Ballantyne Colin
31011 Asolo (IT)
Atamer Serkan
1069 Dresden (DE)
Rosenkranz Robert
1069 Dresden (DE)
Altinsoy M. Ercan
1069 Dresden (DE)

(74) Vertreter:
Torggler & Hofmann Patentanwälte GmbH & Co
KG
6020 Innsbruck (AT)

(54) **Offenes Fahrzeug**

(57) Offenes Fahrzeug (1) mit mindestens einem Umgebungssensor (2) und einer Auswerteinheit (3), wobei die Auswerteinheit (3) dazu ausgebildet ist, abhängig von mindestens einem Signal des mindestens einen Umgebungssensors (2) eine Klangabgabevorrichtung (4) dazu zu veranlassen, mindestens einen Klang (5) zum Warnen des Fahrers (6) des Fahrzeugs (1) abzugeben, wobei der mindestens eine Klang (5) mindestens einen Frequenzanteil in einem Frequenzbereich von 900 bis 20000, insbesondere 1000 bis 10000, Hertz aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein offenes Fahrzeug mit mindestens einem Umgebungssensor und einer Auswerteinheit, wobei die Auswerteinheit dazu ausgebildet ist, abhängig von mindestens einem Signal des mindestens einen Umgebungssensors eine Klangabgabevorrichtung dazu zu veranlassen, mindestens einen Klang zum Warnen des Fahrers des Fahrzeugs abzugeben. Die Erfindung betrifft zudem ein Computerprogrammprodukt.

[0002] Die Verwendung von Klängen zum Warnen eines Fahrers eines Fahrzeugs ist in vielen Bereichen - auf der Straße, der Schiene, der See oder in der Luft - bekannt. Wenn eine Gefahrensituation auftritt, wird der Fahrer (oder Kapitän) meistens mit einem Klang (akustischen Signal) gewarnt - oft in Verbindung mit einem optischen Signal. Damit wird meistens eine mechanische oder elektronische Fehlfunktion im Fahrzeug oder im Motor des Fahrzeugs angezeigt.

[0003] Eine Fehlfunktion dieser Art besteht typischerweise über einen längeren Zeitraum. Bei einer Anzeige eines Warnlichts am Armaturenbrett nimmt ein Fahrer die Fehlfunktion erst nach Sekunden oder auch einigen Minuten wahr.

[0004] In den letzten Jahren gab es viele Entwicklungen in Bezug auf Fahrassistenten, bei welchen Umgebungssensoren die Umgebung erfassen und beurteilen, ob eine Gefahrensituation vorliegt. Darauf basierend können Warnungen oder Eingriffe in die Fahrzeug- oder Motorsteuerung erfolgen, um Unfälle zu vermeiden. Aufgrund des Voranschreitens in der Technologie, gibt es inzwischen auch eine Vielzahl von Sensoren, welche an die Platzressourcen von Motorrädern anpassbar sind und die Entwicklung der Fahrassistenten unterstützen.

[0005] Das Dokument DE 10 2019 215 508 A1 offenbart ein Warnsystem für Motorräder. Ein Umgebungssensor bestimmt die Anwesenheit und den Ort von anderen Verkehrsteilnehmern oder anderen Objekten, insbesondere durch Bestimmung eines Winkels. Wenn der Winkel des Vorderrades einen vordefinierten Winkel überschreitet, wird eine Warnung ausgegeben, um eine Kollision mit einem detektierten Objekt zu vermeiden. Die Warnung kann unter anderem akustisch erfolgen.

[0006] Das Dokument DE 10 2018 126 916 A1 offenbart eine Fahrzeug-zuFahrzeug-Kommunikationssystem für Motorräder. Ein Bremsen eines vorausfahrenden Motorrads kann dem Fahrer eines folgenden Motorrads mittels eines optischen oder akustischen Signals, welches von einer Ausgabereinrichtung des folgenden Motorrads abgegeben wird, signalisiert werden.

[0007] Weitere aus dem Stand der Technik bekannte Systeme gehen beispielsweise aus der WO 2019/239402 A1, der CN 113888903 A, der US 2013/0311075 A1 oder der DE 10 2014 213 392 A1 hervor.

[0008] Bei Verwendung dieser Systeme ist eine schnelle Warnung des Benutzers, im Gegensatz zu den oben genannten Fehlfunktionen von Fahrzeug oder Motor, essenziell. In solchen Gefahrensituationen hat ein Fahrer nur sehr wenig Zeit, um zu reagieren. Es ist daher notwendig, einen Fahrer schnellstmöglich über eine möglicherweise auftretende oder bereits aufgetretene Gefahr zu warnen.

[0009] Akustische Signale (oder Klänge) sind dafür besser geeignet als optische Signale, da ein Fahrer diese unmittelbar wahrnimmt, ohne auf eine Warnleuchte schauen zu müssen. Akustische Signale sind in geschlossenen Fahrzeugen bereits sehr weit verbreitet.

[0010] Bei der Anwendung auf offenen Fahrzeugen, insbesondere motorbetriebenen Fahrzeugen wie Motorräder, Quads, Buggys oder Cabriolets, kann aufgrund der starken Geräuschkentwicklung durch den Fahrtwind bei schnellen Fahrten jedoch nicht immer garantiert werden, dass ein akustisches Signal gehört oder wahrgenommen wird.

[0011] Klänge, welche von Klangabgabevorrichtungen wie Lautsprecher, welche auf dem Fahrzeug selbst angeordnet sind, abgegeben werden, sind aufgrund des Fahrtwinds und des Tragens eines Helms schlecht hörbar. Ein akustisches Signal, welches aus einem Lautsprecher kommt, müsste sehr laut sein und könnte aufgrund dessen unbeabsichtigt andere Verkehrsteilnehmer

ablenken oder gar erschrecken, ebenso wie den Fahrer selbst.

[0012] Es ist bekannt, Klangabgabevorrichtungen im Helm anzuordnen, sodass der Klang nahe am Ohr des Fahrers erzeugt werden kann. Dennoch ist die Geräuscentwicklung durch den Fahrtwind auch im Helm vorhanden. Auch Klänge aus Klangabgabevorrichtungen im Helm können oftmals nicht gut gehört werden, insbesondere bei schnellen Fahrten.

[0013] Die Aufgabe der Erfindung ist es, die genannten Probleme zu lösen. Insbesondere ist die Aufgabe der Erfindung, eine Warnung eines Fahrers eines offenen Fahrzeugs mittels mindestens einem Klang zu ermöglichen, wobei die Warnung eine zuverlässige, schnelle und zielgerichtete Reaktion des Fahrers eines offenen Fahrzeugs auslöst.

[0014] Die Aufgabe wird gelöst durch die unabhängigen Ansprüche 1, 6, 22 oder 24.

[0015] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der mindestens eine Klang mindestens einen Frequenzteil in einem Frequenzbereich von 900 bis 20000 Hertz aufweist. Bevorzugt sind alle oder ein Großteil der Frequenzanteile des mindestens einen Klangs im Frequenzbereich angeordnet.

[0016] „Frequenzanteile“ des mindestens einen Klangs sind Frequenzanteile, welche stark genug sind, dass sie gehört werden können.

[0017] Ein Klang mit Frequenzanteilen in diesem Frequenzbereich hat eine zuverlässige Reaktion des Fahrers des offenen Fahrzeugs zur Folge, da ein solcher Klang von Fahrern gut gehört wird.

[0018] Das liegt daran, dass die Lautstärke des Fahrtwinds mit zunehmender Frequenz, ab in etwa 60 bis 90 Hertz, abnimmt, womit sich ein Klang mit Frequenzanteilen in dem beschriebenen Frequenzbereich leichter vom Fahrtwindgeräusch abheben kann.

[0019] Der mindestens eine Klang ist tief genug (Frequenz kleiner gleich 20000 Hertz) um von den meisten (menschlichen) Fahrern gehört zu werden.

[0020] Insbesondere erstreckt sich der Frequenzbereich von 1000 bis 10000 Hertz. Klänge mit Frequenzanteilen in diesem Bereich sind angenehmer anzuhören.

[0021] Als Klang wird einerseits ein musikalischer Klang mit einer Tonhöhe bezeichnet, welcher insbesondere im Wesentlichen harmonische Obertöne aufweist. Zudem kann ein Klang im Sinne der Anmeldung auch eine Kombination von mehreren Einzelklängen unterschiedlicher Tonhöhen sein. Andererseits kann ein Klang ein Geräusch sein, welches insbesondere keine harmonischen Obertöne aufweist, oder Geräuschanteile aufweisen.

[0022] Der Klang kann über Luftschall oder Körperschall an den Fahrer übertragen werden.

[0023] Der mindestens eine Klang weist einen Schalldruckpegel („sound pressure level“, SPL) auf, wobei der Schalldruckpegel, bevorzugt in Terzbändern, bevorzugt in einem Bereich von 50 bis 110 Dezibel liegt.

[0024] Ein Klang in diesem Schalldruckpegel-Frequenz-Bereich hat eine noch zuverlässige Reaktion des Fahrers des offenen Fahrzeugs zur Folge, da ein solcher Klang typischerweise laut genug ist (Schalldruckpegel größer gleich 50 dB), um sich vom Fahrtwindgeräusch abzuheben.

[0025] Das Fahrtwindgeräusch nimmt mit zunehmender Frequenz in seiner Lautstärke ab. In Bezug auf die Hörbarkeit gegenüber dem Fahrtwindgeräusch sind daher hohe und laute Klänge zu bevorzugen.

[0026] Zudem ist der mindestens eine Klang leise genug (bevorzugt Schalldruckpegel in Terzbändern kleiner gleich 110 dB), um das Gehör des Fahrers nicht zu schädigen. Die frequenzabhängige Gehörschädigungsgrenze wird damit nicht überschritten.

[0027] Der mindestens eine Klang kann damit bei hohen Geschwindigkeiten bis zu 120 Kilometer pro Stunde, von Fahrern mit oder ohne Ohrstöpsel und ohne eine Schädigung des Gehörs zu erzeugen zuverlässig wahrgenommen werden.

[0028] In anderen Worten sind mindestens ein, vorzugsweise alle oder ein Großteil der, Fre-

quenzanteil(e) und der Schalldruckpegel innerhalb eines gedachten Bereichs in einem Schalldruckpegel-Frequenz-Koordinatensystem angeordnet, wobei der gedachte Bereich ein Rechteck mit den Eckpunkten 110 Dezibel und 900 Hertz, 110 Dezibel und 20000 Hertz, 50 Dezibel und 20000 Hertz und 50 Dezibel und 900 Hertz ist.

[0029] Um die Wahrnehmung noch zuverlässiger zu machen, sind Frequenzanteile bei niedrigeren Schalldruckpegeln bevorzugt in einem kleineren Frequenzbereich angeordnet. In einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass sich mindestens ein, vorzugsweise alle oder ein Großteil der, Frequenzanteil(e) und der Schalldruckpegel des mindestens einen Klangs innerhalb eines gedachten Bereichs in einem Schalldruckpegel-Frequenz-Koordinatensystem angeordnet sind, wobei der gedachte Bereich ein Dreieck mit

- einem ersten Eckpunkt bei 90 Dezibel und 900 Hertz, und
 - einem zweiten Eckpunkt bei 90 Dezibel und 20000 Hertz, und
 - einem dritten Eckpunkt bei 50 Dezibel und 5000 Hertz
- ist.

[0030] Die Eckpunkte 9, 10 und 11 können je nach Fahrtgeschwindigkeit frequenzmäßig von plus, minus 100Hz schwanken, ebenso der Schalldruckpegel kann abhängig von der Fahrtgeschwindigkeit von plus, minus 10dB schwanken.

[0031] Alternativen für den ersten Eckpunkt wären bei 80 Dezibel und 800 Hertz oder bei 100 Dezibel und 800 Hertz.

[0032] Alternativen für den zweiten Eckpunkt wären bei 80 Dezibel und 19000 Hertz oder bei 100 Dezibel und 21000 Hertz.

[0033] Alternativen für den dritten Eckpunkt wären bei 60 Dezibel und 5000 Hertz oder bei 40 Dezibel und 5000 Hertz.

[0034] Der Schalldruckpegel eines Frequenzanteils kann durch Aufnahme des Signals, beispielsweise mit einem Schalldruckpegelmesser, Digitalisierung des Signals und rechnerischer Anwendung einer Fast-Fourier-Transform (FFT) auf das digitalisierte Signal bestimmt werden. Insbesondere kann die FFT eine Auflösung („FFT Size“) von 4096 Bins in der Frequenzrange von 20 bis 20000 Hz aufweisen. So kann einem Frequenzanteil ein Schalldruckpegelwert zugeordnet werden (mit endlicher Auflösung).

