



(10) **DE 10 2020 105 840 A1** 2021.09.09

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 105 840.3**
(22) Anmeldetag: **04.03.2020**
(43) Offenlegungstag: **09.09.2021**

(51) Int Cl.: **G08G 1/017** (2006.01)
G08G 5/00 (2006.01)
B61L 29/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
ETO MAGNETIC GmbH, 78333 Stockach, DE

(74) Vertreter:
Daub, Thomas, Dipl.-Ing., 88662 Überlingen, DE

(72) Erfinder:
**Bönisch, Benjamin, 78351 Bodman-
Ludwigshafen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2017 212 644 A1

LUBER, Stefan ; DONNER, Andreas: Was ist Ultra-Wideband / UWB / Ultra-Breitband?. 28.10.2019. URL: <https://www.ip-insider.de/was-ist-ultra-wideband-uwband-ultra-breitband-a-868734/> [abgerufen am 24.11.2020]

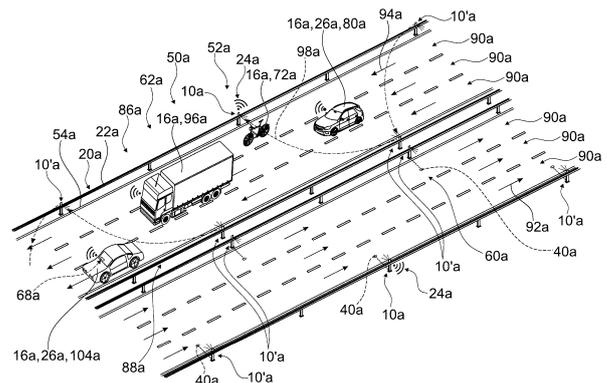
WOLFF, Christian: Ultra Wideband Radar. URL: <https://www.radartutorial.eu/02.basics/UWB-Radar.de.html> [abgerufen am 24.11.2020]

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verkehrsleitvorrichtung, Verkehrsleitsystem, Verkehrsinformationssystem, nachrüstbares Empfangsmodul und Verfahren zur Leitung eines Verkehrs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung geht aus von einer Verkehrsleitvorrichtung (52a-g), insbesondere einer stationäre Verkehrsleitvorrichtung, vorzugsweise zur Leitung von zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrenden Fahrzeugen (80a-g, 96a-g), mit zumindest einem Sensormodul (10a-g), welches zumindest einen Sensor (12a-g) aufweist, welcher dazu vorgesehen ist, zumindest eine Information und/oder zumindest einen Parameter zumindest eines in einem Sichtfeld (14a-g) des Sensors (12a-g) bewegten Objekts (16a-g) zu sensieren. Es wird vorgeschlagen, dass der Sensor (12a-g) als ein Ultrabreitband-Sensor ausgebildet ist.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verkehrsleitvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, ein Verkehrsleitsystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 23, ein Empfangsmodul nach dem Anspruch 28, ein Verkehrsinformationssystem nach dem Anspruch 29 und ein Verfahren zur Leitung eines Verkehrs nach dem Oberbegriff des Anspruchs 30.

[0002] Es ist bereits eine Verkehrsleitvorrichtung mit zumindest einem Sensormodul, welches zumindest einen Sensor aufweist, welcher dazu vorgesehen ist, zumindest eine Information und/oder zumindest einen Parameter zumindest eines in einem Sichtfeld des Sensors bewegten Objekts zu sensieren, vorgeschlagen worden.

[0003] Die Aufgabe der Erfindung besteht insbesondere darin, eine gattungsgemäße Vorrichtung mit vorteilhaften Eigenschaften hinsichtlich einer Verkehrsleitung, insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten und beengten Platzverhältnissen, bereitzustellen. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der Patentansprüche 1, 23 und 28 bis 30 gelöst, während vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung den Unteransprüchen entnommen werden können.

Vorteile der Erfindung

[0004] Die Erfindung geht aus von einer Verkehrsleitvorrichtung, insbesondere einer stationären Verkehrsleitvorrichtung, vorzugsweise zur Leitung von zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrenden Fahrzeugen, mit zumindest einem Sensormodul, welches zumindest einen Sensor aufweist, welcher dazu vorgesehen ist, zumindest eine Information und/oder zumindest einen Parameter zumindest eines in einem Sichtfeld des Sensors bewegten Objekts zu sensieren.

