



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.01.2023 Patentblatt 2023/04

(21) Anmeldenummer: **22186051.3**

(22) Anmeldetag: **20.07.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
G08G 1/01 (2006.01) **G08G 1/04** (2006.01)
G08G 1/065 (2006.01) **G08G 1/00** (2006.01)
G08G 1/015 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
G08G 1/0116; G08G 1/0145; G08G 1/015;
G08G 1/04; G08G 1/065; G08G 1/207

(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

(30) Priorität: **20.07.2021 DE 102021118762**

(71) Anmelder: **DataCollect Traffic Systems GmbH**
50170 Kerpen (DE)

(72) Erfinder: **Lippoldt, Mario**
99084 Erfurt (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Bauer Vorberg Kayser**
Partnerschaft mbB
Goltsteinstraße 87
50968 Köln (DE)

(54) **VERFAHREN UND SYSTEM ZUM ERKENNEN EINES ELEKTRISCH ANGETRIEBENEN FAHRZEUGS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs (1). Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Mikrofonanordnung (2) ein Array von Mikrofonen (6) auf Basis von Mikrosystemtechnik sowie eine Rechenvorrichtung (3) umfasst, wobei die Mikrofonanordnung (2) akustische Signale (9a, b) des Fahrzeugs (1a, b) empfängt und die Rechenvorrichtung (3) basierend auf den empfangenen akustischen Signalen (9a, b) eine Fahrzeug-richtung (11a, b) bestimmt, in welcher Fahrzeugrichtung (11a, b) sich das Fahrzeug (1) in Bezug auf das Array befindet und dass die Rechenvorrichtung (3) basierend auf Bestimmungsdaten, welche Bestimmungsdaten die empfangenen akustischen Signale (9a, b) umfassen, bestimmt, ob das Fahrzeug (1) ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug (1) ist.

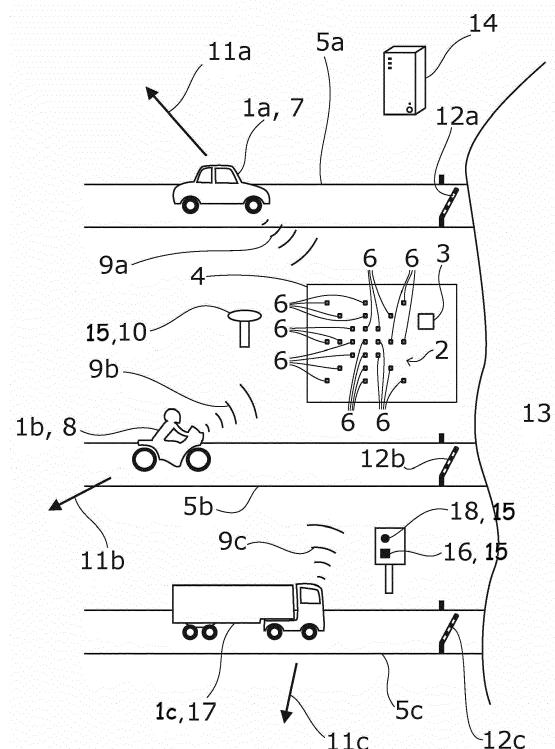


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 sowie ein System zum Erkennen eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 15.

[0002] Zur Förderung der elektrischen Mobilität und zur Verringerung von Abgasen speziell in innerstädtischen Bereichen findet mehr und mehr eine ggf. zeitliche variable Beschränkung statt, ob und inwiefern bestimmte Fahrzeugtypen in bestimmten Gebieten fahren oder sich aufhalten dürfen. Bei diesen Gebieten kann es sich nicht nur um relativ kleinflächige Gebiete, sondern auch um ganze Orte oder Stadtteile handeln. So kann es vorgeschrieben sein, dass zu bestimmten Zeiten nur elektrisch angetriebene Fahrzeuge in ein bestimmtes Gebiet einfahren dürfen oder dass der Anteil oder die Anzahl der in das Gebiet einfahrenden Fahrzeuge mit einem Verbrennungsmotor eine bestimmte Schwelle nicht überschreiten darf.

[0003] Eine Möglichkeit der automatischen Unterscheidung zwischen elektrisch angetriebenen Fahrzeugen einerseits und mit einem Verbrennungsmotor angetriebenen Fahrzeugen andererseits besteht darin, die Kennzeichen der Fahrzeuge mit einer Videokamera zu erfassen. Dabei können die Kennzeichen selbst entweder ein besonderes Merkmal aufweisen, welches das Fahrzeug als elektrisch angetrieben ausweist - etwa das Vorhandensein des Buchstaben "E" als letztes alphanumerisches Zeichen des Kennzeichens - oder es kann durch Abgleich des Kennzeichens mit einer Datenbank ermittelt werden, ob es sich bei dem Fahrzeug um ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug handelt.

[0004] Diese Art der Kontrolle mit Videokameras bringt aber einige Nachteile mit sich. Zur zuverlässigen Erfassung des Kennzeichens ist eine recht genaue Positionierung und Ausrichtung der Videokamera erforderlich. Daraus folgt weiter, dass wenn das zu überwachende Gebiet über eine große Zahl von Straßen oder Fahrspuren erreicht werden kann, ebenso eine sehr große Zahl von Videokameras erforderlich ist und weiter auch die erforderlichen Lichtverhältnisse gewährleistet werden müssen.

[0005] Hinzu kommt, dass eine solch weitgehende Videoüberwachung auch hinsichtlich des Datenschutzes problematisch ist. Obwohl es für das eigentliche Ziel gar nicht erforderlich ist festzustellen, um welche Fahrzeuge genau es sich in dem betreffenden Gebiet handelt, sondern lediglich ermittelt werden soll, ob es sich um elektrisch angetriebene oder um andere Fahrzeuge handelt, wird also nicht nur die genaue Identität aller Fahrzeuge anhand des jeweiligen Kennzeichens erfasst, sondern es werden grundsätzlich auch Personen als Insassen des Fahrzeugs oder als Passanten erfasst. Insofern liegt also keine Datensparsamkeit vor.