[0035] Insbesondere wird durch diesen eingeschränkten Bereich im Schalldruckpegel-Frequenz-Koordinatensystem die Wahrnehmung für niedrigere Schalldruckpegel im beschriebenen Bereich verbessert. Es kann damit garantiert werden, dass alle Fahrer den Warnton hören.

[0036] Der Bereich ist durch die Dreiecksform damit an die Frequenzabhängigkeit der Wahrnehmungsgrenze von älteren Fahrern und an die Frequenzabhängigkeit der Lautstärke des Fahrtwindgeräusches angepasst. Die Wahrnehmungsgrenze von älteren Menschen steigt mit der Frequenz an (höhere Frequenzen werden schlechter gehört und müssen lauter sein), während die Lautstärke des Fahrtwindgeräusches mit der Frequenz abnimmt (niedrigere Frequenzen werden stärker vom Fahrtwindgeräusch überdeckt und müssen lauter sein). Bei niedrigen und hohen Frequenzen des Frequenzbereichs von 900 bis 20000 Hertz werden daher höhere Schalldruckpegel benötigt, woraus die Dreiecksform folgt.

[0037] Das menschliche Ohr verarbeitet Klänge in Frequenzbändern, beispielsweise Oktavbändern oder Terzbändern. Ein Warnton (oder Klang) hebt sich von einem Hintergrundgeräusch hörbar ab, wenn der Bandschalldruckpegel (Schalldruckpegel des mindestens einen Klangs in einem Frequenzband) in mindestens einem Frequenzband höchstens 6 Dezibel unter dem entsprechenden Bandschalldruckpegel („band sound pressure level“) des Hintergrundgeräusches liegt. Für hohe Frequenzbänder ist die Wahrnehmungsgrenze für ältere Menschen ausschlaggebend für die Hörbarkeit des mindestens einen Klangs.

[0038] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel liegt der Bandschalldruckpegel eines Terzbands (oder 1/3-Oktavbands) des mindestens einen Klangs mit einer im (oben definierten) Frequenzbereich befindlichen Mittenfrequenz in einem Bereich von 50 bis 105 Dezibel.

[0039] Insbesondere weist der Bandschalldruckpegel eines Terzbands des mindestens einen Klangs mit einer Zentralfrequenz

- von 1000 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 87,0 bis 92,7 Dezibel auf, und/oder
- von 1250 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 83,4 bis 93,7 Dezibel auf, und/oder
- von 1600 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 81,1 bis 94,7 Dezibel auf, und/oder
- von 2000 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 78,6 bis 95,6 Dezibel auf, und/oder
- von 2500 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 76,9 bis 96,6 Dezibel auf, und/oder
- von 3150 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 75,6 bis 97,7 Dezibel auf, und/oder
- von 4000 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 70,7 bis 98,7 Dezibel auf, und/oder
- von 5000 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 65,5 bis 99,7 Dezibel auf, und/oder
- von 6300 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 61,4 bis 100,7 Dezibel auf, und/oder
- von 8000 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 70,9 bis 101,7 Dezibel auf, und/oder
- von 10000 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 74,7 bis 102,7 Dezibel auf, und/oder
- von 12500 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 84,0 bis 103,7 Dezibel auf, und/oder
- von 16000 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 87,7 bis 104,7 Dezibel auf.

[0040] Durch die Wahl der unteren Grenze für den Bandschalldruckpegel hebt sich der mindestens eine Klang in jedem Frequenzband hörbar vom Fahrtgeräusch ab und ist auch für ältere Menschen hörbar. Durch die Wahl der oberen Grenze wird eine Schädigung des Gehörs vermieden.

[0041] Der Bandschalldruckpegel kann mit bekannten Methoden, insbesondere unter Anwendung eines Terzbandfilters, gemessen werden.

[0042] Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Frequenzbereich mindestens einen, besonders bevorzugt alle oder einen Großteil der, wesentlichen Frequenzanteil(e) des mindestens einen Klangs umfasst. Als wesentlicher Frequenzanteil wird ein Frequenzanteil bezeichnet, welcher einen Schalldruckpegel über einem Grenzwert von 45 Dezibel aufweist.

[0043] Alternativ könnten wesentliche Frequenzanteile durch einen Schalldruckpegel über einem Grenzwert von 40 Dezibel und/oder 50 Dezibel definiert sein.

[0044] Es kann daher mindestens ein wesentlicher Frequenzanteil in dem beschriebenen Frequenzbereich liegen. Besonders bevorzugt liegen alle oder ein Großteil der wesentlichen Frequenzanteile im beschriebenen Frequenzbereich.

[0045] Der mindestens eine Klang kann insbesondere Frequenzanteile oder wesentliche Frequenzanteile außerhalb des beschriebenen Frequenzbereichs aufweisen, wobei bevorzugt alle oder ein Großteil der wesentlichen Frequenzanteile innerhalb des beanspruchten Frequenzbereichs oder Schalldruck-Frequenzbereichs liegen.

[0046] Insbesondere ist bevorzugt der tiefste wesentliche Frequenzanteil (Grundton oder Tonhöhe des mindestens einen Klangs) im Frequenzbereich angeordnet. Es ist denkbar, dass höhere wesentliche Frequenzanteile (Obertöne, insbesondere höhere Obertöne) teilweise außerhalb des Frequenzbereichs angeordnet sind.

[0047] Die Tonhöhe bzw. der tiefste wesentliche Frequenzanteil des mindestens einen Klangs ist

bevorzugt in einem Frequenzbereich von 1000 bis 4000 Hertz (umfassend C6 bis B7 in musikalischer Notation), bevorzugt 1200 bis 1800 Hertz (umfassend E6 bis A6 in musikalischer Notation), angeordnet. Es wird die angloamerikanische Notation verwendet.

[0048] Bevorzugt ist der Schalldruckpegel des mindestens einen Klangs der Schalldruckpegel am Ort des Ohres des Fahrers. Der Schalldruckpegel kann insbesondere mittels eines Schalldruckpegelmessers oder Schallpegelmessers am Ort des Fahrers gemessen werden.

[0049] Auch kann der Schalldruckpegel unmittelbar bei der Klangabgabevorrichtung gemeint sein. Bei Kopfhörern oder Headsets entspricht dies unter anderem dem Ort des Ohres des Fahrers.

[0050] Bevorzugt ist mit dem Schalldruckpegel des mindestens einen Klangs der Schalldruckpegel des gesamten Klangs gemeint, wie er beispielsweise mit einem Mikrophon gemessen werden kann.

[0051] Es ist alternativ denkbar, dass mit dem Schalldruckpegel des mindestens einen Klangs der Schalldruckpegel der, insbesondere wesentlichen, Frequenzanteile im angegebenen Frequenzbereich gemeint ist, der beispielsweise durch eine frequenzselektive Schalldruckpegelmessung bestimmt werden kann, beispielsweise wie oben beschrieben mittels Anwendung einer FFT oder anderen einem Fachmann bekannten, insbesondere analoge, Methoden.

[0052] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Auswerteinheit dazu ausgebildet ist, eine Gefahrensituation in der Umgebung des Fahrzeugs basierend auf dem mindestens einen Signal des mindestens einen Umgebungssensors zu erkennen, wobei die Klangabgabevorrichtung den mindestens einen Klang bei einem Erkennen der Gefahrensituation abgibt.

[0053] Es kann vorkommen, dass das Abspielen des mindestens einen Klangs in einer Gefahrensituation von einem Fahrer zwar wahrgenommen, aber nicht erkannt wird. Ein unerkannter Klang kann einen Fahrer in einer Gefahrensituation Ablenken oder Verwirren.

[0054] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Auswerteinheit dazu ausgebildet ist, eine Gefahrensituation in der Umgebung des Fahrzeugs basierend auf dem mindestens einen Signal des mindestens einen Umgebungssensors mindestens in eine erste Klasse, welche hohe Reaktionsdringlichkeit des Fahrers erfordert, und in eine zweite Klasse, welche eine niedrige Reaktionsdringlichkeit des Fahrers erfordert, zu klassifizieren. Weiterhin ist die Auswerteinheit dazu ausgebildet, die Klangabgabevorrichtung dazu zu veranlassen, bei einer hohen Reaktionsdringlichkeit eine erste Klangfolge umfassend mindestens einen Klang und bei einer niedrigen Reaktionsdringlichkeit eine von der ersten Klangfolge verschiedene zweite Klangfolge umfassend mindestens einen Klang abzugeben. Der mindestens eine Klang kann wie oben beschrieben ausgebildet sein.

[0055] Als Klangfolge wird eine zeitliche Abfolge von gleichen oder voneinander verschiedenen Klängen bezeichnet.

[0056] Das Abgeben von verschiedenen Klangfolgen je nach Reaktionsdringlichkeit führt zu einer schnellen Reaktion des Fahrers. Das liegt unter anderem daran, dass für die erste Klangfolge kein Gewöhnungseffekt eintritt, da die erste Klangfolge nur in sehr kritischen Situationen (und daher selten) abgegeben wird. Die zweite Klangfolge kann im Vergleich dazu öfter abgegeben werden und den Fahrer auf weniger kritische Situationen aufmerksam machen.

[0057] Es kann abgeschätzt werden, dass die erste Klangfolge im Schnitt alle 500 Fahrstunden und die zweite Klangfolge im Schnitt alle 5 Fahrstunden abgegeben wird.

[0058] Je nach Reaktionsdringlichkeit bestehen verschiedene Anforderungen an die entsprechende Klangfolge.

[0059] Die erste Klangfolge, welche bei einer hohen Reaktionsdringlichkeit ausgegeben wird, muss auch ohne Kenntnis derselben eine schnelle und zielgerichtete Reaktion zur Folge haben.

[0060] Die zweite Klangfolge, welche bei einer niedrigen Reaktionsdringlichkeit ausgegeben wird, kann vom Fahrer gelernt werden, da er diese öfters hört.

[0061] Die erste Klangfolge sollte daher eine Ähnlichkeit mit der zweiten Klangfolge aufweisen, damit ein Fahrer die bezüglich der zweiten Klangfolge gelernte Reaktion beim Wahrnehmen der unbekannten ersten Klangfolge ausführt. Insbesondere wenn die Klangfolgen mehrere unterschiedliche Richtungsausformungen für Gefahr im Vorderbereich, im linken Seitenbereich oder im rechten Seitenbereich aufweisen, kann so eine zielgerichtete gelernte Reaktion der zweiten Klangfolge auf die unbekannte erste Klangfolge übertragen werden.

[0062] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Tonhöhe mindestens eines Klangs und/oder der Tonhöhenunterschied von mindestens zwei Klängen der ersten Klangfolge gleich wie die Tonhöhe mindestens eines Klangs beziehungsweise dem Tonhöhenunterschied von mindestens zwei Klängen der zweiten Klangfolge ist. Damit besteht eine erkennbare Verwandtschaft zwischen der ersten Klangfolge und der zweiten Klangfolge.

[0063] Die erste Klangfolge sollte zudem einen Unterschied zur zweiten Klangfolge aufweisen, damit ein Fahrer die höhere Reaktionsdringlichkeit auch ohne Kenntnis der ersten Klangfolge versteht. Bevorzugt sollte die erste Klangfolge auch aus sich heraus, beispielsweise aus psychoakustischen Gründen, die hohe Reaktionsdringlichkeit übermitteln.

[0064] Diese Problematik wird durch die folgenden Ausführungsbeispiele adressiert.

[0065] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist die erste Klangfolge eine größere Klangwiederholungsrate als die zweite Klangfolge auf. Zusätzlich oder alternativ kann die erste Klangfolge länger (über einen längeren Zeitraum) als die zweite Klangfolge abgegeben werden. Die erste Klangfolge weist damit mindestens einen Unterschied zur zweiten Klangfolge auf, sodass ein Fahrer die höhere Reaktionsdringlichkeit auch ohne Kenntnis der ersten Klangfolge versteht. Zudem übermittelt die erste Klangfolge aus sich heraus (aus psychoakustischen Gründen) die hohe Reaktionsdringlichkeit, da die Klangwiederholungsrate größer ist und die Abgabedauer länger ist.