[0005] Es wird vorgeschlagen, dass der Sensor als ein Ultrabreitband-Sensor ausgebildet ist. Dadurch kann, insbesondere auch bei hohen Geschwindigkeiten (z.B. >20 km/h) und beengten Platzverhältnissen (z.B. Abstände kleiner als 0,2 m), vorteilhaft eine zuverlässige und/oder sichere Verkehrsleitung ermöglicht werden. Vorteilhaft kann eine zuverlässige und/oder sichere Erkennung von Fahrzeugen und/oder Geschwindigkeiten von Fahrzeugen in einem Nahbereich des Sensors ermöglicht werden. Insbesondere kann dadurch vorteilhaft eine, vorzugsweise automatisierte, Verkehrsführung an Fahrbahnengstellen wie beispielsweise an Baustellen mit verengter Fahrbahn, an Mautstationen, wie sie u.a. von italienischen Autobahnen bekannt sind, an Tankstellen, in Parkhäusern, auf Parkplätzen, beispielsweise

se auch bei einem seitlichen Einparken in eine sehr enge Parklücke, an Verladestationen wie auf Fährschiffen, Autotransportern, Autozügen, etc., ermöglicht werden. Zudem kann durch eine Verlagerung zumindest eines Teils einer Sensorik für ein autonomes Fahren in eine Infrastruktur eine wesentliche Reduktion der Herstellungskosten der autonomen Fahrzeuge erreicht werden, da dann vorteilhaft nicht jedes Fahrzeug mit einer eigenen komplizierten Sensorik ausgestattet werden muss. Zudem kann vorteilhaft eine Wartung der sicherheitsrelevanten Sensorik erleichtert und besser kontrolliert werden, wenn diese in eine, insbesondere von einer Verkehrsbehörde betreute, Infrastruktur eingebracht ist und nicht in den Fahrzeugen von Privatleuten und Unternehmen. Außerdem ist die vorgeschlagene Verkehrsleitvorrichtung vorteilhaft frei von jeglicher Erfassung persönlichkeitsbezogener Daten, wie beispielsweise einer Fahrzeugerkennung oder einer Kennzeichen-erkennung, insbesondere sogar frei von einer lediglich theoretischen Möglichkeit einer Fahrzeugerkennung oder Kennzeichenerkennung, ausgebildet. Vorteilhaft sind keine Kameras oder dergleichen für eine zuverlässige Funktion der Verkehrsleitvorrichtung erforderlich. Dadurch können vorteilhaft Datenschutzbedenken und/oder -einwände vermieden werden und ein hoher Grad an Datenschutz kann im Straßenverkehr aufrechterhalten werden.

[0006] Unter einer Verkehrsleitvorrichtung soll insbesondere eine Vorrichtung, vorzugsweise ein Teil eines Verkehrsleitsystems, bevorzugt ein Teil eines Car2x-Systems, verstanden werden, welche/s dazu vorgesehen ist, Daten von Verkehrsteilnehmern (beispielsweise Position, Geschwindigkeit, Fahrrichtung, etc.), insbesondere automatisiert, zu erfassen. Vorzugsweise ist die Verkehrsleitvorrichtung dazu vorgesehen, die erfassten Daten zu verarbeiten, beispielsweise die Positionen und/oder Bewegungsvektoren der erfassten Verkehrsteilnehmer zu kartographieren. Besonders bevorzugt ist die Verkehrsleitvorrichtung dazu vorgesehen, die erfassten Daten und/oder die verarbeiteten Daten an Verkehrsteilnehmer auszugeben. Beispielsweise ist denkbar, dass die Verkehrsleitvorrichtung bereits Handlungsanweisungen und/oder Steuerungsdaten an die Verkehrsteilnehmer aussendet. Alternativ oder zusätzlich ist denkbar, dass die Verkehrsleitvorrichtung die erfassten Verkehrsdaten an die Verkehrsteilnehmer aussendet, welche diese Daten selbst insbesondere in Kombination mit weiteren direkt durch die Verkehrsteilnehmer ermittelten Sensordaten, in Steuerungsdaten zur Steuerung der Verkehrsteilnehmer verarbeitet. Unter einer „stationären Verkehrsleitvorrichtung“ soll insbesondere eine Verkehrsleitvorrichtung verstanden werden, welche zumindest im Wesentlichen unbeweglich ist. Vorzugsweise ist die stationäre Verkehrsleitvorrichtung fest mit einer Infrastruktur, beispielsweise einem Straßennetz, einem Schienennetz oder einem Rollfeld, verbunden oder ortsfest

relativ zu der Infrastruktur positioniert. Vorzugsweise ist die stationäre Verkehrsleitvorrichtung frei von einer Einzelzuordnung zu einem bestimmten Verkehrsteilnehmer, insbesondere Fahrzeug. Unter einer „Leitung“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere zumindest ein Bereitstellen von, vorzugsweise datenverarbeitungstechnisch verarbeitbaren, Informationen und/oder Steuerdaten verstanden werden, welche zu einer Kontrolle eines Fahrzeugs, insbesondere eines Fahrverhaltens eines Fahrzeugs, verwendbar sind. Vorzugsweise ist die Verkehrsleitvorrichtung dazu vorgesehen, einem Verkehrsteilnehmer Daten über andere Verkehrsteilnehmer zugänglich zu machen, welche sich außerhalb eines Sichtfelds des Verkehrsteilnehmers oder von Sensoren des Verkehrsteilnehmers befinden. Beispielsweise ist die Verkehrsleitvorrichtung dazu vorgesehen, einem Verkehrsteilnehmer Daten über weitere Verkehrsteilnehmer zugänglich zu machen, welche sich hinter einer Kurve, hinter einem Hindernis oder vor weiteren Verkehrsteilnehmern im Verkehrsfluss befinden.