[0006] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, mit

einem Array von Mikrofonen die Anwesenheit bzw. Annäherung von Fahrzeugen und ihre Position relativ zu dem Array zu bestimmen. Die geometrische Anordnung der Mikrofone in dem Array ermöglicht dabei im Wege des Beamforming die Richtungsbestimmung.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, eine Möglichkeit zur Unterscheidung von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen und anderen Arten von Fahrzeugen auf die Ferne bereitzustellen, welche einerseits mit weniger Aufwand als eine Videoüberwachung und -identifikation bereitgestellt werden kann und andererseits eine verbesserte Datensparsamkeit aufweist.

[0008] Bezogen auf ein Verfahren zum Erkennen eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 wird diese Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils von Anspruch 1 gelöst. Bezogen auf ein System zum Erkennen eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 15 wird diese Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils von Anspruch 15 gelöst.

[0009] Wesentlich für die Erfindung ist die Erkenntnis, dass sowohl eine Lagebestimmung von Fahrzeugen als auch eine Unterscheidung zwischen Fahrzeugen verschiedenen Antriebstyps durch akustische Signale möglich ist, wenn ein Array von Mikrofonen verwendet wird. Die Anordnung der Mikrofone in einem Array, also in einer definierten Formation mit definierten Abständen, ermöglicht es, durch Datenverarbeitung eine Richtungsauflösung der akustischen Signale vorzunehmen. Eine Analyse der akustischen Signale ermöglicht das Erkennen der Antriebsart. Durch diesen Ansatz kann einerseits ein verhältnismäßig großer Bereich abgedeckt werden, da die Mikrofone - anders als eine Videokamera - nicht nur in einer bestimmten Richtung Signale erfassen können. Andererseits ist die Erfassung auch datensparsam, da die Identifikation spezieller Fahrzeuge oder Personen auf diesem Wege nicht möglich ist.

[0010] Das vorschlagsgemäße Verfahren dient dem Erkennen eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs. Das vorschlagsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Mikrofonanordnung ein Array von Mikrofonen auf Basis von Mikrosystemtechnik sowie eine Rechenvorrichtung umfasst. Bei der Rechenvorrichtung kann es sich um einen Mikroprozessor, einen Computer oder eine sonstige Datenverarbeitungsvorrichtung handeln.

[0011] Die Anordnung der Mikrofone in einem Array erlaubt das Beamforming. Aus der bekannten Anordnung der Mikrofone und dem sich daraus ergebenden Zeitversatz beim Signalempfang kann mittels Datenverarbeitung die Richtung von empfangenen akustischen Signalen bestimmt werden. Die Mikrofone auf Basis von Mikrosystemtechnik sind vorzugsweise miniaturisierte Mikrofone, die in SMD-Technik ausgeführt sind.

[0012] Bei dem vorschlagsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, dass die Mikrofonanordnung akustische Signale des Fahrzeugs empfängt und die Rechenvorrich-

tung basierend auf den empfangenen akustischen Signalen eine Fahrzeugrichtung bestimmt, in welcher Fahrzeugrichtung sich das Fahrzeug in Bezug auf das Array befindet. Bei der Fahrzeugrichtung handelt es sich also um die relative Richtung der aktuellen Position des Fahrzeugs bezogen auf das Array. Diese Fahrzeugrichtung kann prinzipiell beliebig genau oder ungenau bestimmt werden.

[0013] Das vorschlagsgemäße Verfahren ist weiter dadurch gekennzeichnet, dass die Rechenvorrichtung basierend auf Bestimmungsdaten, welche Bestimmungsdaten die empfangenen akustischen Signale umfassen, bestimmt, ob das Fahrzeug ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug ist. Die Bestimmungsdaten können also neben den empfangenen akustischen Signalen grundsätzlich beliebige weitere Informationen umfassen. Es kann auch sein, dass die Bestimmungsdaten aus den empfangenen akustischen Signalen bestehen. Aus der Bestimmung, ob das Fahrzeug ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug ist, ergibt sich auch, ob das Fahrzeug kein elektrisch angetriebenes Fahrzeug ist. Bei einem elektrisch angetriebenen Fahrzeug im vorliegenden Sinne kann es sich um ein Fahrzeug handeln, welches einen elektrischen Antrieb aufweist. Es kann aber auch sein, dass ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug im vorliegenden Sinne eines ist, welches ausschließlich einen elektrischen Antrieb aufweist.

[0014] Grundsätzlich kann die Rechenvorrichtung die empfangenen akustischen Signale auf beliebige Art und Weise verarbeiten. Eine bevorzugte Ausführungsform des vorschlagsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Rechenvorrichtung eine Spektralanalyse der empfangenen akustischen Signale zum Ermitteln von Spektraldaten durchführt. Eine solche Spektralanalyse kann insbesondere eine Frequenztransformation der empfangenen akustischen Signale umfassen. Weiter ist es bevorzugt, dass die Bestimmungsdaten die Spektraldaten umfassen. Bei der Fahrt erzeugt ein Fahrzeug durch unterschiedliche Quellen Geräusche. Eine stark geschwindigkeitsabhängige Geräuschquelle ist das Abrollgeräusch der Reifen. Diese Geräuschquelle ist für elektrisch angetriebene und für nicht elektrisch angetriebene Fahrzeuge im Wesentlichen gleichartig. Ein Verbrennungsmotor ist eine weitere Geräuschquelle, die bei elektrisch angetriebenen Fahrzeugen nicht vorhanden ist und welche ein akustisches Frequenzspektrum aufweist, das sich charakteristisch von dem Frequenzspektrum der Abrollgeräusche unterscheiden. Folglich kann aus dem Fehlen der Komponente des Motorgeräusches eines Verbrennungsmotors im Frequenzspektrum darauf geschlossen werden, dass es sich um ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug handelt.

[0015] Grundsätzlich können die Mikrofone des Arrays in einer beliebigen Formation angeordnet sind. Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des vorschlagsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrofone des Arrays zumindest teilweise in einer kreuzartigen oder sternartigen Formation angeordnet sind.

Bevorzugt ist, dass das Array eine Vielzahl von Armen aus Mikrofonen aufweist oder aus der Vielzahl von Armen aus Mikrofonen besteht. Bei diesen Armen handelt es sich insbesondere um Reihen von in einer Linie angeordneten Mikrofonen. Die Arme können die kreuzartige oder die sternartige Formation bilden. Besondere Vorteile ergeben sich, wenn die Formation aus vier Armen, sechs Armen oder aus acht Armen besteht. Insbesondere kann es sein, dass die Arme der Vielzahl von Armen von einem zentral angeordneten Mittenmikrofon des Arrays ausgehen.