[0066] Insbesondere kann die erste Klangfolge Klänge mit einer Klangwiederholungsrate von 7 bis 15, bevorzugt 7 bis 10, Klängen pro Sekunde aufweisen.

[0067] Die Klangwiederholungsrate kann als der Umkehrwert der Dauer zwischen zwei hintereinander abgegebenen Klängen definiert sein. Die Klangwiederholungsrate kann auch als mittlere Klangwiederholungsrate unter Berücksichtigung von Zwischenpausen zwischen aufeinanderfolgenden Klangfolgen definiert sein.

[0068] Zusätzlich oder alternativ kann die erste Klangfolge Klänge mit einer Klangdauer zwischen 40 und 50, bevorzugt zwischen 43 und 45, Millisekunden aufweisen.

[0069] Zusätzlich oder alternativ kann die erste Klangfolge nach den Klängen jeweils eine Pause von 50 bis 60, vorzugsweise 55 bis 57 Millisekunden aufweisen.

[0070] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Auswertereinheit dazu ausgebildet ist, die Klangabgabevorrichtung dazu zu veranlassen, die erste Klangfolge wiederholt abzugeben, solange die Auswertereinheit aufgrund der Signale des mindestens einen Umgebungssensors auf eine hohe Reaktionsdringlichkeit schließt. Es kann dabei vorgesehen sein, dass zwischen jeder zweiten Wiederholung der ersten Klangfolge eine Zwischenpause mit einer Dauer von 100 bis 500 Millisekunden, bevorzugt 250 bis 350 Millisekunden vorhanden ist.

[0071] Ausführungsbeispiele zu den Eigenschaften der zweiten Klangfolge (für eine niedrige Reaktionsdringlichkeit) sind im Folgenden angegeben:

[0072] Insbesondere kann die zweite Klangfolge Klänge mit einer Klangwiederholungsrate von 5 bis 8, bevorzugt 5,3 bis 5,4, Klängen pro Sekunde aufweisen.

[0073] Zusätzlich oder alternativ kann die zweite Klangfolge Klänge mit einer Dauer zwischen 80 und 90, bevorzugt zwischen 84 und 86, Millisekunden aufweisen.

[0074] Zusätzlich oder alternativ kann die zweite Klangfolge nach den Klängen jeweils eine Pause von 75 bis 107, bevorzugt 101 bis 103, Millisekunden aufweisen.

[0075] Die Klänge der zweiten Klangfolge können einen Nachhall aufweisen. Klangdauer und die nachfolgende Pause werden ohne Berücksichtigung des Nachhalls definiert.

[0076] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Auswertereinheit dazu ausgebildet ist, die Klangabgabevorrichtung dazu zu veranlassen, die zweite Klangfolge nur einmal abzugeben, sobald die Auswertereinheit aufgrund der Signale des mindestens einen Umgebungssensors auf eine niedrige Reaktionsdringlichkeit schließt. Die zweite Klangfolge kann auch wenige Male abgegeben werden, bevorzugt jedoch nicht dauernd.

[0077] Durch das einmalige/wenig malige Ausgeben der zweiten Klangfolge und die niedrigere Klangwiederholungsrate wird dem Fahrer eine Reaktionsdringlichkeit mitgeteilt, ohne dass der Fahrer übermäßig abgelenkt oder verwirrt wird. Zudem tritt kein Gewöhnungseffekt ein, da sich die erste Klangfolge von der zweiten Klangfolge abhebt.

[0078] Durch die hohe Klangwiederholungsrate und das andauernde Ausgeben übermitteln die erste Klangfolge sowohl relativ zur zweiten Klangfolge als auch als solche, dass eine hohe Reaktionsdringlichkeit besteht.

[0079] Bei einer Annäherung des Fahrzeugs an ein Objekt kann die Gefahrensituation zuerst als Gefahrensituation mit niedriger Reaktionsdringlichkeit klassifiziert werden und folglich die zweite Klangfolge abgegeben werden. Nähert sich das Fahrzeug weiter an das Objekt an, kann daraufhin die Gefahrensituation als Gefahrensituation mit einer hohen Reaktionsdringlichkeit klassifiziert werden und folglich die erste Klangfolge abgegeben werden.

Es kann aber auch vorkommen, dass direkt eine Gefahrensituation mit einer hohen Reaktionsdringlichkeit klassifiziert wird, sodass gleich die erste Klangfolge abgegeben wird. Das kann beispielsweise bei einem plötzlichen Auftreten einer Gefahrensituation vorkommen.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel können die erste Klangfolge und die zweite Klangfolge jeweils unterschiedliche Richtungsausformungen aufweisen, je nachdem ob die Auswertereinheit aufgrund der Signale des mindestens einen Umgebungssensors auf eine Gefahr im Vorderbereich beziehungsweise im linken Seitenbereich beziehungsweise im rechten Seitenbereich beziehungsweise im Hinterbereich des Fahrzeugs schließt. Ein Fahrer kann damit zielgerichtet auf eine Gefahrensituation reagieren.

[0080] Es kann zudem eine eigene Richtungsausformung abgegeben werden, wenn die Auswertereinheit eine Änderung eines Status am Dashboard des Fahrzeugs erkennt. Ein Fahrer soll durch eine Klangfolge dieser Richtungsausformung dazu verleitet werden, auf das Dashboard zu schauen und die Änderung, welche typischerweise mit dem Aufleuchten einer Warnleuchte einhergeht, wahrzunehmen. Eine solche Statusänderung kann beispielsweise das Umschalten auf den Reservetank oder der Hinweis auf Eisgefahr sein.

[0081] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Tonhöhe mindestens eines Klangs der ersten Klangfolge mit einer Richtungsausformung gleich der Tonhöhe mindestens eines Klangs der zweiten Klangfolge mit derselben Richtungsausformung ist. Insbesondere können auch mehrere Klänge der ersten Klangfolge in der Tonhöhe entsprechende Klänge in der zweiten Klangfolge aufweisen. Es kann auch ein Tonhöhenunterschied, insbesondere ein musikalisches Intervall, der ersten Klangfolge in der zweiten Klangfolge vertreten sein.

[0082] Damit sind die erste Klangfolge und die zweite Klangfolge einer bestimmten Richtungsausformung miteinander verwandt. Insbesondere Tonhöhenunterschiede und musikalische Intervalle sind leicht wiedererkennbar. Ein Fahrer erkennt damit die Richtungsausformung einer unbekannten ersten Klangfolge aufgrund der Ähnlichkeit mit der bekannten zweiten Klangfolge derselben Richtungsausformung. Er kann damit bei hoher Reaktionsdringlichkeit zielgerichtet reagieren.

[0083] Spezifische Richtungsausformungen der Klangfolgen können für eine Gefahr im Vorderbereich, im linken Seitenbereich und/oder im rechten Seitenbereich vorgesehen sein. Auch kann eine Gefahr hinter dem Fahrzeug oder eine Statusänderung am Dashboard eine eigene Richtungsausformung hervorrufen. Beispiele von Richtungsausformungen sind im Folgenden angegeben.

[0084] In einem Ausführungsbeispiel ist die Auswertereinheit dazu ausgebildet, die Klangabgabevorrichtung dazu zu veranlassen, die erste Klangfolge und/oder die zweite Klangfolge mit in der Tonhöhe aufsteigenden Klängen abzugeben, wenn die Auswertereinheit aufgrund der Signale des mindestens einen Umgebungssensors auf eine Gefahr im Vorderbereich des Fahrzeugs schließt.

[0085] Die aufsteigenden Klänge leiten aufgrund von psychoakustischen Effekten einen Fahrer dazu, nach vorne zu schauen. Damit wird ein Fahrer zielgerichtet auf eine Gefahr hingewiesen.

[0086] Zudem haben die aufsteigenden Klänge einen Wiedererkennungswert. Ein Fahrer kann daher die Reaktion auf die bekannte aufsteigende zweite Klangfolge (nach vorne schauen) auf die unbekannte aufsteigende erste Klangfolge übertragen.

[0087] Insbesondere kann die erste Klangfolge drei Klänge mit verschiedenen Tonhöhen umfassen, wobei die Tonhöhen vorzugsweise bei rund 1319 Hertz (E6), 1480 Hertz (F#6) und 1568 Hertz (G6) liegen.

[0088] Die erste Klangfolge kann einen Tonhöhenunterschied von einem Ganzton und einen Tonhöhenunterschied von einem Halbton aufweisen.

[0089] Insbesondere kann die zweite Klangfolge zwei Klänge mit verschiedenen Tonhöhen umfassen, wobei die Tonhöhen vorzugsweise bei rund 1480 Hertz (F#6) und 1568 (G6) Hertz liegen.

[0090] Die zweite Klangfolge kann einen Tonhöhenunterschied von einem Halbton aufweisen.

[0091] Die Tonhöhen der ersten Klangfolge und der zweiten Klangfolge entsprechen einander zumindest teilweise. Beide weisen zumindest teilweise die gleiche Tonhöhe auf und weisen einen gemeinsamen Tonhöhenunterschied (Halbtonintervall) auf. Damit erkennt ein Fahrer die Verwandtschaft der beiden Klangfolgen.

[0092] Durch die Verwendung von drei Tonhöhen bei der ersten Klangfolge wird eine höhere Reaktionsdringlichkeit suggeriert als durch die Verwendung von zwei Tonhöhen.

[0093] In einem Ausführungsbeispiel weist die Klangabgabevorrichtung einen linken und einen rechten Kanal auf, wobei die Auswertereinheit dazu ausgebildet ist, die Klangabgabevorrichtung dazu zu veranlassen, die erste Klangfolge und/oder die zweite Klangfolge hauptsächlich am linken oder am rechten Kanal abzugeben, wenn die Auswertereinheit aufgrund der Signale des mindestens einen Umgebungssensors auf eine Gefahr im linken Seitenbereich beziehungsweise im rechten Seitenbereich des Fahrzeugs schließt.

[0094] Der linke oder rechte Kanal wird bevorzugt hauptsächlich oder ausschließlich vom linken beziehungsweise rechten Ohr des Fahrers wahrgenommen, beispielsweise durch Stereo-Kopfhörer.

[0095] Damit kann zielgerichtet auf eine Gefahrensituation hingewiesen werden.

[0096] Bevorzugt kann die erste Klangfolge und die zweite Klangfolge dieser Richtungsanführung Klänge mit konstanter Tonhöhe umfassen. Der Hinweis auf eine Gefahr im Seitenbereich erfolgt damit ausschließlich über die Anordnung der Klangfolge im Stereo-Feld. Damit wird eine Verwechslung mit der Richtungsanführung „vorne“ vermieden.

[0097] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der mindestens eine Umgebungssensor eine Kamera, ein Abstandsmessgerät und/oder eine Kommunikationseinrichtung zur Kommunikation mit weiteren Fahrzeugen oder stationären Einrichtungen.

[0098] Bei der Kamera kann es sich um eine Kamera für sichtbares Licht oder Infrarot handeln. Eine Kamera kann eine Gefahrensituation mit bekannten Methoden erfassen.

[0099] Das Abstandsmessgerät kann beispielsweise mit Radar-, Sonar- oder Lidar-Wellen arbeiten. Es sind aber auch andere Abstandsmessgeräte möglich.

[00100] Eine Kommunikationseinrichtung zur Kommunikation mit weiteren Fahrzeugen oder stationären Einrichtungen kann in einer drahtlosen Verbindung, beispielsweise über Mikrowellen, bestehen. Beispielsweise kann sich eine Fahrzeugkolonne miteinander verbinden, sodass ein

abruptes Bremsen eines vorfahrenden Fahrzeugs die Ausgabe mindestens eines Klangs oder einer Klangfolge am Fahrzeug des nachfahrenden Fahrzeugs bedingt.

[00101] Die Klangabgabevorrichtung kann ein Helmlautsprecher, ein Kopfhörer oder ein am Fahrzeug angeordneter Lautsprecher sein. Bevorzugt kann der mindestens eine Klang drahtlos an die Klangabgabevorrichtung sendbar sein, insbesondere von einer Klangerzeugungsvorrichtung oder von der Auswerteinheit. Hierfür kann insbesondere ein bekanntes Übertragungsprotokoll verwendet werden. Es sind aber auch Verbindungen mittels Kabel denkbar, insbesondere wenn der Lautsprecher am Fahrzeug angeordnet ist.