[0007] Insbesondere sind zumindest ein Teil der Verkehrsteilnehmer zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrende Fahrzeuge, insbesondere Kraftfahrzeuge. Alternativ oder zusätzlich können zumindest ein Teil der Verkehrsteilnehmer auch Flugzeuge, Schienenfahrzeuge, Schiffe oder auch Fahrradfahrer, Fußgänger und/oder Tiere sein. Insbesondere ist die Verkehrsleitvorrichtung als eine Straßenverkehrsleitvorrichtung ausgebildet. Alternativ oder zusätzlich ist jedoch auch denkbar, dass die Verkehrsleitvorrichtung als eine Bahnverkehrsleitvorrichtung, eine Flugzeug-Taxiing-Verkehrsleitvorrichtung, eine Leitvorrichtung zu einem Positionieren eines Flugzeug-Gangways relativ zu einem Flugzeug oder dergleichen ausgebildet ist. Ein zumindest teilweise selbstfahrendes Fahrzeug ist insbesondere ein Fahrzeug, welches zumindest einen Teil der Steueraufgaben, beispielsweise eine Geschwindigkeitssteuerung, eine Bremssteuerung und/oder eine Lenksteuerung, selbstständig, d.h. frei von permanenter Bedienerkontrolle, ausführen kann. Beispielsweise stellt ein Fahrzeug mit einem Abstandsregeltempomaten, wie z.B. einem Distronic-System, oder ein Fahrzeug mit einem Spurhalteassistenten ein zumindest teilweise selbstfahrendes Fahrzeug dar. Beispielsweise stellt ein Fahrzeug mit einem vollautomatischen Parkassistenten oder ein Fahrzeug mit einem deaktivierbaren Autopiloten ein zeitabschnittsweise selbstfahrendes Fahrzeug dar. Insbesondere kann der Verkehrsteilnehmer auch ein vollständig autonomes Roboterauto sein. Unter „vorgesehen“ soll insbesondere speziell programmiert, ausgelegt und/oder ausgestattet verstanden werden. Darunter, dass ein Objekt zu einer bestimmten Funktion vorgesehen ist, soll insbesondere verstanden werden, dass das Objekt diese bestimm-

te Funktion in zumindest einem Anwendungs- und/oder Betriebszustand erfüllt und/oder ausführt.

[0008] Unter einem „Sensor“ soll vorzugsweise ein technisches Bauteil verstanden werden, das das zumindest eine, vorzugsweise mehrere, physikalische Eigenschaften seiner Umgebung detektieren kann. Insbesondere ist der Sensor dazu vorgesehen, räumliche, vorzugsweise bewegte, Objekte, insbesondere Verkehrsteilnehmer, zu detektieren und/oder Informationen über physikalische Eigenschaften dieser Objekte, insbesondere Verkehrsteilnehmer, zu ermitteln. Insbesondere weist der Sensor ein Sichtfeld auf, innerhalb welchem der Sensor in der Lage ist, Objekte zu sensieren. Vorzugsweise ist der Sensor neben der Erkennung von schnell bewegten Objekten auch in der Lage, sehr langsam bewegte oder sich im Stillstand befindliche Objekte, beispielsweise bei einem Verkehrsstau, zu sensieren.