[0016] Dann kann das Array aus der Vielzahl von Armen und dem Mittenmikrofon bestehen.

[0017] Bevorzugt weist jeder Arm der Vielzahl von Armen die gleiche Anzahl an Mikrofonen auf oder besteht aus diesen. Vorzugsweise weist jeder Arm der Vielzahl von Armen zwischen drei und sechs Mikrofone auf oder besteht aus diesen. Ebenso ist es bevorzugt, dass benachbarte Arme der Vielzahl von Armen um den gleichen Versatzwinkel versetzt zueinander angeordnet sind. Vorzugsweise beträgt dieser Versatzwinkel 90°, 60° oder 45°. Weiter ist es bevorzugt, dass die Mikrofone des Arrays um ein festes Abstandsmaß oder ein Vielfaches davon zueinander versetzt angeordnet sind. Speziell kann es sein, dass die Mikrofone des Arrays um das feste Abstandsmaß oder ein Vielfaches davon in einer x-Richtung und/oder einer dazu senkrechten y-Richtung zueinander versetzt angeordnet sind. Weiter kann es sein, dass die Mikrofone des Arrays in einem jeweiligen Arm der kreuzartigen oder sternartigen Formation äquidistant angeordnet sind.

[0018] Grundsätzlich können das Array und die Rechenvorrichtung beliebig zueinander angeordnet sein und insbesondere in beliebiger Entfernung zueinander. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des vorschlagsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass das Array und die Rechenvorrichtung in einem vorzugsweise gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind. Da die Rechenvorrichtung die Bestimmung durchführt, ob das Fahrzeug ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug ist, findet diese Bestimmung also lokal statt. Dies hat den Vorteil, dass keine Übertragung der Bestimmungsdaten und damit größerer Datenmengen erforderlich ist. Auf diese Weise wird vermieden, dass die Möglichkeit des Bestimmens von dem Vorhandensein einer entsprechenden Datenverbindung abhängig ist.

[0019] Insbesondere kann es sein, dass das Gehäuse im Wesentlichen geschlossen ist. Weiter kann es sein, dass eine vorzugsweise autonome Energieversorgung in dem Gehäuse zur Versorgung des Arrays und der Rechenvorrichtung angeordnet ist. Anders ausgedrückt ist dann eine externe Energieversorgung des Arrays oder der Rechenvorrichtung nicht erforderlich.

[0020] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des vorschlagsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass eine Sensoranordnung Sensordaten des Fahrzeugs erfasst und an die Rechenvorrichtung überträgt. Die Rechenvorrichtung kann daher auch auf ande-

re Daten als die von der Mikrofonanordnung empfangenen akustischen Signale zurückgreifen. Auf diese Weise kann die Genauigkeit des Bestimmungsergebnisses verbessert werden. Insbesondere kann es sein, dass die Bestimmungsdaten die Sensordaten umfassen. Folglich kann die Bestimmung, ob das Fahrzeug ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug ist, auch auf diesen Sensordaten beruhen.

[0021] Grundsätzlich kann es sich bei der Sensoranordnung um eine weitere Mikrofonanordnung handeln, welche weitere akustische Signale des Fahrzeugs empfängt. Speziell kann die weitere Mikrofonanordnung ein weiteres Array von Mikrofonen auf Basis von Mikrosystemtechnik umfassen. Bei der weiteren Sensoranordnung kann es sich aber auch um eine andere Art von Sensor handeln. Eine bevorzugte Ausführungsform des vorschlagsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoranordnung eine Kamera zur Erfassung von Bilddaten umfasst. Um die eingangs beschriebenen Nachteile der Verwendung einer Kamera zu vermeiden kann es insbesondere sein, dass die Kamera schwenkbar angeordnet ist. Ebenso ist es möglich, dass die Bilddaten nur nötigenfalls und zu eingeschränkten Zwecken verwendet werden. So könnte es etwa sein, dass die Kamera auf eine Entfernung verwendet wird, auf der weder das Kennzeichen des Fahrzeugs noch einzelne Personen zu identifizieren sind oder dass die Kamera nur in besonderen, anlassbezogenen Fällen eine Aufnahme des Fahrzeugs und ggf. des Kennzeichens erstellt. Gleichwohl kann mit den zusätzlichen Bilddaten der Kamera eine genauere Bestimmung einer Entfernung des Fahrzeugs erfolgen, was wiederum die Genauigkeit der weiteren Bestimmungsergebnisse verbessert. Bevorzugt ist weiter, dass die Sensordaten die von der Kamera erfassten Bilddaten umfassen.

[0022] Die Kamera kann auch Bestandteil einer Anlage mit einem Blitzlicht sein. Vorzugsweise umfasst die Sensoranordnung ein Blitzlicht zur Beleuchtung bei der Erfassung der Bilddaten. Das Blitzlicht dient also der Erfassung der Bilddaten durch die Kamera. Dieses Blitzlicht kann prinzipiell auf beliebige Art und Weise und gemäß prinzipiell beliebigen Bedingungen ausgelöst werden. Insbesondere kann es sein, dass das Blitzlicht auf die Bestimmung, dass das Fahrzeug kein elektrisch angetriebenes Fahrzeug ist, ausgelöst wird. Dies kann dann vorteilhaft sein, wenn elektrisch angetriebene Fahrzeuge anders behandelt werden sollen als nicht elektrisch angetriebene Fahrzeuge.

[0023] Weiter kann es sein, dass das Blitzlicht in Abhängigkeit einer Uhrzeit und/oder eines Wochentags ausgelöst wird. Vorzugsweise wird das Blitzlicht nur dann ausgelöst, wenn eine aktuelle Uhrzeit in einem vordefinierten Uhrzeitbereich ist und/oder ein aktueller Wochentag in einem vordefinierten Wochentagsbereich ist. Es kann sein, dass dieser vordefinierte Wochentagsbereich nur einen Wochentag umfasst.