[00102] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind Audiodaten des mindestens einen Klangs oder der mindestens einen Klangfolge auf einem, vorzugsweise digitalen, Datenträger abgespeichert, insbesondere in einer zeit- und wertdiskreten Darstellung. Es sind aber auch analoge Datenträger mit einer kontinuierlichen Darstellung der Audiodaten denkbar. Der Datenträger kann am Fahrzeug angeordnet sein oder an einem anderen Ort, beispielsweise im Helm des Fahrers.

[00103] Insbesondere können acht Klangfolgen am Datenträger abgespeichert sein: Zwei Klangfolgen für eine Gefahrensituation im Vorderbereich, zwei Klangfolgen für eine Gefahrensituation im linken Seitenbereich, zwei Klangfolgen für eine Gefahrensituation im rechten Seitenbereich, zwei Klangfolgen für eine Gefahrensituation im Hinterbereich oder für eine Statusänderung am Dashboard (letztere optional). Es kann jeweils eine erste Klangfolge für eine hohe Reaktionsdringlichkeit und eine zweite Klangfolge für eine niedrige Reaktionsdringlichkeit vorgesehen sein.

[00104] Optional können auch nur vier Klangfolgen am Datenträger abgespeichert sein: Zwei Klangfolgen für eine Gefahrensituation im Vorderbereich (eine erste Klangfolge und eine zweite Klangfolge, je nach Reaktionsdringlichkeit), eine Klangfolge für eine Gefahrensituation im linken Seitenbereich und eine Klangfolge für eine Gefahrensituation im rechten Seitenbereich. Es kann also vorgesehen sein, dass nur bei einer Gefahrensituation im Vorderbereich zwischen den verschiedenen Reaktionsdringlichkeiten unterschieden wird.

[00105] Die Auswerteinheit kann dazu ausgebildet sein, die Klangabgabevorrichtung direkt dazu zu veranlassen, mindestens einen Klang abzugeben. In diesen Fall kann die Auswerteinheit eine Klangerzeugungsvorrichtung aufweisen. Eine Klangerzeugungsvorrichtung erzeugt das Klangsinal, welches die Klangabgabevorrichtung in einen physikalischen Klang umwandelt.

[00106] Die Klangerzeugungsvorrichtung kann alternativ eine eigenständige Einheit sein, oder in einer weiteren Einheit, wie beispielsweise einer Zentralrecheneinheit des Fahrzeugs oder der Klangabgabevorrichtung, untergebracht sein. Die Auswerteinheit kann dann die Klangabgabevorrichtung indirekt dazu veranlassen, mindestens einen Klang abzugeben.

[00107] Die Klangerzeugungsvorrichtung kann ein Lesegerät zum Auslesen von Audiodaten aus einem digitalen oder analogen Datenträger und einen Wandler zum Umwandeln der Audiodaten in ein elektrisches Signal zum Treiben der Lautsprecher sein. Alternativ kann die Klangerzeugungsvorrichtung ein analoger oder digitaler Synthesizer sein, welche den Klang ohne Auslesen aus einem Speicher erzeugt.

[00108] Die Auswerteinheit kann eine Steuereinheit des Fahrzeugs sein, welche auch andere Aufgaben übernimmt. Die Auswerteinheit kann aber auch nur für die beschriebene Funktion am Fahrzeug angeordnet sein.

[00109] Das offene Fahrzeug ist bevorzugt ein motorbetriebenes Fahrzeug, insbesondere ein Motorrad, ein Quad, ein Buggy oder ein Cabriolet. Bei motorbetriebenen, offenen Fahrzeugen ist der Fahrtwind aufgrund der hohen Geschwindigkeiten besonders laut.

[00110] Erfindungsgemäß ist zudem ein Computerprogrammprodukt zum Warnen eines Fahrers eines offenen Fahrzeugs vorgesehen, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch eine Auswerteinheit diese dazu veranlassen,

- Signale mindestens eines Umgebungssensors zu empfangen,
- mindestens einen Klang zum Warnen des Fahrers an eine Klangabgabevorrichtung zu senden

oder senden zu lassen, wobei der mindestens eine Klang mindestens einen Frequenzanteil in einem Frequenzbereich von 900 bis 20000, insbesondere 1000 bis 10000, Hertz aufweist.

[00111] Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass der mindestens eine Klang einen Schalldruckpegel aufweist, wobei der Schalldruckpegel in einem Bereich von 50 bis 110 Dezibel liegt, vorzugsweise wobei mindestens ein, besonders bevorzugt alle oder ein Großteil der, Frequenzanteil(e) und der Schalldruckpegel des mindestens einen Klangs innerhalb eines gedachten Bereichs in einem Schalldruckpegel-Frequenz-Koordinatensystem angeordnet sind, wobei der gedachte Bereich ein Dreieck mit

- einem ersten Eckpunkt bei 90 Dezibel und 900 Hertz, und
- einem zweiten Eckpunkt bei 90 Dezibel und 20000 Hertz, und
- einem dritten Eckpunkt bei 50 Dezibel und 5000 Hertz

ist.

[00112] Ein erfindungsgemäßes Computerprogrammprodukt, umfasst Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch eine Auswerteinheit diese dazu veranlassen,

- Signale mindestens eines Umgebungssensors zu empfangen,
- eine Gefahrensituation in der Umgebung des Fahrzeugs basierend auf dem mindestens einen Signal des mindestens einen Umgebungssensors mindestens in eine erste Klasse, welche hohe Reaktionsdringlichkeit des Fahrers erfordert, und in eine zweite Klasse, welche eine niedrige Reaktionsdringlichkeit des Fahrers erfordert, zu klassifizieren,
- bei einer hohen Reaktionsdringlichkeit mindestens eine erste Klangfolge umfassend mindestens einen Klang an eine Klangabgabevorrichtung zu senden oder senden zu lassen,
- bei einer niedrigen Reaktionsdringlichkeit mindestens eine von der ersten Klangfolge verschiedene zweite Klangfolge umfassend mindestens einen Klang an eine Klangabgabevorrichtung zu senden oder senden zu lassen.

[00113] Weitere Ausführungsbeispiele und Details sind in den Figuren angegeben. Dabei zeigen:

[00114] Fig. 1a Schalldruckpegel-Frequenz-Diagramm mit der Lautstärke des Fahrtwinds, der Gehörschädlichkeitsgrenze und der Wahrnehmungsgrenze für ältere Menschen

[00115] Fig. 1b Schalldruckpegel-Frequenz-Diagramm wie in Fig. 1a mit einem eingeschränkten gedachten Bereich für den Schalldruck und die Frequenz des Klangs

[00116] Fig. 2 Schalldruckpegel-Frequenz-Diagramm wie in Fig. 1b mit Wahrnehmungsgrenze für Ohrstöpsel-tragende Fahrer und maximale Lautstärke einer getesteten Klangabgabevorrichtung

[00117] Fig. 3 Schalldruckpegel-Frequenz-Diagramm mit dem Frequenzspektrum einer Klangfolge

[00118] Fig. 4 Bandschalldruckpegelbereiche verschiedener Terzbänder und Bandschalldruckpegel einer Klangfolge

[00119] Fig. 5a Wellenform eines Ausführungsbeispiels der ersten Klangfolge

[00120] Fig. 5b Notation eines Ausführungsbeispiels der ersten Klangfolge

[00121] Fig. 6a Wellenform eines Ausführungsbeispiels der zweiten Klangfolge

[00122] Fig. 6b Notation eines Ausführungsbeispiels der zweiten Klangfolge

[00123] Fig. 7 vom Umgebungssensor wahrgenommene Bereiche um das Fahrzeug

[00124] Fig. 8 Fahrzeug mit Fahrer und Warnsystem

[00125] Die Fig. 1a zeigt ein Schalldruckpegel-Frequenz-Diagramm mit einem Schalldruckpegel-Frequenz-Koordinatensystem 7. Auf der Abszisse ist die Frequenz in Hertz logarithmisch im hörbaren Bereich aufgetragen. Auf der Ordinate ist der Schalldruckpegel in Dezibel aufgetragen. Die Schalldruckpegelwerte wurden über eine Fast Fourier Transform (FFT) mit einer Auflösung („FFT

Size“) von 4096 Bins in der Frequenzrange von 20 bis 20000 Hz bestimmt. Es wird der „Peak Hold“-Wert des Schalldruckpegels angegeben, das heißt der Spitzenwert des Schalldruckpegels zu einem beliebigen Zeitpunkt (ohne eine Durchschnittsbildung über die Zeit).

[00126] Im Koordinatensystem 7 ist der frequenzabhängige Schalldruckpegel des Fahrtwinds A als durchgängige Linie, die Gehörschädlichkeitsgrenze B als strichlierte Linie und die Wahrnehmungsgrenze für ältere Menschen C als strichpunktierte Linie (mit zwei Punkten) aufgetragen.

[00127] Der Schalldruckpegel des Fahrtwinds wurde mittels Tests ermittelt. Dazu wurde ein Mikrophon in einem Helm montiert, um den am Ort des Ohrs des Fahrers vorliegenden Schalldruckpegel zu messen.

[00128] In einem Windkanal wurden verschiedene Luftgeschwindigkeiten von 30 bis 140 Kilometer pro Stunde eingestellt und analysiert. Fahrer wurden mit verschiedenen Helmarten (Vollvisierhelm oder Klapphelm mit angehobenem oder abgesenktem Kinnbügel, Schalenhelm mit Visier oder mit Brillen) in einen Windkanal gesetzt. Es wurde für alle Luftgeschwindigkeiten der Kopf des Fahrers in verschiedene Positionen gebracht (Blick nach links, Blick gerade, Blick nach rechts, Schulterblick links, Schulterblick rechts). Auch die Körperpositionen wurden variiert (aufrecht, vorwärts lehndend).

[00129] Zudem wurde der Schalldruckpegel des Fahrtwinds auf der Straße für verschiedene Szenarien gemessen (Landstraße, Autobahn, Stadtstraßen, Tunnels), wobei die Testfahrzeuge Motorräder waren und mit oder ohne Windschutzscheibe verwendet wurden.

[00130] Der Schalldruckpegel wurde jeweils gemessen und seine Frequenzabhängigkeit wurde analysiert. Die Resultate sind als Lautstärke A aufgetragen.

[00131] Der Schalldruckpegel des Fahrtwinds A nimmt mit höheren Frequenzen ab. Ein Klang 5 zum Warnen des Fahrers sollte daher Frequenzanteile im höheren Frequenzbereich aufweisen. Zudem sollte ein Klang 5 nicht zu laut sein, damit das Gehör nicht (permanent) geschädigt wird (unter Linie B).

[00132] Die Auswertereinheit 3 kann abhängig von mindestens einem Signal des mindestens einen Umgebungssensors 2 eine Klangabgabevorrichtung 4 dazu veranlassen, mindestens einen Klang 5 zum Warnen des Fahrers 6 des Fahrzeugs abzugeben, wobei der mindestens eine Klang 5 mindestens einen oder alle oder einen Großteil der Frequenzanteil(e) in einem Frequenzbereich von 900 bis 20000 Hertz aufweist. Dieser Frequenzbereich ist in Fig. 1a eingezeichnet.

[00133] Der mindestens eine Klang weist einen Schalldruckpegel auf, wobei der Schalldruckpegel bevorzugt in einem Bereich von 50 bis 90 Dezibel liegt. Diese Werte sind ebenfalls in Fig. 1a eingezeichnet.

[00134] Dieser Schalldruckpegel-Frequenz-Bereich entspricht einem rechteckigen, gedachten Bereich 8 im Schalldruckpegel-Frequenz-Koordinatensystem 7. Der Bereich ist unter der Grenze für die Gehörschädigung B angeordnet, sodass eine (permanente) Gehörschädigung vermieden wird. Zudem ist der Bereich bei so hohen Frequenzen angeordnet, dass die Lautstärke des Fahrtwinds A schon etwas abgesunken ist. Im Normalfall kann ein solcher Klang 5 während der Fahrt gut wahrgenommen werden.

[00135] Fig. 1b zeigt das Schalldruckpegel-Frequenz-Koordinatensystem 7 aus Fig. 1a. Zudem ist ein eingeschränkter, verbesserter gedachter Bereich 8 im Schalldruckpegel-Frequenz-Koordinatensystem 7 gezeigt. Der gedachte Bereich 8 ist ein Dreieck mit einem ersten Eckpunkt 9 bei 90 Dezibel und 900 Hertz, und einem zweiten Eckpunkt 10 bei 90 Dezibel und 20000 Hertz, und einem dritten Eckpunkt 11 bei 50 Dezibel und 5000 Hertz.