[0009] Unter einem „Ultrabreitband-Sensor“ soll insbesondere ein elektromagnetische Wellen emittierender Sensor verstanden werden, wobei die emittierten elektromagnetischen Wellen eine besonders große Bandbreite, vorzugsweise eine Bandbreite von mehr als 500 MHz, aufweisen. Vorzugsweise ist der Ultrabreitband-Sensor als ein Ultrabreitband-Radarsensor ausgebildet. Insbesondere detektiert der Ultrabreitbandsensor ein Reflexionssignal der emittierten elektromagnetischen Wellen zur Erkennung der im Sichtfeld des Sensors bewegten Objekte. Vorzugsweise sensiert der Ultrabreitband-Sensor einen Frequenzunterschied des Reflexionssignals, wobei insbesondere aus dem Frequenzunterschied auf eine Entfernung des reflektierenden Objekts geschlossen werden kann. Vorteilhaft kann durch eine Erhöhung einer Bandbreite eines Messsignals eine Verkürzung einer Messsignaldauer und somit eine Verkleinerung einer minimalen Messentfernung eines Sensors erreicht werden. Vorzugsweise ist der Ultrabreitband-Sensor kontinuierlich betrieben. Vorzugsweise sendet der Ultrabreitband-Sensor keine Impulssignale aus, so dass vorteilhaft keine Messunterbrechung für ein Empfangen von Impulsantworten notwendig ist. Dadurch kann vorteilhaft eine besonders hohe Messgeschwindigkeit ermöglicht werden, welche insbesondere eine hohe Messgenauigkeit und/oder eine Messung von Objekten mit besonders hoher Geschwindigkeit erlaubt. Alternativ ist jedoch auch denkbar, dass der Ultrabreitband-Sensor gepulst betrieben ist. Vorteilhaft kann durch eine Verwendung von Ultrabreitband-Sensortechnik zudem eine Beeinflussung und/oder Störung von anderen Funk-Übertragungsverfahren, insbesondere anderen schmalbandigen Funk-Übertragungsverfahren, wie beispielsweise LoRa, 5G oder WLAN (insbesondere 802.11 p), verhindert werden.

[0010] Ferner wird vorgeschlagen, dass der Ultrabreitband-Sensor auf einer M-Sequenz-Techno-

logie basiert. Dadurch kann vorteilhaft eine besonders genaue Geschwindigkeitserkennung, insbesondere auch von hohen Geschwindigkeiten, von in dem Sichtfeld des Sensors bewegten Objekten, vorzugsweise auch bei besonders kleinen Abständen der Objekte von dem Sensor, erreicht werden. Vorteilhaft sind M-Sequenz-Signale, insbesondere im Vergleich mit (UWB-) Impulssignalen und/oder mit (UWB-) Sinussignalen, rauschärmer. Vorteilhaft sind M-Sequenz-Signale, insbesondere im Vergleich mit (UWB-) Impulssignalen und/oder mit (UWB-) Sinussignalen, wenig störanfällig. Vorteilhaft verursachen M-Sequenz-Signale, insbesondere im Vergleich mit (UWB-) Impulssignalen und/oder mit (UWB-) Sinussignalen, eine geringe Störung von anderen Anwendungen, beispielsweise schmalbandigen Funkanwendungen wie LoRa, 5G oder WLAN (insbesondere 802.11 p). Vorteilhaft werden M-Sequenz-Signale, insbesondere im Vergleich mit (UWB-) Impulssignalen und/oder mit (UWB-) Sinussignalen, nur gering von Signalen anderer Funkquellen, beispielsweise schmalbandigen Funkanwendungen wie LoRa, 5G oder WLAN (insbesondere 802.11 p), beeinflusst und/oder gestört. Vorteilhaft ermöglichen die M-Sequenz-Signale eine zeitgleiche Messung über einen gesamten (UWB-) Frequenzbereich der Sensoren, so dass mehrere tausend Messungen pro Sekunde ermöglicht werden können. Unter einer „M-Sequenz“ soll insbesondere eine unter den Fachbegriffen „Maximum Length Sequence“ oder eine „Folge maximaler Länge“ bekannte pseudozufällige, binäre Folge verstanden werden. Insbesondere stellt die M-Sequenz eine Pseudorandomfolge dar. Insbesondere hat die M-Sequenz ein flaches Frequenzspektrum, welches vorzugsweise einem weißen Rauschen ähnelt. Insbesondere ist der Ultrabreitband-Sensor dazu vorgesehen, ein auf der M-Sequenz basierendes und/oder durch eine M-Sequenz gebildetes Signal, insbesondere Pseudorandomsignal, zu erzeugen und auszusenden. Insbesondere ist das M-Sequenz-Signal mittels rückgekoppelten Schieberegistern erzeugbar. Insbesondere umfasst das Sensormodul zumindest eine Schaltung zum Erzeugen der M-Sequenz, welche vorzugsweise ein N-stufiges Schieberegister zum Erzeugen der M-Sequenz aufweist. Insbesondere umfasst der Ultrabreitband-Sensor eine Sendeeinheit, welche ein M-Sequenz-Sendesignal generiert und abstrahlt. Insbesondere umfasst der Ultrabreitband-Sensor eine Empfangseinheit, welche durch ein Objekt reflektierte Anteile des M-Sequenz-Sendesignals empfängt. Insbesondere umfasst der Ultrabreitband-Sensor eine Auswerteeinheit, welche das empfangene reflektierte M-Sequenz-Sendesignal auswertet und daraus zumindest eine Entfernung des reflektierenden Objekts bestimmt. Vorteilhaft ist die Messung und das Messergebnis des Ultrabreitband-Sensors mit der M-Sequenz-Technologie zumindest im Wesentlichen unbeeinflusst von Schmutz- und/oder Eisschichten so-

wie von Regen und/oder Nebel im Bereich eines Messpfads des Ultrabreitband-Sensors.