[0024] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des vorschlagsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekenn-

zeichnet, dass die Sensoranordnung ein Radargerät zur Erfassung von Radardaten umfasst. Bevorzugt ist, dass die Sensordaten von dem Radargerät erfasste Radardaten umfassen.

[0025] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des vorschlagsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die Rechenvorrichtung basierend auf den Bestimmungsdaten bestimmt, ob das Fahrzeug durch einen Verbrennungsmotor angetrieben wird.

[0026] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des vorschlagsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die Rechenvorrichtung basierend auf den Bestimmungsdaten eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs und/oder eine Entfernung des Fahrzeugs zu dem Array ermittelt. Ebenso kann es sein, dass die Rechenvorrichtung basierend auf den Bestimmungsdaten eine Winkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs zu dem Array ermittelt.

[0027] Eine bevorzugte Ausführungsform des vorschlagsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Rechenvorrichtung basierend auf den Bestimmungsdaten einen Fahrzeugtyp des Fahrzeugs bestimmt. Grundsätzlich kann die Unterteilung in Fahrzeugtypen beliebig ausgestaltet sein. Bevorzugt ist, dass eine Gruppe der Fahrzeugtypen die Fahrzeugtypen Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Motorrad und/oder Fahrrad umfasst. Wahlweise können die Fahrzeugtypen jeden genannten Fahrzeugtypen als elektrisch angetriebenes Fahrzeug und als konventionell angetriebenes Fahrzeug umfassen.

[0028] Grundsätzlich kann die Bestimmung, ob das Fahrzeug ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug ist, durch einen Algorithmus beliebiger Art erfolgen. Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des vorschlagsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung, ob das Fahrzeug ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug ist, auf einem Bestimmungssystem auf Grundlage von maschinellem Lernen basiert. Das Bestimmungssystem wird vorzugsweise auf die Bestimmungsdaten und insbesondere auf die Spektraldaten angewandt. Das Bestimmungssystem kann auch als Expertensystem bezeichnet werden. Bei dem Bestimmungssystem handelt es sich um ein System der künstlichen Intelligenz. Bevorzugt ist weiter, dass das Bestimmungssystem mit Bestimmungsdaten früherer Bestimmungsvorgänge trainiert wurde. Speziell kann es sein, dass das Bestimmungssystem mit den Bestimmungsdaten sowohl von Bestimmungsvorgängen von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen als auch von Bestimmungsvorgängen von nicht elektrisch angetriebenen Fahrzeugen trainiert wurde. Bei dem Bestimmungssystem kann es sich um ein Softwaresystem handeln. Insbesondere kann es sein, dass das Bestimmungssystem auf der Rechenvorrichtung abläuft.

[0029] Die Information, ob das Fahrzeug ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug ist, kann für im Grunde beliebige andere Vorrichtungen und Vorgänge benutzt werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des vor-

schlagsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass basierend auf der Bestimmung, ob das Fahrzeug ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug ist, ein Zugangskontrollsignal an ein Zugangskontrollsystem übertragen wird. Bei einem solchen Zugangskontrollsystem kann es sich insbesondere um ein Zugangskontrollsystem für Fahrzeuge handeln. Vorzugsweise umfasst das Zugangskontrollsystem eine Schranke und/oder eine Ampel. Weiter kann es sein, dass eine Zugangskontrollvorrichtung des Zugangskontrollsystems basierend auf dem Zugangskontrollsignal einen Zugang entweder freigibt oder blockiert. Vorzugsweise umfasst die Zugangskontrollvorrichtung eine Ampel und/oder eine Schranke.

[0030] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des vorschlagsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass ein Bestimmungsergebnis, ob das Fahrzeug ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug ist, vorzugsweise auch der Fahrzeugtyp, von der Rechenvorrichtung an einen Server zur Verkehrszählung insbesondere drahtlos übertragen wird. Diese Übertragung kann insbesondere drahtlos erfolgen. Darunter fällt auch, dass nur ein Teil der Übertragungsstrecke von der Rechenvorrichtung zu dem Server drahtlos ist.

[0031] Eine bevorzugte Ausführungsform des vorschlagsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass der Server zur Verkehrszählung eine Zahl an elektrisch angetriebenen Fahrzeugen in einem Verkehrsgebiet insbesondere laufend überwacht. Dieses Verkehrsgebiet kann eine im Grunde beliebige Größe, Form oder Ausdehnung haben. Bevorzugt ist, dass es sich um ein abgeschlossenes Verkehrsgebiet handelt. Anders ausgedrückt ist es dann ein Verkehrsgebiet mit einer umlaufenden und geschlossenen Grenze. Diese Grenze kann auch gedacht sein, sodass sie nicht physikalisch markiert oder gar blockiert sein muss. Bevorzugt ist weiter, dass das Zugangskontrollsystem und insbesondere die Zugangskontrollvorrichtung einen Zugang zu dem Verkehrsgebiet kontrolliert.

[0032] Es kann weiter sein, dass das Blitzlicht auf ein Betreten des Verkehrsgebiets durch ein Fahrzeug ausgelöst wird. Dieses Auslösen kann an weitere Bedingungen geknüpft sein. So kann es etwa sein, dass dieses Auslösen auch von dem Fahrzeugtyp abhängt, welcher für das betreffende Fahrzeug ermittelt wurde.

[0033] Das vorschlagsgemäße System dient dem Erkennen eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs. Das vorschlagsgemäße System ist dadurch gekennzeichnet, dass das System eine Mikrofonanordnung, welche ein Array von Mikrofonen auf Basis von Mikrosystemtechnik umfasst und eine Rechenvorrichtung umfasst, wobei die Mikrofonanordnung dazu eingerichtet ist, akustische Signale des Fahrzeugs zu empfangen und wobei die Rechenvorrichtung dazu eingerichtet ist, basierend auf den empfangenen akustischen Signalen eine Fahrzeugrichtung zu bestimmen, in welcher Fahrzeugrichtung sich das Fahrzeug in Bezug auf das Array befindet.

[0034] Das vorschlagsgemäße System ist weiter dadurch gekennzeichnet, dass die Rechenvorrichtung da-

zu eingerichtet ist, basierend auf Bestimmungsdaten, welche Bestimmungsdaten die empfangenen akustischen Signale umfassen, zu bestimmen, ob das Fahrzeug ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug ist.