[00136] Klänge 5 mit Frequenzanteilen und einem Schalldruckpegel in diesem eingeschränkten Bereich 8 sind einerseits für ältere Menschen besser hörbar, da sich der Bereich 8 vollständig oberhalb der Wahrnehmungsgrenze C für ältere Menschen befindet. Andererseits liegt der Bereich 8 vollständig oberhalb der Lautstärke des Fahrtwinds A, womit ein Klang 5 mit Schalldruckpegel und Frequenzanteilen in diesem Bereich 8 besser hörbar ist. Insgesamt ist ein Klang 5 mit Schalldruckpegel und Frequenzanteilen innerhalb des Bereichs 8 aus Fig. 1b für alle Menschen

und in allen Fahrsituationen gut hörbar.

[00137] Es sei abermals angemerkt, dass der Bereich für den „Peak-Hold“- Schalldruckpegel bestimmt ist, welcher über eine FFT mit einer Auflösung von 4096 Bins berechnet wurde.

[00138] Der Bereich kann andere Werte annehmen, beispielsweise der Wert des Schalldruckpegels ein Bandschalldruckpegel, insbesondere eines Terzbands (wie in Fig. 4).

[00139] Fig. 2 zeigt das Schalldruckpegel-Frequenz-Koordinatensystem 7 aus den Figuren 1a und 1b mit zwei zusätzlichen Linien D und E.

[00140] Einerseits ist die Wahrnehmungsgrenze E für Fahrer mit Ohrstöpseln als dünne, strichpunktierte Linie eingezeichnet. Schalldruckpegel über dieser Wahrnehmungsgrenze E sind auch mit Ohrstöpseln gut hörbar. Diese Wahrnehmungsgrenze E schneidet den gedachten Bereich 8 im Schalldruckpegel-Frequenz-Koordinatensystem 7 des Klangs 5 nicht, womit sie nicht weiter Beachtung findet.

[00141] Andererseits ist der maximale Schalldruckpegel D einer getesteten Klangabgabevorrichtung 4 als dicke strichpunktierte Linie angezeigt. Bei der getesteten Klangabgabevorrichtung 4 handelt es sich um eine typische Helmsprechanlage, welche drahtlos angesteuert werden kann. Es wurden auch andere Klangabgabevorrichtungen 4 getestet, welche ähnliche Ergebnisse hervorbrachten. Bevorzugt sind die Frequenzanteile und der Schalldruckpegel eines Klangs 5 unterhalb der Linie des maximalen Schalldruckpegels D der getesteten Klangvorrichtung 4 angeordnet (schraffierter Bereich), zumal der Klang 5 bei höheren Frequenzen unangenehm sein kann und andere technische Mittel erfordert. Es ist aber denkbar, einen Klang 5 unter Verwendung einer geeigneten Klangabgabevorrichtung 4 über dieser Linie vorzusehen, da diese Limitierung nicht eine Wahrnehmbarkeit oder eine Schädlichkeit des Klangs 5 beschreibt, sondern lediglich die technische Limitierung eines typischen Systems.

[00142] Die Fig. 3 zeigt ein Schalldruckpegel-Frequenz-Diagramm mit dem Frequenzspektrum einer Klangfolge. Insbesondere ist der gedachte Bereich 8 im Schalldruckpegel-Frequenz-Koordinatensystem 7 der Figuren 1b und 2 dargestellt.

[00143] Das Frequenzspektrum der Klangfolge wurde, wie auch die Linien in den Figuren 1a, 1b und 2, mittels einer FFT mit einer Auflösung von 4096 Bins auf einer Frequenzrange von 20 bis 20000 Hz erzeugt. Es handelt sich um „Peak-Hold“-Werte des Schalldruckpegels (ohne zeitliche Durchschnittsbildung).

[00144] Die Spitzen des Frequenzspektrums des mindestens einen Klangs 5, und damit seine (wesentlichen) Frequenzanteile, befinden sich alle im gedachten Bereich 8.

[00145] Bei der dargestellten Klangfolge handelt es sich insbesondere um die erste Klangfolge 15, insbesondere jene für eine hohe Reaktionsdringlichkeit im Vorderbereich des Fahrzeugs. Die Klangfolge 15 setzt sich aus drei Klängen 5 zusammen, welche jeweils ebenfalls Spitzen im gedachten Bereich 8 aufweisen.

[00146] Die Fig. 4 zeigt Bandschalldruckpegelbereiche verschiedener Terzbänder und Bandschalldruckpegel einer Klangfolge, insbesondere der ersten Klangfolge 15 wie in Fig. 3.

[00147] Auf der Abszisse sind die Mittenfrequenzen der jeweiligen Terzbänder aufgetragen und auf der Ordinate der Bandschalldruckpegel.

[00148] Die hellen Bandschalldruckpegelbereiche stellen den erlaubten Bandschalldruckpegelbereich für das jeweilige Terzband dar. Die schwarze Raute zeigt die Bandschalldruckpegel der ersten Klangfolge 15.

[00149] Die erste Klangfolge 15 weist wesentliche Frequenzanteile in den Terzbändern mit den Mittenfrequenzen 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000 und 6300 auf. Der Bandschalldruckpegel liegt in diesen Terzbändern jeweils bei etwa 90,3 Dezibel. Dieser Wert ist größer als die Spitzenwerte in Fig. 3, welche alle unter 90 Dezibel liegen, da sie sich auf andere, insbesondere größere, Frequenzbereiche beziehen (Fig. 4: Terzbänder, Fig. 3: 4096 Bins der FFT).

[00150] Der maximale Bandschalldruckpegel (sodass keine Gehörschädigung eintritt) und der minimale Bandschalldruckpegel (sodass die Klänge 5 wahrnehmbar sind trotz Fahrtgeräusch und altersbedingtem Gehör) sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Mittenfrequenz des Terzbands in Hertz	Minimaler Bandschalldruckpegel in Dezibel	Maximaler Bandschalldruckpegel in Dezibel
1000	87, 0	92,7
1250	83,4	93,7
1600	81, 1	94,7
2000	78, 6	95, 6
2500	76,9	96, 6
3150	75, 6	97,7
4000	70,7	98,7
5000	65, 5	99, 7
6300	61,4	100,7
8000	70, 9	101,7
10000	74,7	102,7
12500	84, 0	103,7
16000	87,7	104,7

[00151] Die Klangabgabevorrichtung 4 kann eine Klangfolge 15, 16 umfassend mindestens einen Klang 5 abgeben. Die Klangfolge 15, 16 kann je nach Art der Gefahrensituation gewählt werden. Insbesondere kann die Gefahrensituation in der Umgebung des Fahrzeugs 1 basierend auf dem mindestens einen Signal des mindestens einen Umgebungssensors 2 von der Auswertereinheit 3 mindestens in die Klassen „niedrige Reaktionsdringlichkeit“ und „hohe Reaktionsdringlichkeit“ klassifiziert werden.

[00152] Bei einer hohen Reaktionsdringlichkeit wird das Ausgeben einer ersten Klangfolge 15 und bei einer niedrigen Reaktionsdringlichkeit das Ausgeben einer von der ersten Klangfolge verschiedenen zweiten Klangfolge 16 veranlasst.

[00153] Zudem kann je nach Richtung des Gefahrenbereichs relativ zum Fahrzeug 1 die erste Klangfolge 15 und die zweite Klangfolge 16 variiert werden (verschiedene Richtungsausformungen).

[00154] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der wichtigsten Klangfolgen 15, 16 ist im Folgenden gegeben:

Richtung des Gefahrenbereichs	Hohe Reaktionsdringlichkeit -> erste Klangfolge 15	Niedrige Reaktionsdringlichkeit -> zweite Klangfolge 16
Vorderbereich 21	- drei Klänge 5 mit unterschiedlichen, aufsteigenden Tonhöhen - mittig im Stereofeld - höhere Klangwiederholungsrate - laufend abgegeben bis Gefahrensituation vorüber	- zwei Klänge 5 mit unterschiedlichen, aufsteigenden Tonhöhen - mittig im Stereofeld - niedrigere Klangwiederholungsrate - einmal abgegeben, wenn Gefahrensituation erkannt

Linker Seitenbereich 22	- Klänge 5 mit konstanter Tonhöhe - links im Stereofeld - höhere Klangwiederholungsrate - laufend abgegeben bis Gefahrensituation vorüber	- Klänge 5 mit konstanter Tonhöhe - links im Stereofeld - niedrigere Klangwiederholungsrate - einmal abgegeben, wenn Gefahrensituation erkannt
Rechter Seitenbereich 23	- Klänge 5 mit konstanter Tonhöhe - rechts im Stereofeld - höhere Klangwiederholungsrate - laufend abgegeben bis Gefahrensituation vorüber	- Klänge 5 mit konstanter Tonhöhe - rechts im Stereofeld - niedrigere Klangwiederholungsrate - einmal abgegeben, wenn Gefahrensituation erkannt

[00155] Zudem können auch Richtungsausformungen für eine Gefahrensituation im Hinterbereich und eine Statusänderung am Dashboard vorgesehen sein.

[00156] Die Figuren 5a und 5b zeigen Eigenschaften eines Ausführungsbeispiels einer ersten Klangfolge 15. Es handelt sich insbesondere um eine Klangfolge 15 mit einer Richtungsausformung, die auf eine Gefahrensituation im Vorderbereich des Fahrzeugs 1 hinweisen soll.

[00157] Die Fig. 5a zeigt die Wellenform der ersten Klangfolge 15 auf dem linken Kanal L und dem rechten Kanal R. Es handelt sich hier um die Richtungsausformung für eine Gefahrensituation im Vorderbereich 21 des Fahrzeugs 1, die Klänge 5 sind zentral im Stereo-Feld angeordnet.

[00158] Die Klänge 5 weisen eine Klangwiederholungsrate von in etwa 10 Klängen 5 pro Sekunde auf. Die Klangwiederholungsperiode 20 ist in etwa 100 Millisekunden. Die Klangwiederholungsrate 20 ist hier definiert als die Wiederholungsrate zwischen zwei benachbarten Klängen 5 innerhalb der ersten Klangfolge 15 (ohne Berücksichtigung von Zwischenpausen 19), als der Kehrwert der Klangwiederholungsperiode 20. Die Klangwiederholungsperiode 20 ist die Dauer zwischen zwei Klangstartzeitpunkten.

[00159] Eine mittlere Klangwiederholungsrate unter Einbeziehung der Zwischenpause 19 ist etwas kleiner (6,7 Klänge pro Sekunde).

[00160] Die Klänge 5 der ersten Klangfolge 15 weisen eine Klangdauer 17 zwischen 40 und 50, bevorzugt zwischen 43 und 45, Millisekunden auf. Nach den Klängen 5 ist jeweils eine Pause 18 von 50 bis 60, vorzugsweise 55 bis 57 Millisekunden vorgesehen.

[00161] Die Fig. 5b zeigt die Notation mehrerer aufeinander folgender erster Klangfolgen 15 in der Richtungsausformung für eine Gefahrensituation im Vorderbereich 21 des Fahrzeugs 1. Insbesondere sind die Tonhöhen der Klänge 5 notiert. Die Klangfolge 15 weist in diesem Ausführungsbeispiel der Reihenfolge nach die Tonhöhen E6 (1318,51 Hz $\approx$ 1319 Hz), F#6 (1479,98 Hz $\approx$ 1480 Hz) und G6 (1567,98 Hz $\approx$ 1568 Hz) auf.

[00162] Zudem ist ersichtlich, dass nach zwei Klangfolgen 15 eine Zwischenpause 19 vorgesehen ist, nach welcher wieder zwei Klangfolgen 15 gefolgt von einer Zwischenpause 19 abgegeben werden, und so weiter.

[00163] Die aufsteigenden Tonhöhen führen dazu, dass ein Fahrer nach vorne schaut, was bei einer Gefahrensituation im Vorderbereich 21 gewünscht ist. Auch sind die Tonhöhen ähnlich wie bei der zweiten Klangfolge 16, was im Folgenden gezeigt wird.

[00164] Die Fig. 6a zeigt die Wellenform der zweiten Klangfolge 16 auf dem linken Kanal L und dem rechten Kanal R. Es handelt sich hier um die Richtungsausformung für eine Gefahrensituation im Vorderbereich 21 des Fahrzeugs 1, die Klänge 5 sind im Wesentlichen zentral im Stereofeld angeordnet.