[0011] Außerdem wird vorgeschlagen, dass der Ultrabreitband-Sensor in einem Frequenzbereich zwischen 100 MHz und 6 GHz mit einer Bandbreite von zumindest 500 MHz, vorzugsweise zumindest 1 GHz, bevorzugt zumindest 2 GHz, bevorzugter zumindest 4 GHz und besonders bevorzugt von zumindest 5,5 GHz, und/oder in einem Frequenzbereich zwischen 6 GHz und 8,5 GHz mit einer Bandbreite von zumindest 500 MHz, vorzugsweise zumindest 1 GHz, bevorzugt zumindest 1,5 GHz, bevorzugter zumindest 2 GHz und besonders bevorzugt von zumindest 2,5 GHz, arbeitet. Dadurch kann vorteilhaft eine, insbesondere wechselseitige, Störung durch weitere Funkquellen wie beispielsweise LoRa, 5G oder WLAN (insbesondere 802.11 p) vermieden werden. Vorteilhaft kann, insbesondere durch die hohe Bandbreite des Frequenzbereichs zwischen 6 GHz und 8,5 GHz, eine besonders hohe räumliche Auflösung und/oder eine besonders niedrige minimale Messentfernung erreicht werden. Zudem sind für diese Frequenzbereiche vorteilhaft keine Funklizenzen erforderlich, insbesondere wenn eine Sendeleistung in einem Bereich von -41.3 dbm/MHz liegt. Vorzugsweise liegt die Sendeleistung des Ultrabreitband-Sensors bei -41.3 dbm/MHz oder darunter. Insbesondere ist das Frequenzband zwischen 100 MHz und 6 GHz zumindest zu einer Messung einer Nebeldichte vorgesehen. Insbesondere ist das Frequenzband zwischen 6 GHz und 8,5 GHz zumindest zu einer Abstandsmessung, insbesondere auch in dem Nahbereich des Sensors, vorgesehen. Insbesondere ist denkbar, dass das Sensormodul, insbesondere der Sensor oder zumindest zwei Sensoren des Sensormoduls, zumindest teilweise gleichzeitig oder abwechselnd in beiden Frequenzbändern (100 MHz bis 6 GHz und 6 GHz bis 8,5 GHz) misst und/oder betrieben wird. Dadurch kann vorteilhaft eine Nahbereichs-Abstandsmessung und eine Nebeldichtenbestimmung, beides wichtige Parameter für ein zumindest teilweise autonomes Fahren eines Fahrzeugs, in einem Sensormodul kombiniert werden.

[0012] Wenn das nutzbare Sichtfeld des Sensors, insbesondere neben einem Fernbereich, einen Teil eines Nahbereichs des Sensors umfasst, kann vorteilhaft eine zuverlässige und/oder sichere Verkehrsleitung, insbesondere auch bei hohen Geschwindigkeiten (z.B. >20 km/h) und beengten Platzverhältnissen (z.B. Abstände kleiner als 0,2 m), ermöglicht werden. Insbesondere kann dadurch vorteilhaft eine, vorzugsweise automatisierte, Verkehrsführung an Fahrbahnengstellen ermöglicht werden. Unter einem „nutzbaren Sichtfeld“ soll insbesondere der Teil des Sichtfelds des Sensors verstanden werden, in welchem eine zuverlässige Abstandsmessung von in dem Sichtfeld bewegten Objekten relativ zu dem Sensor möglich ist. Unter einer „zuverlässigen Abstands-

messung“ soll insbesondere eine Abstandsmessung mit einer Genauigkeit von zumindest 10 cm, vorzugsweise zumindest 5 cm, bevorzugt zumindest 3 cm und besonders bevorzugt zumindest 1,5 cm verstanden werden. Unter einem „Nahbereich“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Bereich verstanden werden, welcher aus Punkten gebildet ist, die einen Abstand von dem Sensor, insbesondere von der Sendeeinheit des Sensors und/oder von der Empfangseinheit, aufweisen, welcher höchstens 0,5 m, vorzugsweise höchstens 0,3 m, vorteilhaft höchstens 0,2 m, bevorzugt höchstens 0,1 m und besonders bevorzugt höchstens 0,05 m beträgt. Vorteilhaft ist der Ultrabreitband-Sensor in der Lage, in einem Bereich des Sensors zu messen, in welchem konventionelle Lidar- und/oder Radarmessgeräte, insbesondere aufgrund deren endlich ausgedehnter Sendepuls- und Empfangsimpulslängen, blind sind.