[0035] Bevorzugte Ausführungsformen, Merkmale und Eigenschaften des vorschlagsgemäßen Verfahrens entsprechen denen des vorschlagsgemäßen Systems um umgekehrt.

[0036] Bevorzugt ist, dass das vorschlagsgemäße System das Gehäuse, die Sensoranordnung, das Bestimmungssystem, das Zugangskontrollsystem und/oder den Server umfasst.

[0037] Weitere vorteilhafte und bevorzugte Ausgestaltungen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung mit Bezug auf die Figuren. In der lediglich ein Ausführungsbeispiel wiedergebenden Zeichnung zeigt

Fig. 1 eine schematische Perspektivansicht auf eine vorschlagsgemäße System und

Fig. 2 eine vergrößerte schematische Darstellung der Mikrofonanordnung des Systems der Fig. 1.

[0038] Das in der Fig. 1 schematisch dargestellte vorschlagsgemäße System zum Erkennen eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs 1a, b, c umfasst eine Mikrofonanordnung 2 sowie eine Rechenvorrichtung 3, welche beide in einem gemeinsamen Gehäuse 4 angeordnet sind. Die Rechenvorrichtung 3 wird hier durch einen Mikroprozessor gebildet. Dieses Gehäuse 4 wiederum ist auf dem Boden zwischen drei parallelen Fahrspuren 5a, 5b, 5c angeordnet. Die Mikrofonanordnung 2 umfasst ein Array 19 von Mikrofonen 6. Bei diesem Mikrofonen 6 handelt es sich um Mikrofone 6 auf Basis von Mikrosystemtechnik. Das Array 19 sieht dabei eine sternförmige Anordnung der Mikrofone 6 vor.

[0039] Wie speziell aus der vergrößerten Darstellung des Arrays 19 in der Fig. 2 hervorgeht, umfasst das Array 19 acht Arme 20a-h aus Mikrofonen 6, welche von einem zentral angeordneten Mittenmikrofon 21 des Arrays 19 ausgehen. Dabei besteht jeder Arm 20a-h aus drei Mikrofonen 6 und benachbarte Arme 20a-h sind zueinander um einen Winkel von 45° versetzt angeordnet. Die Mikrofone 6 sind dabei um ein festes Abstandsmaß 22 oder ein Vielfaches davon in einer x-Richtung 23 und/oder einer dazu senkrechten y-Richtung 24 zueinander versetzt angeordnet. Für die unten noch genauer beschriebenen Berechnungen hat sich diese Ausgestaltung des Arrays 19 als besonders gut geeignet erwiesen.

[0040] Außerhalb des Gehäuses 4 und beabstandet zu diesem angeordnet, aber mit der Rechenvorrichtung 3 datentechnisch verbunden, ist ein Radargerät 10. Dieses Radargerät 10 ist von einer Sensoranordnung 15 des Systems umfasst. Das Radargerät 10 ist schwenkbar angeordnet und erfasst daher periodisch Radardaten in einem Erfassungswinkelbereich, welcher alle drei Fahrspuren 5a, b, c abdeckt.

[0041] Ebenfalls außerhalb des Gehäuses 4 und be-

abstandet zu diesem angeordnet ist eine Kamera 16 und ein Blitzlicht 18. Sowohl die Kamera 16 als auch das Blitzlicht 18 sind von der Sensoranordnung 15 umfasst und mit der Rechenvorrichtung 3 datentechnisch verbunden. Die Kamera 16 und das Blitzlicht 18 decken die dritte Fahrspur 5c ab.

[0042] Auf der ersten Fahrspur 5a fährt ein elektrisch angetriebener Personenkraftwagen 7, welcher hier also ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug 1a darstellt. Auf der zweiten Fahrspur 5b fährt ein Motorrad 8 mit einem Verbrennungsmotor. Es handelt sich also ebenfalls um ein Fahrzeug 1b, jedoch nicht um ein elektrisch angetriebenes. Auf der dritten Fahrspur 5c fährt ein Lastkraftwagen 17 mit einem Verbrennungsmotor, also ebenfalls ein nicht elektrisch angetriebenes Fahrzeug 1c. Sowohl von dem Personenkraftwagen 7 als auch von dem Motorrad 8 und von dem Lastkraftwagen 17 werden fortlaufend akustische Signale 9a, b, c durch die Mikrofonanordnung 2 empfangen. Entsprechend empfängt das Radargerät 10 auch die Radardaten der Fahrzeuge 1a, b, c.

[0043] Die Rechenvorrichtung 3 empfängt dabei die empfangenen akustischen Signale 9a, b, c von jedem der Mikrofone 6 des Arrays 19 und kann anhand des Zeitversatzes der empfangenen Signale bei jedem Mikrophon 6 und der bekannten Lage der Mikrofone 6 zueinander auf die Richtung schließen, aus welcher die empfangenen Signale 9a, b, c jeweils empfangen werden. Diese Richtung ist dann die jeweilige Fahrzeugrichtung 11a, b, c zum jeweiligen Fahrzeug. Aus dem zeitlichen Verlauf dieser Fahrzeugrichtung 11a, b, c sowie dem bekannten geographischen Verlauf der Fahrspuren 5a, b, c kann die Rechenvorrichtung 3 dann auch die Position und die Geschwindigkeit der Fahrzeuge 1a, b, c ermitteln. Die Radardaten, welche gemeinsam mit den empfangenen akustischen Signalen 9a, b, c die Bestimmungsdaten im Sinne des Vorschlags bilden, ermöglichen eine noch präzisere Lagebestimmung der Fahrzeuge 1a, b, c und geben auch Auskunft über ein geometrisches Profil der Fahrzeuge 1a, b, c.