[00165] Die Klänge 5 der zweiten Klangfolge 16 weisen eine Klangwiederholungsrate von 5 bis 6, bevorzugt 5,3 bis 5,4, Klängen 5 pro Sekunde auf. Das entspricht einer Klangwiederholungsperiode 20 von ungefähr 187 Millisekunden. Die Klangwiederholungsrate ist daher größer als bei der ersten Klangfolge 15, womit die erste Klangfolge 15 eine höhere Reaktionsdringlichkeit signalisiert als die zweite Klangfolge 16.

[00166] Die Klänge 5 der zweiten Klangfolge 16 weisen eine Klangdauer 17 zwischen 80 und 90, bevorzugt zwischen 84 und 86, Millisekunden auf.

[00167] Nach den Klängen 5 der zweiten Klangfolge 16 ist eine Pause 18 von 97 bis 107, bevorzugt 101 bis 103, Millisekunden vorhanden. In diesem Fall ist nur eine Pause 18 vorhanden, da die Klangfolge 16 nur aus zwei Klängen 5 besteht und nur einmal abgespielt wird.

[00168] Aus der Fig. 6a ebenfalls ersichtlich ist, dass die Klänge 5 einen Nachhall aufweisen. Die Klangdauer und die Pausen sind ohne Berücksichtigung des Nachhalls angegeben.

[00169] Die Fig. 6b zeigt die Notation der zweiten Klangfolge 16 in der Richtungsausformung für eine Gefahrensituation im Vorderbereich 21 des Fahrzeugs 1. Insbesondere sind die Tonhöhen der Klänge 5 notiert. Die Klangfolge 15 weist in diesem Ausführungsbeispiel der Reihenfolge nach die Tonhöhen F#6 (1479,98 Hz ~ 1480 Hz) und G6 (1567,98 Hz ~ 1568 Hz) auf, also einen Halbtonschritt.

[00170] Diese Töne sind auch in der ersten Klangfolge 15 enthalten. Ein Fahrer kann sich daher an die öfter erklingende zweite Klangfolge 16 für Gefahrensituationen mit einer niedrigen Reaktionsdringlichkeit gewöhnen. Beispielsweise kann er lernen, dass er nach vorne schaut. Aufgrund der Verwandtschaft mit der ersten Klangfolge (zwei gleiche Tonhöhen, ein gleiches Halbtonintervall) kann ein Fahrer diese gelernte Reaktion auch in einer Gefahrensituation mit hoher Reaktionsdringlichkeit schnell ausführen.

[00171] Die Fig. 7 zeigt die vom Umgebungssensor 2 (siehe Fig. 8) des Fahrzeugs 1 wahrgenommenen Bereiche rund um das Fahrzeug. Insbesondere wird zwischen einem Vorderbereich 21, einem linken Seitenbereich 22, einem rechten Seitenbereich 23 und einem Hinterbereich 24 unterschieden.

[00172] Die erste Klangfolge 15 und die zweite Klangfolge 16 weisen jeweils unterschiedliche Richtungsausformungen auf, je nachdem ob die Auswertereinheit 3 aufgrund der Signale des mindestens einen Umgebungssensors 2 auf eine Gefahr im Vorderbereich 21 beziehungsweise im linken Seitenbereich 22 beziehungsweise im rechten Seitenbereich 23 beziehungsweise im Hinterbereich 24 des Fahrzeugs 1 schließt.

[00173] Die in den Figuren 5a bis 6b beschriebenen Klangfolgen 15, 16 sind für die Richtungsausformung einer Gefahrensituation im Vorderbereich 22 geeignet.

[00174] In den Seitenbereichen 22, 23 können die Klangfolgen hauptsächlich am linken Kanal L beziehungsweise am rechten Kanal R abgespielt werden. Die Tonhöhe kann konstant sein. Ansonsten können die gleichen Klangwiederholungsraten 20, Klangdauern 17 und Pausen 18, 19 für die erste Klangfolge bzw. die zweiten Klangfolge vorgesehen sein.

[00175] Wenn eine Information erstmals am Dashboard angezeigt wird, beispielsweise bei der Detektion eines leeren Haupttanks oder von Eisgefahr, können Klangfolgen mit absteigenden Tonfolgen verwendet werden. Ein Fahrer wird dann dazu verleitet, nach unten auf das Dashboard zu schauen.

[00176] Die Fig. 8 zeigt ein offenes Fahrzeug 1 in Form eines Motorrads mit einem Fahrer 6. Im Helm des Fahrers 6 ist eine Klangabgabevorrichtung 4 angeordnet, beispielsweise ein Headset. Eine Auswertereinheit 3 interpretiert Signale eines Umgebungssensors 2, um eine Gefahrensituation zu klassifizieren. Insbesondere wird klassifiziert, welche Reaktionsdringlichkeit vorliegt (niedrig, hoch) und wo die Gefahrensituation ist (Vorderbereich 21, linker Seitenbereich 22, rechter Seitenbereich 23, Hinterbereich 24, Statusänderung am Dashboard 25). Je nach Klassifizierung veranlasst die Auswertereinheit 3 die Klangabgabevorrichtung 4 dazu, eine erste Klangfolge 15 oder eine zweite Klangfolge 16 bzw. einen Klang 5 abzuspielen. Die Klangfolge 15, 16 kann von einer Klangerzeugungsvorrichtung 14 erzeugt werden, welche die Klangfolge 15, 16 von einem Datenträger (nicht gezeigt) ausliest. Die Klangerzeugungsvorrichtung 14 ist in Fig. 8 in der Auswertereinheit 3 angeordnet, sie kann aber auch anderswo am Fahrzeug 1 oder am Helm angeordnet sein.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 offenes Fahrzeug
- 2 Umgebungssensor
- 3 Auswerteinheit
- 4 Klangabgabevorrichtung
- 5 Kang
- 6 Fahrer
- 7 Schalldruckpegel-Frequenz-Koordinatensystem
- 8 gedachter Bereich im Schalldruckpegel-Frequenz-Koordinatensystem
- 9 erster Eckpunkt
- 10 zweiter Eckpunkt
- 11 dritter Eckpunkt
- 12 wesentlicher Frequenzanteil
- 13 Schalldruckpegelmaximum
- 14 Klangerzeugungsvorrichtung
- 15 erste Klangfolge
- 16 zweite Klangfolge
- 17 Klangdauer
- 18 Pausen
- 19 Zwischenpause
- 20 Klangwiederholungsperiode
- 21 Vorderbereich
- 22 linker Seitenbereich
- 23 rechter Seitenbereich
- 24 Hinterbereich
- 25 Dashboard
- L linker Kanal
- R rechter Kanal
- A Lautstärke des Fahrtwinds
- B Gehörschädlichkeitsgrenze
- C Wahrnehmungsgrenze von älteren Menschen
- D maximale Lautstärke einer getesteten Klangabgabevorrichtung
- E Wahrnehmungsgrenze mit Ohrstöpseln

Patentansprüche

1. Offenes Fahrzeug (1) mit mindestens einem Umgebungssensor (2) und einer Auswertereinheit (3), wobei die Auswertereinheit (3) dazu ausgebildet ist, abhängig von mindestens einem Signal des mindestens einen Umgebungssensors (2) eine Klangabgabevorrichtung (4) dazu zu veranlassen, mindestens einen Klang (5) zum Warnen des Fahrers (6) des Fahrzeugs (1) abzugeben, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine Klang (5) mindestens einen Frequenzanteil in einem Frequenzbereich von 900 bis 20000, insbesondere 1000 bis 10000, Hertz aufweist.
2. Offenes Fahrzeug (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der mindestens eine Klang (5) einen Schalldruckpegel aufweist, wobei der Schalldruckpegel in einem Bereich von 50 bis 110 Dezibel liegt.
3. Offenes Fahrzeug (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei mindestens ein, vorzugsweise alle oder ein Großteil der, Frequenzanteil(e) und der Schalldruckpegel des mindestens einen Klangs innerhalb eines gedachten Bereichs (8) in einem Schalldruckpegel-Frequenz-Koordinatensystem (7) angeordnet sind, wobei der gedachte Bereich ein Dreieck mit
 - einem ersten Eckpunkt (9) bei 90 Dezibel und 900 Hertz, und
 - einem zweiten Eckpunkt (10) bei 90 Dezibel und 20000 Hertz, und
 - einem dritten Eckpunkt (11) bei 50 Dezibel und 5000 Hertzist.
4. Offenes Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Bandschalldruckpegel eines Terzbands des mindestens einen Klangs mit einer im Frequenzbereich befindlichen Mittenfrequenz in einem Bereich von 50 bis 105 Dezibel liegt, insbesondere wobei der Bandschalldruckpegel eines Terzbands des mindestens einen Klangs mit einer Mittenfrequenz
 - von 1000 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 87,0 bis 92,7 Dezibel aufweist, und/oder
 - von 1250 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 83,4 bis 93,7 Dezibel aufweist, und/oder
 - von 1600 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 81,1 bis 94,7 Dezibel aufweist, und/oder
 - von 2000 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 78,6 bis 95,6 Dezibel aufweist, und/oder
 - von 2500 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 76,9 bis 96,6 Dezibel aufweist, und/oder
 - von 3150 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 75,6 bis 97,7 Dezibel aufweist, und/oder
 - von 4000 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 70,7 bis 98,7 Dezibel aufweist, und/oder
 - von 5000 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 65,5 bis 99,7 Dezibel aufweist, und/oder
 - von 6300 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 61,4 bis 100,7 Dezibel aufweist, und/oder
 - von 8000 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 70,9 bis 101,7 Dezibel aufweist, und/oder
 - von 10000 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 74,7 bis 102,7 Dezibel aufweist, und/oder
 - von 12500 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 84,0 bis 103,7 Dezibel aufweist, und/oder
 - von 16000 Hertz einen Bandschalldruckpegel in einem Bereich von 87,7 bis 104,7 Dezibel aufweist.
5. Offenes Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Auswertereinheit (3) dazu ausgebildet ist, eine Gefahrensituation in der Umgebung des Fahrzeugs (1) basie-

rend auf dem mindestens einen Signal des mindestens einen Umgebungssensors (2) zu erkennen, wobei die Klangabgabevorrichtung (4) den mindestens einen Klang (5) bei einem Erkennen der Gefahrensituation abgibt.

6. Offenes Fahrzeug (1) mit mindestens einem Umgebungssensor (2) und einer Auswertereinheit (3), insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswertereinheit (3) dazu ausgebildet ist, eine Gefahrensituation in der Umgebung des Fahrzeugs (1) basierend auf dem mindestens einen Signal des mindestens einen Umgebungssensors (2) mindestens in eine erste Klasse, welche hohe Reaktionsdringlichkeit des Fahrers (6) erfordert, und in eine zweite Klasse, welche eine niedrige Reaktionsdringlichkeit des Fahrers (6) erfordert, zu klassifizieren, wobei die Auswertereinheit (3) dazu ausgebildet ist, die Klangabgabevorrichtung (4) dazu zu veranlassen, bei einer hohen Reaktionsdringlichkeit eine erste Klangfolge (15) umfassend mindestens einen Klang (5) und bei einer niedrigen Reaktionsdringlichkeit eine von der ersten Klangfolge (15) verschiedene zweite Klangfolge (16) umfassend mindestens einen Klang (5) abzugeben.
7. Offenes Fahrzeug (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Tonhöhe mindestens eines Klangs (5) und/oder der Tonhöhenunterschied von mindestens zwei Klängen (5) der ersten Klangfolge (15) gleich wie die Tonhöhe mindestens eines Klangs (5) beziehungsweise dem Tonhöhenunterschied von mindestens zwei Klängen (5) der zweiten Klangfolge (16) ist.
8. Offenes Fahrzeug (1) nach dem Anspruch 6 oder 7, wobei die erste Klangfolge (15) eine größere Klangwiederholungsrate als die zweite Klangfolge (16) aufweist und/oder wobei die erste Klangfolge (15) länger als die zweite Klangfolge (16) abgegeben wird.
9. Offenes Fahrzeug nach Anspruch 6 bis 8, wobei die erste Klangfolge (15)
 - Klänge (5) mit einer Klangwiederholungsrate von 7 bis 15, bevorzugt in 7 bis 10, Klängen (5) pro Sekunde, und/oder
 - Klänge (5) mit einer Klangdauer (17) zwischen 40 und 50, bevorzugt zwischen 43 und 45, Millisekunden, und/oder
 - nach den Klängen (5) jeweils eine Pause (18) von 50 bis 60, vorzugsweise 55 bis 57 Millisekunden aufweist.
10. Offenes Fahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei die Auswertereinheit (3) dazu ausgebildet ist, die Klangabgabevorrichtung (4) dazu zu veranlassen, die erste Klangfolge (15) wiederholt abzugeben, solange die Auswertereinheit (3) aufgrund der Signale des mindestens einen Umgebungssensor (2) auf eine hohe Reaktionsdringlichkeit schließt, vorzugsweise wobei zwischen jeder zweiten Wiederholung der ersten Klangfolge (15) eine Zwischenpause (19) mit einer Dauer von 100 bis 500 Millisekunden, bevorzugt 250 bis 350 Millisekunden vorhanden ist.
11. Offenes Fahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei die zweite Klangfolge (16)
 - Klänge (5) mit einer Klangwiederholungsrate von 5 bis 8 bevorzugt 5,3 bis 5,4, Klängen (5) pro Sekunde, und/oder
 - Klänge (5) mit einer Klangdauer (17) zwischen 80 und 90, bevorzugt zwischen 84 und 86, Millisekunden, und/oder
 - nach den Klängen (5) jeweils eine Pause (18) von 75 bis 107, bevorzugt 101 bis 103, Millisekunden aufweist.
12. Offenes Fahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 11, wobei die Auswertereinheit (3) dazu ausgebildet ist, die Klangabgabevorrichtung (4) dazu zu veranlassen, die zweite Klangfolge (16) nur einmal abzugeben, sobald die Auswertereinheit (3) aufgrund der Signale des mindestens einen Umgebungssensors (2) auf eine niedrige Reaktionsdringlichkeit schließt.
13. Offenes Fahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 12, wobei die erste Klangfolge (15) und die zweite Klangfolge (16) jeweils unterschiedliche Richtungsausformungen aufweisen, je nachdem ob die Auswertereinheit (3) aufgrund der Signale des mindestens einen Umge-