[0013] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass das Sensormodul derart dimensioniert ist, dass es in eine Fahrbahnbegrenzung, insbesondere ein Fahrbahnbegrenzungselement wie eine Schutzplanke, einen Leitpfosten, eine Bahnschranke und/oder eine Warnbake, integrierbar ist. Dadurch kann vorteilhaft eine einfache Integrierbarkeit in eine bestehende Infrastruktur erreicht werden. Vorteilhaft kann eine besonders nahe Positionierung des Sensors an der Fahrbahn ermöglicht werden. Dadurch kann vorteilhaft eine hohe Kompaktheit der Verkehrsleitvorrichtung erreicht werden, insbesondere in räumlich beengten Situationen, wie beispielsweise bei einer Fahrbahnverengung durch eine Baustelle. Vorteilhaft ist kein Bau von zusätzlichen Montagemasten, wie beispielsweise Sensorbrücken über Autobahnen, erforderlich. Dadurch kann vorteilhaft auf einfache Weise eine besonders engmaschige Abdeckung eines Verkehrswegs, insbesondere einer Straße, mit Sensoren der Verkehrsleitvorrichtung erreicht werden. Die Fahrbahnbegrenzung ist insbesondere als eine Straßenbegrenzung, als eine Bahnstreckenbegrenzung, als eine Rollbahnbegrenzung, als eine Stellplatzbegrenzung, beispielsweise auf einer Fähre oder dergleichen ausgebildet. Insbesondere ist die Fahrbahnbegrenzung als eine stationäre Fahrbahnbegrenzung ausgebildet. Es ist jedoch auch denkbar, dass das Sensormodul in eine zumindest teilweise mobile Fahrbahnbegrenzung, wie beispielsweise eine Baustellen-Warnbake oder eine Bahnschranke oder dergleichen, integriert ist. Vorzugsweise ist das Sensormodul, insbesondere ein das Sensormodul umgebendes Gehäuse, derart dimensioniert, dass seine Maximalerstreckung in zumindest zwei zueinander senkrecht stehende Raumrichtungen kleiner ist als 15 cm, vorzugsweise kleiner ist als 10 cm und bevorzugt kleiner ist als 7 cm. Vorzugsweise weist ein kleinster gedachter Quader, welcher das Sensormodul, insbesondere das das Sensormodul umgebendes Gehäuse, vollständig umschließt, zumindest zwei zueinander senkrecht stehende Sei-

tenkanten auf, welche kleiner sind als 15 cm, vorzugsweise kleiner sind als 10 cm und bevorzugt kleiner sind als 7 cm. Bevorzugt ist der kleinste gedachte Quader, welcher das Sensormodul, insbesondere das das Sensormodul umgebende Gehäuse, vollständig umschließt, kleiner als 15 cm x 15 cm x 15 cm, vorteilhaft kleiner 12 cm x 12 cm x 12 cm, bevorzugter kleiner als 10 cm x 10 cm x 10 cm, noch bevorzugter kleiner als 7 cm x 7 cm x 7 cm und besonders bevorzugt kleiner als 5 cm x 5 cm x 5 cm.

[0014] Weiterhin wird vorgeschlagen, dass die Verkehrsleitvorrichtung zumindest ein Funkmodul aufweist, welches zumindest dazu vorgesehen ist, Daten, insbesondere Positions- und/oder Geschwindigkeitsdaten, welche zumindest auf der sensierten Information und/oder dem sensierten Parameter des zumindest einen beweglichen Objekts beruhen, an zumindest einen Empfänger, insbesondere zumindest an das zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrende Fahrzeug, auszusenden. Dadurch kann eine vorteilhafte Verkehrsleitung ermöglicht werden. Insbesondere können vorteilhaft die mittels dem Sensormodul ermittelten Daten von dem Empfänger empfangen und in Steuerdaten, insbesondere Kraftfahrzeugsteuerdaten, beispielsweise eine Beschleunigungssteuerung, eine Geschwindigkeitssteuerung, eine Bremsensteuerung, eine Lenksteuerung, eine Abstandshaltesteuerung, eine Spurhaltesteuerung oder dergleichen, umgesetzt werden. Insbesondere ist das Funkmodul derart dimensioniert, dass es in die Fahrbahnbegrenzung, beispielsweise die Schutzplanke, den Leitpfosten, die Bahnschranke und/oder die Warnbake, integrierbar ist. Insbesondere ist das Funkmodul in dem gleichen Gehäuse angeordnet wie das Sensormodul. Alternativ ist jedoch auch denkbar, dass das Funkmodul ein von dem Gehäuse des Sensormoduls getrenntes Gehäuse aufweist. Bevorzugt ist ein kleinster gedachter Quader, welcher das Funkmodul, insbesondere das das Funkmodul umgebende Gehäuse, vollständig umschließt, kleiner als 15 cm x 15 cm x 15 cm, vorteilhaft kleiner als 12 cm x 12 cm x 12 cm, bevorzugter kleiner als 10 cm x 10 cm x 10 cm, noch bevorzugter kleiner als 7 cm x 7 cm x 7 cm und besonders bevorzugt kleiner als 5 cm x 5 cm x 5 cm. Insbesondere ist das Funkmodul dazu vorgesehen, die Daten mittels zumindest eines bekannten Funkstandards, beispielsweise mittels LoRa, mittels WLAN, insbesondere 802.11 p, mittels 4G und/oder mittels 5G, auszusenden. Zusätzlich kann das Funkmodul zudem dazu vorgesehen sein, Daten weiterer Sensoren der Verkehrsleitvorrichtung auszusenden. Insbesondere umfasst das Funkmodul zumindest eine Sendeantenne.