[0044] Die Rechenvorrichtung 3 führt eine Spektralanalyse der empfangenen akustischen Signale 9a, b, c durch. Aus dieser Spektralanalyse kann die Rechenvorrichtung 3 und speziell ein auf der Rechenvorrichtung ablaufendes Bestimmungssystem erkennen, dass es sich bei dem Personenkraftwagen 7 um ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug 1a handelt und dass demgegenüber das Motorrad 8 durch einen Verbrennungsmotor angetrieben wird. Ebenfalls erkennt das Bestimmungssystem, dass es sich bei dem Lastkraftwagen 17 um ein nicht elektrisch angetriebenes Fahrzeug 1c handelt. Wesentlicher Anhaltspunkt dafür ist, dass sowohl die von dem Motorrad 8 empfangenen akustischen Signale 9b als auch die von dem Lastkraftwagen 17 empfangenen akustischen Signale 9c Frequenzkomponenten aufweisen, welche einem Verbrennungsmotor entsprechen und diese Frequenzkomponenten bei den von dem Personenkraftwagen 7 empfangenen akustischen Signalen 9a fehlen. Daneben erkennt die Rechenvorrich-

tung 3 aus einer Zusammenschau der Frequenzanalyse und der Radardaten den jeweiligen Fahrzeugtyp des Personenkraftwagens 7, des Motorrads 8 und des Lastkraftwagens 17.

[0045] Auf den ersten beiden Fahrspuren 5a, b ist eine jeweilige Schranke angeordnet. Jede Schranke ist eine Zugangskontrollvorrichtung 12a, b eines Zugangskontrollsystems. Dieses empfängt von der Rechenvorrichtung 3 für jedes Fahrzeug 1a, b auf den ersten beiden Fahrspuren 5a, b ein Zugangskontrollsignal, welches Auskunft darüber gibt, ob es sich bei dem jeweiligen Fahrzeug 1a, b vor der Schranke um ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug 1a, b handelt oder nicht. Die Schranken regeln den Zugang zu einem Verkehrsgebiet 13, in welchem sich aus gesetzlichen Gründen zu der aktuellen Uhrzeit und an dem aktuellen Wochentag nur eine begrenzte Anzahl von Fahrzeugen 1a, b befinden darf, die nicht elektrisch angetrieben werden.

[0046] Im vorliegenden Fall gibt die erste Zugangskontrollvorrichtung 12a den Zugang für den Personenkraftwagen 7 unverzüglich frei, da es sich um ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug 1a handelt. Für das Motorrad 8 blockiert die zweite Zugangskontrollvorrichtung 12b den Zugang zunächst. Das liegt daran, dass der Fahrzeugtyp jedes Fahrzeugs 1a, b vor dem Zugangskontrollsystem sowie die Art des Antriebs von der Rechenvorrichtung 3 an einen entfernten Server 14 übertragen wird. Der Server 14 zählt die Fahrzeuge in dem Verkehrsgebiet 13, welche nicht elektrisch angetrieben sind. Nachdem also auf das Zugangskontrollsignal das Motorrad 8 zunächst durch die Zugangskontrollvorrichtung 12b blockiert wird, erfolgt eine Freigabe durch Anweisung des Servers 14 erst, wenn ein anderes Fahrzeug ohne elektrischen Antrieb das Verkehrsgebiet 13 verlassen hat.

[0047] Auch die dritte Fahrspur 5c führt in das Verkehrsgebiet 13, weist aber keine Zugangskontrollvorrichtung 12a, b auf. Folglich kann der Lastkraftwagen 17 in das Verkehrsgebiet 13 einfahren. Da allerdings, wie bereits festgestellt, zu der aktuellen Uhrzeit und am aktuellen Wochentag die Einfahrt für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor beschränkt ist, löst das Blitzlicht 18 aus und die Kamera 16 erfasst den Lastkraftwagen 17.

45 Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs (1a, b), **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Mikrofonanordnung (2) ein Array von Mikrofonen (6) auf Basis von Mikrosystemtechnik sowie eine Rechenvorrichtung (3) umfasst, wobei die Mikrofonanordnung (2) akustische Signale (9a, b) des Fahrzeugs (1a, b) empfängt und die Rechenvorrichtung (3) basierend auf den empfangenen akustischen Signalen (9a, b) eine Fahrzeugrichtung (11a, b) bestimmt, in welcher Fahrzeugrichtung (11a, b) sich das Fahrzeug (1a, b) in Bezug auf das Array befindet und dass die Rechenvorrichtung (3)