- bungssensors (2) auf eine Gefahr im Vorderbereich (21) beziehungsweise im linken Seitenbereich (22) beziehungsweise im rechten Seitenbereich (23) beziehungsweise im Hinterbereich (24) des Fahrzeugs (1) schließt oder je nachdem ob die Auswerteinheit (3) eine Änderung eines Status am Dashboard (25) des Fahrzeugs (1) erkennt.
14. Offenes Fahrzeug (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Tonhöhe mindestens eines Klangs (5) oder der Tonhöhenunterschied von mindestens zwei Klängen (5) der ersten Klangfolge (15) mit einer Richtungsausformung gleich wie die Tonhöhe mindestens eines Klangs (5) beziehungsweise dem Tonhöhenunterschied von mindestens zwei Klängen (5) der zweiten Klangfolge (16) mit derselben Richtungsausformung ist.
 15. Offenes Fahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 14, wobei die Auswerteinheit (3) dazu ausgebildet ist, die Klangabgabevorrichtung (4) dazu zu veranlassen, die erste Klangfolge (15) und/oder die zweite Klangfolge (16) mit in der Tonhöhe aufsteigenden Klängen (5) abzugeben, wenn die Auswerteinheit (3) aufgrund der Signale des mindestens einen Umgebungssensors (2) auf eine Gefahr im Vorderbereich (21) des Fahrzeugs (1) schließt.
 16. Offenes Fahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 15, wobei
 - die erste Klangfolge (15) drei Klänge (5) mit verschiedenen Tonhöhen umfasst, vorzugsweise wobei die Tonhöhen bei rund 1319 Hertz, 1480 Hertz und 1568 Hertz liegen, und/oder
 - die erste Klangfolge (15) einen Tonhöhenunterschied von einem Ganzton und einen Tonhöhenunterschied von einem Halbton aufweist, und/oder
 - die zweite Klangfolge (16) zwei Klänge (5) mit verschiedenen Tonhöhen umfasst, vorzugsweise wobei die Tonhöhen bei rund 1480 Hertz und 1568 Hertz liegen, und/oder
 - die zweite Klangfolge (16) einen Tonhöhenunterschied von einem Halbton aufweist.
 17. Offenes Fahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 16, wobei die Klangabgabevorrichtung (4) einen linken Kanal (L) und einen rechten Kanal (R) aufweist, wobei die Auswerteinheit (3) dazu ausgebildet ist, die Klangabgabevorrichtung (4) dazu zu veranlassen, die erste Klangfolge (15) und/oder die zweite Klangfolge (16) hauptsächlich am linken Kanal (L) oder am rechten Kanal (R) abzugeben, wenn die Auswerteinheit (3) aufgrund der Signale des mindestens einen Umgebungssensors (2) auf eine Gefahr im linken Seitenbereich (22) beziehungsweise im rechten Seitenbereich (23) des Fahrzeugs (1) schließt, vorzugsweise wobei die erste Klangfolge (15) und die zweite Klangfolge (16) Klänge (5) mit konstanter Tonhöhe umfasst.
 18. Offenes Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der mindestens eine Umgebungssensor (2) eine Kamera, ein Abstandsmessgerät, insbesondere ein Lidar-System, und/oder eine Kommunikationseinrichtung zur Kommunikation mit weiteren Fahrzeugen oder stationären Einrichtungen ist.
 19. Offenes Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Klangabgabevorrichtung (4) ein Helmlautsprecher, ein Kopfhörer oder ein am Fahrzeug angeordneter Lautsprecher ist, vorzugsweise wobei der mindestens eine Klang (5) drahtlos an die Klangabgabevorrichtung (4) sendbar ist, insbesondere von einer Klangerzeugungsvorrichtung (14) oder von der Auswerteinheit (3).
 20. Offenes Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Audiodaten des mindestens einen Klangs (5) oder der mindestens einen ersten und zweiten Klangfolge (15, 16) auf einem, vorzugsweise digitalen, Datenträger abgespeichert sind, insbesondere in einer zeit- und wertdiskreten Darstellung, besonders bevorzugt wobei der Datenträger am Fahrzeug (1) angeordnet ist.
 21. Offenes Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Fahrzeug (1) ein motorbetriebenes Fahrzeug, insbesondere ein Motorrad, ein Quad, ein Buggy oder ein Cabriolet, ist.
 22. Computerprogrammprodukt zum Warnen eines Fahrers (6) eines offenen Fahrzeugs (1), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 21, umfassend Befehle, die bei der Ausfüh-

- rung des Programms durch eine Auswerteinheit (3) diese dazu veranlassen,
- Signale mindestens eines Umgebungssensors (2) zu empfangen,
 - mindestens einen Klang zum Warnen des Fahrers (6) an eine Klangabgabevorrichtung (4) zu senden oder senden zu lassen, wobei der mindestens eine Klang (5) mindestens einen Frequenzanteil in einem Frequenzbereich von 900 bis 20000, insbesondere 1000 bis 10000, Hertz aufweist.
23. Computerprogrammprodukt nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der mindestens eine Klang (5) einen Schalldruckpegel aufweist, wobei der Schalldruckpegel in einem Bereich von 50 bis 110 Dezibel liegt, vorzugsweise wobei mindestens ein, besonders bevorzugt alle oder ein Großteil der, Frequenzanteil(e) und der Schalldruckpegel des mindestens einen Klangs innerhalb eines gedachten Bereichs (8) in einem Schalldruckpegel-Frequenz-Koordinatensystem (7) angeordnet sind, wobei der gedachte Bereich ein Dreieck mit
- einem ersten Eckpunkt (9) bei 90 Dezibel und 900 Hertz, und
 - einem zweiten Eckpunkt (10) bei 90 Dezibel und 20000 Hertz, und
 - einem dritten Eckpunkt (11) bei 50 Dezibel und 5000 Hertz
- ist.
24. Computerprogrammprodukt, insbesondere nach Anspruch 22 oder 23, zum Warnen eines Fahrers (6) eines offenen Fahrzeugs (1), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 21, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch eine Auswerteinheit (3) diese dazu veranlassen,
- Signale mindestens eines Umgebungssensors (2) zu empfangen,
 - eine Gefahrensituation in der Umgebung des Fahrzeugs (1) basierend auf dem mindestens einen Signal des mindestens einen Umgebungssensors (2) mindestens in eine erste Klasse, welche hohe Reaktionsdringlichkeit des Fahrers (6) erfordert, und in eine zweite Klasse, welche eine niedrige Reaktionsdringlichkeit des Fahrers (6) erfordert, zu klassifizieren,
 - bei einer hohen Reaktionsdringlichkeit mindestens eine erste Klangfolge (15) umfassend mindestens einen Klang (5) an eine Klangabgabevorrichtung (4) zu senden oder senden zu lassen,
 - bei einer niedrigen Reaktionsdringlichkeit mindestens eine von der ersten Klangfolge (15) verschiedene zweite Klangfolge (16) umfassend mindestens einen Klang (5) an eine Klangabgabevorrichtung (4) zu senden oder senden zu lassen.
25. Computerlesbarer Datenträger, auf dem ein Computerprogrammprodukt nach einem der Ansprüche 21 bis 24 gespeichert ist.
26. Datenträgersignal, das ein Computerprogrammprodukt nach einem der Ansprüche 21 bis 24 überträgt.