[0015] Wenn das Funkmodul dazu vorgesehen ist, dauerhaft und/oder kontinuierlich wiederholt exakte Positionsdaten des Funkmoduls und/oder eines oder mehrerer der Sensormodule auszusenden, kann vor-

teilhaft eine exakte Verkehrsführung erreicht werden. Vorteilhaft kann die Verkehrsleitvorrichtung direkt am Fahrbahnrand angeordnet sein, die Positionsdaten des Fahrbahnrandes an die Empfänger übermitteln und zugleich sehr nah an dem Fahrbahnrand, insbesondere in dem Nahbereich der Sensoren, vorbeifahrende Fahrzeuge erkennen. Unter „exakten Positionsdaten“ sollen insbesondere Positionsdaten verstanden werden, welche mindestens auf fünf Zentimeter, vorzugsweise mindestens auf zwei Zentimeter, vorteilhaft mindestens auf einen Zentimeter, bevorzugt mindestens auf fünf Millimeter und besonders bevorzugt mindestens auf einen Millimeter genau sind. Insbesondere ist das Funkmodul bei der Montage millimetergenau eingemessen und ortsfest fixiert. Alternativ oder zusätzlich ist auch denkbar, dass das Funkmodul intern ermittelte Positionsdaten aussendet.

[0016] Zudem ist denkbar, dass das Funkmodul dazu vorgesehen ist, dauerhaft und/oder kontinuierlich wiederholt Fahrbahndaten, wie beispielsweise eine Fahrbahnbreite, eine Fahrspuranzahl, eine Fahrspurweite oder dergleichen auszusenden. Dadurch kann vorteilhaft eine sichere Verkehrsführung, insbesondere auch an Engstellen, erreicht werden, ohne Sensormodule und Funkmodule auf beiden Seiten der Fahrbahn zwingend zu erfordern. Insbesondere ist das Funkmodul dazu vorgesehen, Daten und/oder Informationen über jegliche Art von Objekten, welche mittels der Sensormodule erfasst werden, auszusenden, vorzugsweise unabhängig davon, ob diese autonom oder fahrgesteuert gefahren werden und/oder unabhängig davon, ob diese selbst Daten empfangen können oder nicht.

[0017] Wenn außerdem zumindest die von dem Funkmodul ausgesendeten Daten mittels einer Blockchain-Technologie oder einer Digital-Ledger-Technologie (DLT), insbesondere eine auf einer DLT-Technologie mit einer directed acyclic graphs (DAG)-Architektur, vorzugsweise einer DLT-Technologie mit einer transactionbased directed acyclic graphs (TDAG)-Architektur, verschlüsselt sind, kann vorteilhaft eine hohe Sicherheit, insbesondere eine hohe Manipulationssicherheit, vorzugsweise der durch das Funkmodul ausgesandten Daten, erreicht werden. Vorteilhaft sind die durch das Funkmodul ausgesandten Daten dadurch zumindest im Wesentlichen unveränderlich. Insbesondere ist jedes Funkmodul mit einem digitalen Identifikator (ID), insbesondere mit einer mittels Blockchain-Technologie oder DLT verschlüsselten digitalen ID, versehen. Dadurch kann vorteilhaft jedes empfangene Datenpaket von dem Empfänger digital verifiziert und einem bestimmten, beispielsweise offiziell registrierten, Funkmodul zugeordnet werden. Insbesondere sind die durch das Funkmodul ausgesandten Daten mittels einer DLT-ID, vorzugsweise einer IOTA™-ID, verschlüsselt. Vorteilhaft kann durch eine Blockchain- oder

DLT-Verschlüsselung eine Attraktivität der ermittelten Daten für Dritte erhöht werden. Beispielsweise kann dadurch vorteilhaft eine Verlässlichkeit ermittelter Witterungsdaten, Verkehrsdichtedaten, Standortdaten, etc. für Dritte garantiert werden. Dies ermöglicht vorteilhaft eine wirtschaftliche Zweitnutzung der ermittelten Daten.