- basierend auf Bestimmungsdaten, welche Bestimmungsdaten die empfangenen akustischen Signale (9a, b) umfassen, bestimmt, ob das Fahrzeug (1a, b) ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug (1a, b) ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rechenvorrichtung (3) eine Spektralanalyse der empfangenen akustischen Signale (9a, b) zum Ermitteln von Spektraldaten durchführt, vorzugsweise, dass die Bestimmungsdaten die Spektraldaten umfassen. 5
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrofone (6) des Arrays zumindest teilweise in einer kreuzartigen oder sternartigen Formation angeordnet sind. 10
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Array und die Rechenvorrichtung (3) in einem vorzugsweise gemeinsamen Gehäuse (4) angeordnet sind, insbesondere, dass das Gehäuse (4) im Wesentlichen geschlossen ist. 15
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Sensoranordnung (15) Sensordaten des Fahrzeugs (1a, b) erfasst und an die Rechenvorrichtung (3) überträgt, vorzugsweise, dass die Bestimmungsdaten die Sensordaten umfassen. 20
 6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoranordnung (15) eine Kamera (16) zur Erfassung von Bilddaten umfasst, vorzugsweise, dass die Sensordaten die von der Kamera (16) erfassten Bilddaten umfassen. 25
 7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoranordnung (15) ein Radargerät (10) zur Erfassung von Radardaten umfasst, vorzugsweise, dass die Sensordaten von dem Radargerät (10) erfasste Radardaten umfassen. 30
 8. Verfahren einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rechenvorrichtung (3) basierend auf den Bestimmungsdaten bestimmt, ob das Fahrzeug (1a, b) durch einen Verbrennungsmotor angetrieben wird. 35
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rechenvorrichtung (3) basierend auf den Bestimmungsdaten eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs (1) und/oder eine Entfernung des Fahrzeugs (1a, b) zu dem Array ermittelt. 40
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rechenvorrichtung (3) basierend auf den Bestimmungsdaten einen Fahrzeugtyp des Fahrzeugs (1a, b) bestimmt, insbesondere, dass eine Gruppe der Fahrzeugtypen die Fahrzeugtypen Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Motorrad und/oder Fahrrad umfasst. 45
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bestimmung, ob das Fahrzeug (1) ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug (1) ist, auf einem Bestimmungssystem auf Grundlage von maschinellem Lernen basiert, vorzugsweise, dass das Bestimmungssystem mit Bestimmungsdaten früherer Bestimmungsvorgänge trainiert wurde. 50
 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** basierend auf der Bestimmung, ob das Fahrzeug (1a, b) ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug (1a, b) ist, ein Zugangskontrollsignal an ein Zugangskontrollsystem übertragen wird, vorzugsweise, dass eine Zugangskontrollvorrichtung (12a, b) des Zugangskontrollsystems basierend auf dem Zugangskontrollsignal einen Zugang entweder freigibt oder blockiert. 55
 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Bestimmungsergebnis, ob das Fahrzeug (1a, b) ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug (1a, b) ist, vorzugsweise auch der Fahrzeugtyp, von der Rechenvorrichtung (3) an einen Server (14) zur Verkehrszählung insbesondere drahtlos übertragen wird.
 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Server (14) zur Verkehrszählung eine Zahl an elektrisch angetriebenen Fahrzeugen (1a, b) in einem vorzugsweise abgeschlossenen Verkehrsgebiet (13) insbesondere laufend überwacht.
 15. System zum Erkennen eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs (1a, b), **dadurch gekennzeichnet, dass** das System eine Mikrofonanordnung (2), welche ein Array von Mikrofonen (6) auf Basis von Mikrosystemtechnik umfasst und eine Rechenvorrichtung (3) umfasst, wobei die Mikrofonanordnung (2) dazu eingerichtet ist, akustische Signale (9a, b) des Fahrzeugs (1a, b) zu empfangen und wobei die Rechenvorrichtung (3) dazu eingerichtet ist, basierend auf den empfangenen akustischen Signalen (9a, b) eine Fahrzeugrichtung (11a, b) zu bestimmen, in welcher Fahrzeugrichtung (11a, b) sich das Fahrzeug (1a, b) in Bezug auf das Array befindet und dass die Rechenvorrichtung (3) dazu eingerichtet ist, basierend auf Bestimmungsdaten, welche Bestimmungsdaten die empfangenen akustischen Signale (9a, b) umfassen, zu bestimmen, ob das Fahrzeug (1a, b) ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug (1a, b) ist.