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

Fig. 1a

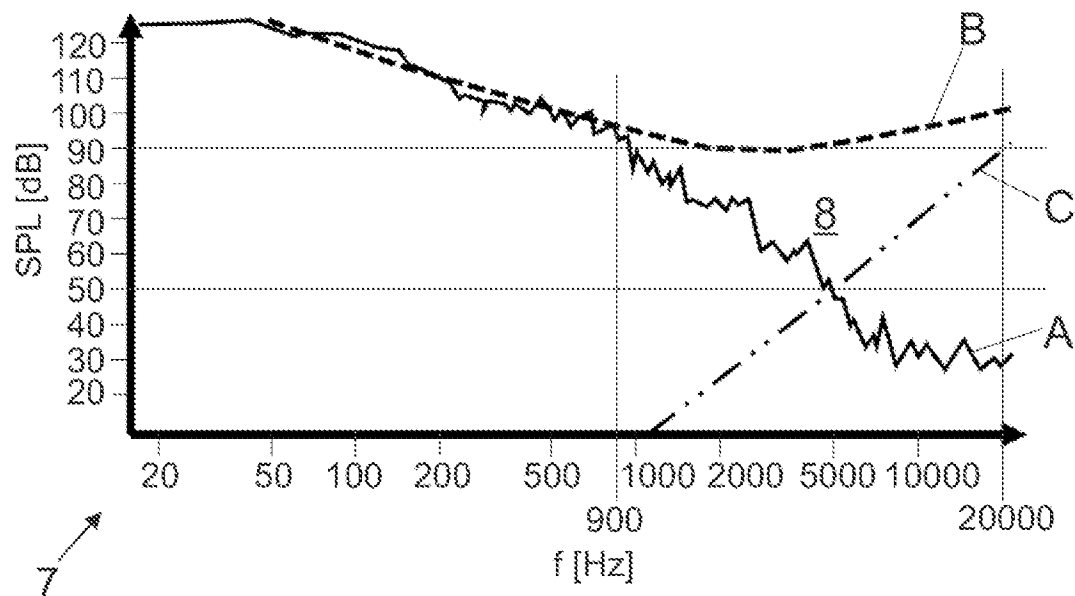


Fig. 1b

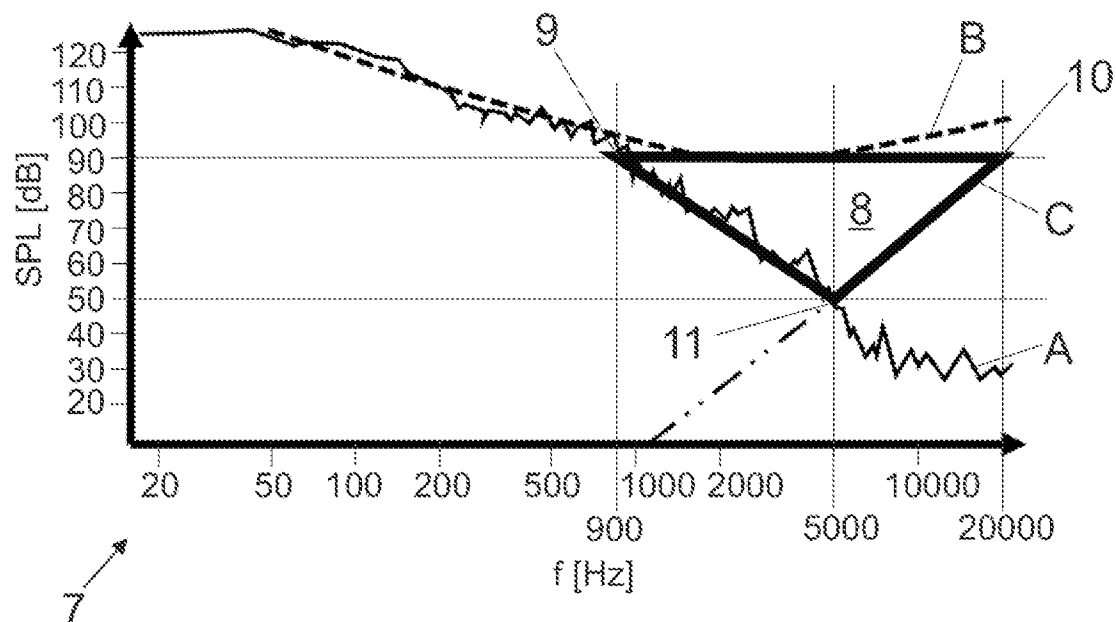
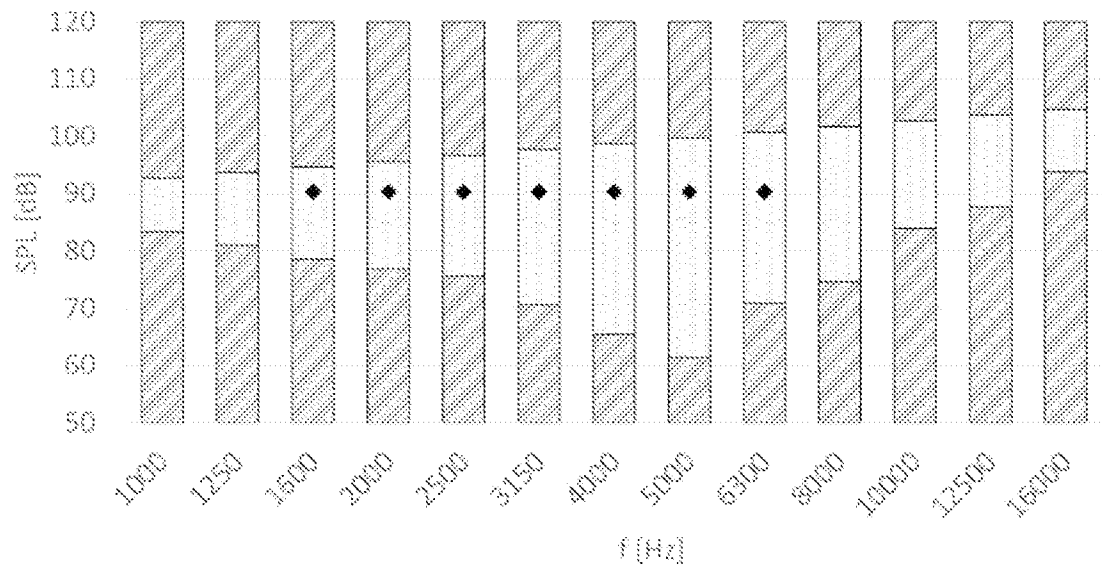


Fig. 4



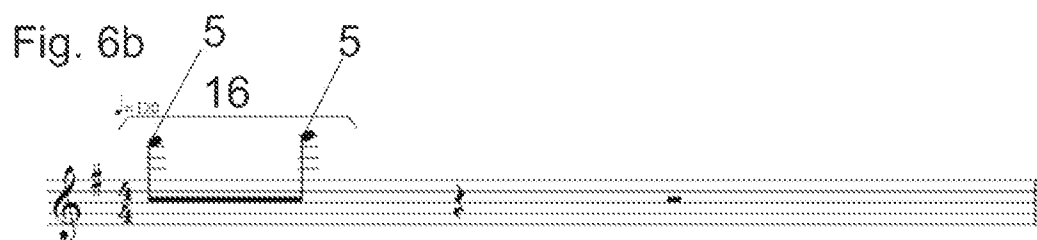
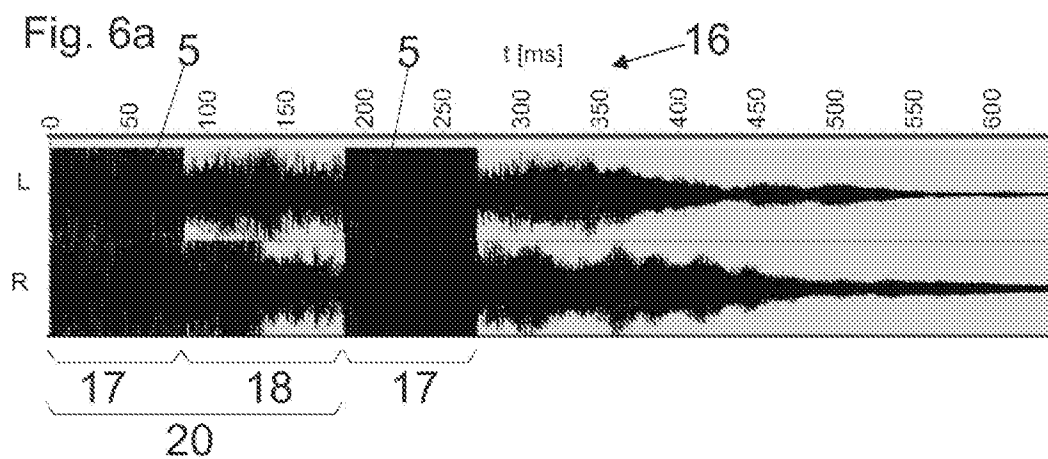
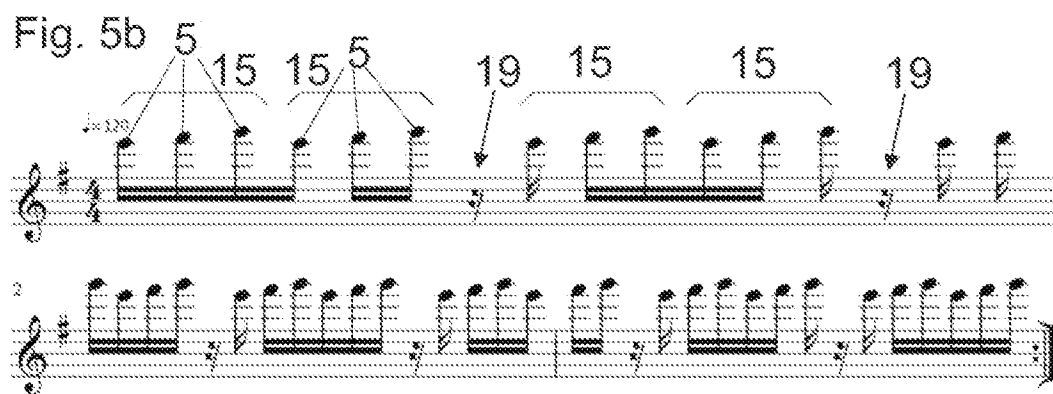
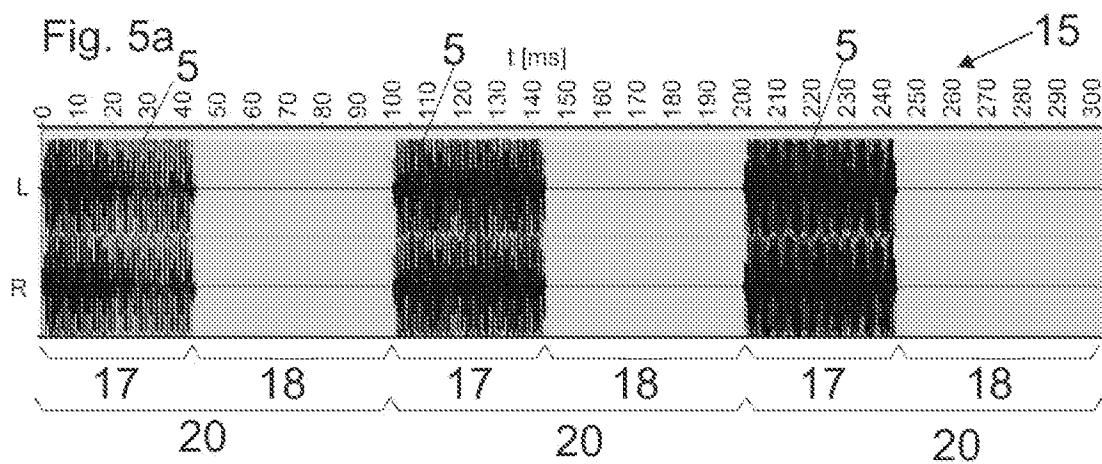


Fig. 7

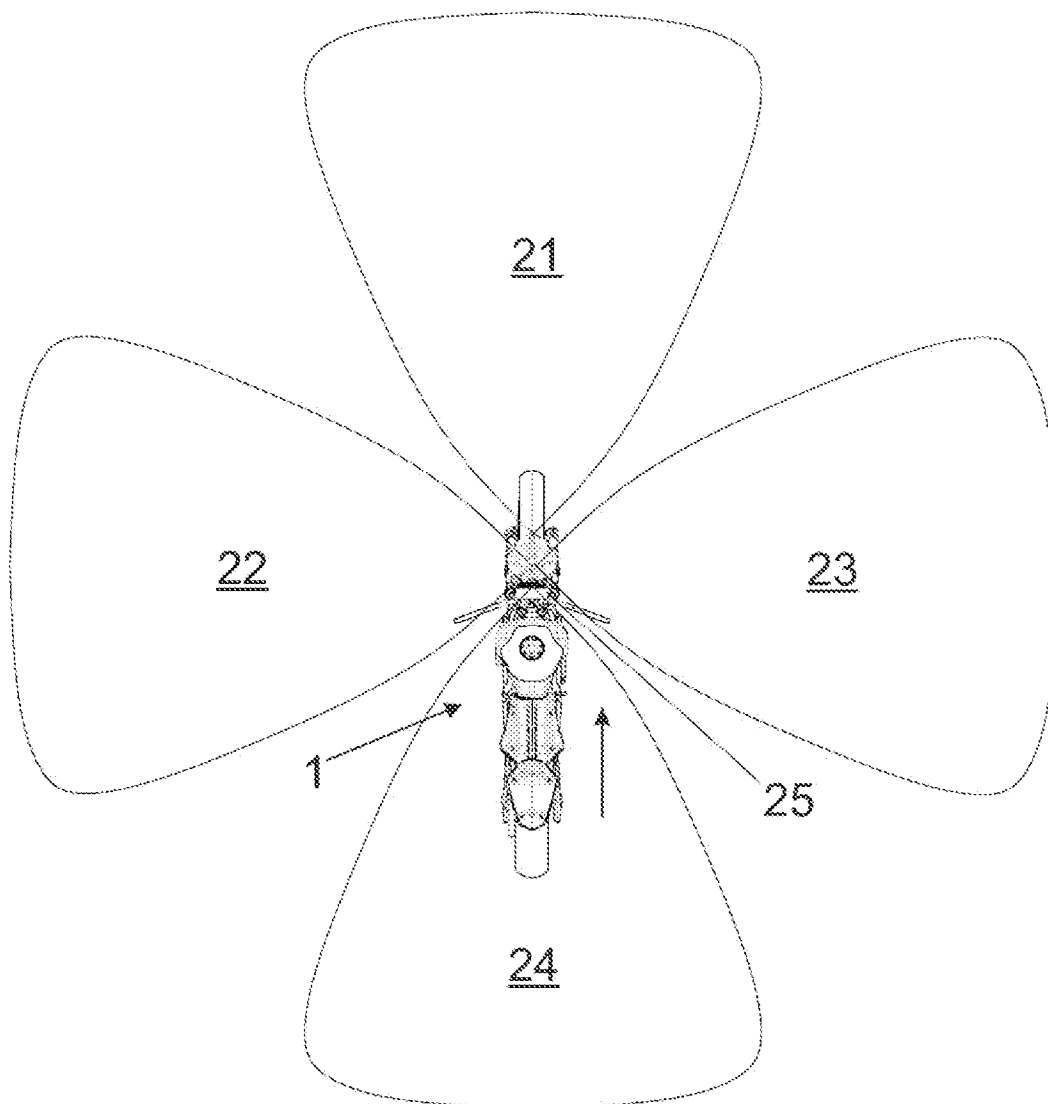


Fig. 8