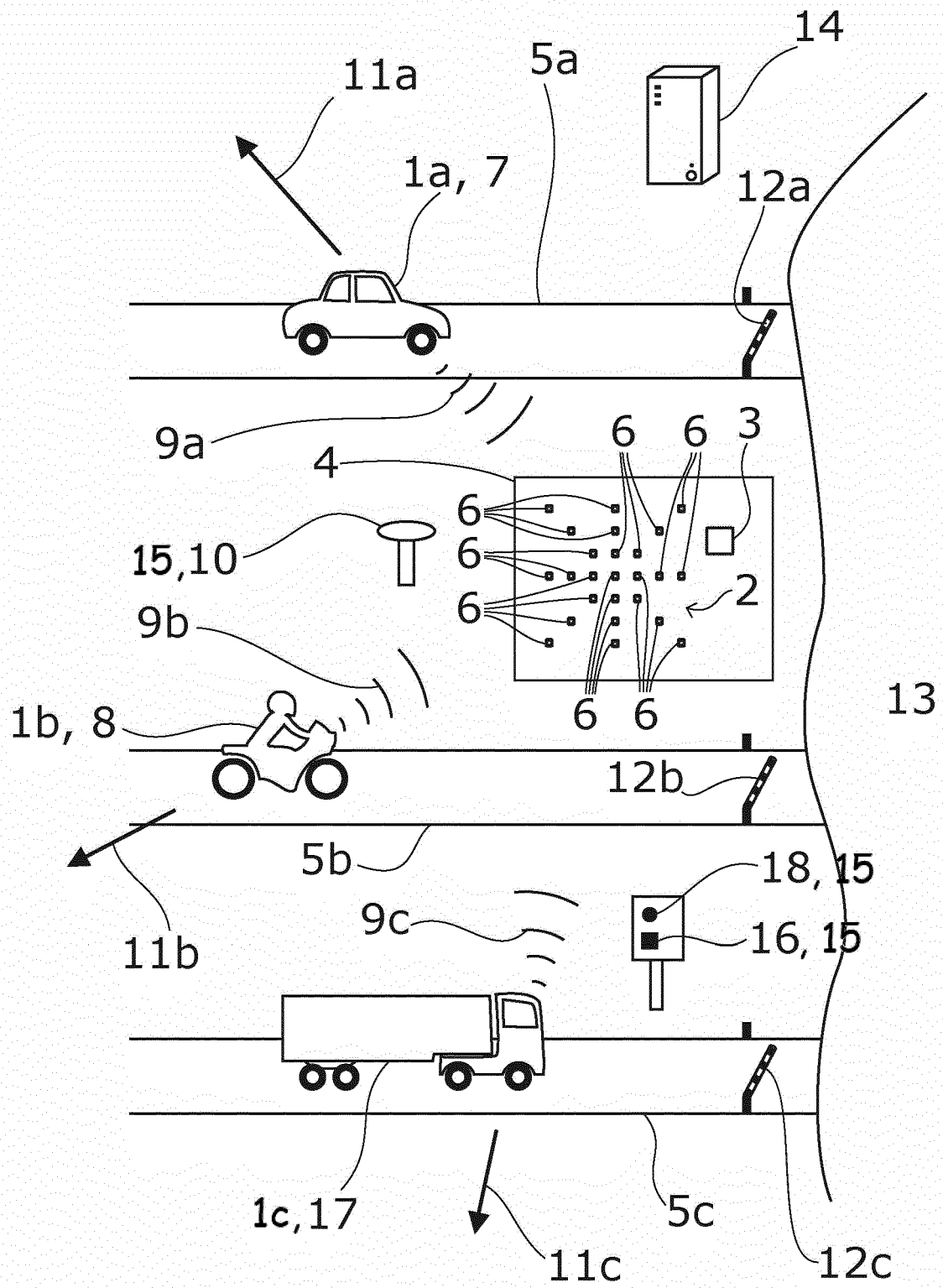


Fig. 1

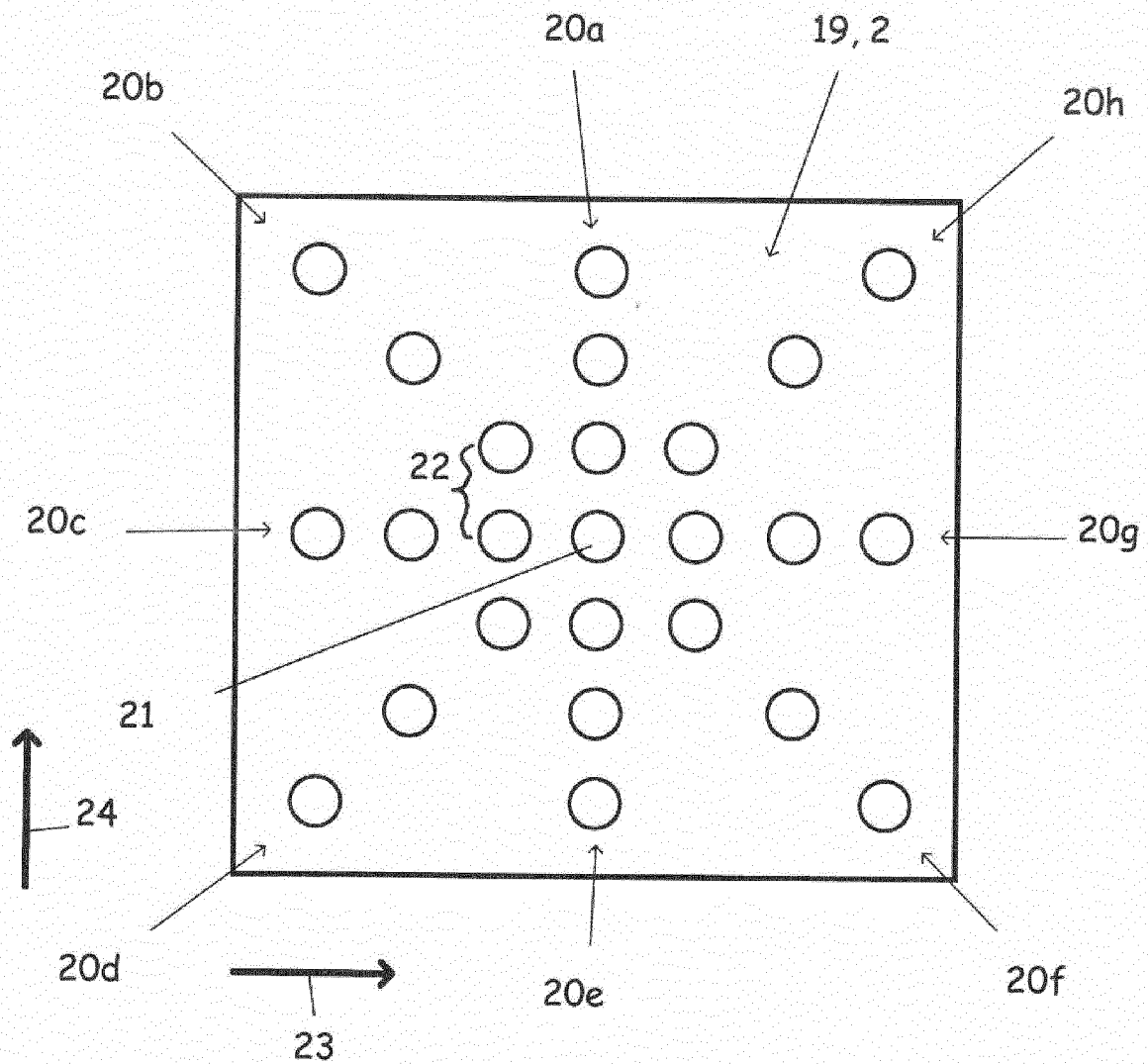


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 18 6051

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2019 217794 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20. Mai 2021 (2021-05-20)	1-4, 7-11, 13-15	INV. G08G1/01 G08G1/04 G08G1/065 G08G1/00 G08G1/015
Y	* Absätze [0004], [0009], [0010] - [0013], [0015], [0020] - [0022], [0024] - [0026], [0031], [0039] - [0042], [0058], [0059] * -----	12	
X	WO 2021/005479 A1 (REBERNIG SUPERVISIONI SRL [IT]) 14. Januar 2021 (2021-01-14) * Seite 12, Zeile 25 - Seite 13, Zeile 3 * * Seite 17, Zeilen 16,30 * * Seite 11, Zeilen 22,23,25 * * Seite 6, Zeilen 19-26 * * Seite 16, Zeilen 5,6 * -----	1,2,4-6, 9,11,15	
Y	ES 2 729 314 B2 (MAESTRO CAPITAL LTD [GB]) 4. Juni 2020 (2020-06-04) * Seite 2, Zeile 33 - Seite 3, Zeile 3 * * Seite 8, Zeilen 1-6 * * Seite 12, Zeilen 5-10 * -----	12	
A	US 8 164 484 B2 (BERGER THEODORE W [US]; DIBAZAR ALIRCZA [US] ET AL.) 24. April 2012 (2012-04-24) * das ganze Dokument * -----	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) G08G
A	DE 10 2012 011501 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 12. Dezember 2013 (2013-12-12) * das ganze Dokument * -----	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 1. Dezember 2022	Prüfer Fagundes-Peters, D
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 : nichtschriftliche 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	

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

EP 22 18 6051

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

01-12-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102019217794 A1	20-05-2021	KEINE	
WO 2021005479 A1	14-01-2021	CN 114128405 A	01-03-2022
		EP 3997964 A1	18-05-2022
		JP 2022540614 A	16-09-2022
		US 2022272815 A1	25-08-2022
		WO 2021005479 A1	14-01-2021
ES 2729314 B2	04-06-2020	ES 2729314 A1	31-10-2019
		WO 2019207193 A1	31-10-2019
US 8164484 B2	24-04-2012	US 2009115635 A1	07-05-2009
		US 2011169664 A1	14-07-2011
		WO 2009046359 A2	09-04-2009
DE 102012011501 A1	12-12-2013	KEINE	

EPO FORM P0461

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