[0018] Zudem wird vorgeschlagen, dass ein Funkmodul mehreren getrennt voneinander positionierbaren Sensormodulen zuordenbar ist und/oder dass ein Funkmodul dazu vorgesehen ist, Daten mehrerer getrennt voneinander positionierbarer Sensormodule auszusenden. Dadurch kann vorteilhaft eine hohe Kosten- und/oder Energieeffizienz erreicht werden, insbesondere indem nicht jedem Sensormodul direkt ein leistungsstarkes Funkmodul zugeordnet werden muss. Insbesondere ist zumindest in diesem Fall das Funkmodul als ein Funkknotenpunkt ausgebildet, welcher dazu vorgesehen ist, Daten mehrerer Sensormodule zu bündeln und an die Empfänger auszusenden. Der Funkknotenpunkt kann insbesondere kabelgebunden oder vorzugsweise kabellos mit den mehreren Sensormodulen verbunden sein. Beispielsweise ist jedem Sensormodul ein Sendemodul zugeordnet, welches dazu vorgesehen ist, die von dem Sensormodul ermittelten Daten zumindest zu einem weiteren benachbarten Sendemodul oder direkt zu dem Funkknotenpunkt zu übertragen. Vorzugsweise bilden die Sensormodule ein Multi-Hop-Netz aus. Bevorzugt werden die Daten der Sensormodule mittels eines Multi-Hop-Routings, insbesondere mittels eines mehrstufigen Routings, an das Funkmodul übertragen. Insbesondere bildet jedes Sensormodul entlang einer Fahrbahn einen Hop des Multi-Hop-Netzes aus. Alternativ ist jedoch auch denkbar, dass ein oder mehrere Sensormodule bei jedem Hop innerhalb des Multi-Hop-Netzes übersprungen werden. Insbesondere weisen die Sendemodule jeweils eine wesentlich geringere Sendeleistung auf als die Funkmodule. Insbesondere weisen die Sendemodule jeweils eine Sendeleistung auf, welche zumindest bis zu einem übernächsten, vorzugsweise zumindest bis zum über-über-nächsten Sendemodul reicht. Dadurch kann vorteilhaft ein Ausfall des nächsten Sendemoduls kompensiert werden. Insbesondere weisen die Sendemodule jeweils eine Sendeleistung zwischen einigen hundert Metern und wenigen Kilometern auf. Wenn beispielsweise die Sensormodule in 50 m-Abständen entlang der Fahrbahn angeordnet sind, dann beträgt die Sendeleistung des Sendemoduls wenigstens 100 m, vorzugsweise wenigstens 200 m. Es ist denkbar, dass mittels eines Hop Counts, d.h. insbesondere mittels einer Zählung der Hops bis zum Erreichen des Funkmoduls, eine Diagnose der Verkehrsleitvorrichtung, insbesondere des Sensornetzwerks der Verkehrsleitvorrichtung, erfolgt. Wenn beispielsweise die Zahl der Hops sinkt kann dies bedeuten, dass ein Sensormodul ausgefallen ist und deshalb übersprungen wurde. Insbesondere kann zu-

mindest ein Teil der Sensormodule räumlich getrennt von dem Funkmodul ausgebildet sein. Zudem kann jedoch auch bei jedem Funkmodul ein Sensormodul angeordnet sein.

[0019] Zusätzlich wird vorgeschlagen, dass das Sensormodul zumindest einen Beschleunigungssensor und/oder zumindest einen Bewegungssensor umfasst. Dadurch kann vorteilhaft eine Positionsänderung des Sensormoduls, beispielsweise durch einen Unfall oder ein anderes Ereignis, welches das Sensormodul verschiebt, auf einfache und/oder kostengünstige Weise detektiert werden. Vorteilhaft kann dadurch eine Fehlleitung eines autonom fahrenden, von der Verkehrsleitvorrichtung geführten Fahrzeugs verhindert werden. Vorteilhaft kann eine hohe Sicherheit erreicht werden. Insbesondere wird das Sensormodul, vorzugsweise das Sendemodul und/oder das Funkmodul des Sensormoduls, bei einer Detektion einer Beschleunigung und/oder einer Bewegung, welche insbesondere durch vorbeifahrende Fahrzeuge oder durch Windböen erzeugte Vibrationen übersteigt, automatisch deaktiviert. Insbesondere wird bei einer Erkennung von Unfällen oder anderen Ereignissen, welche die Position des Sensormoduls dauerhaft ändern, das Sensormodul abgeschaltet. Insbesondere kann der Bewegungssensor als ein Lagesensor, beispielsweise ein Kippsensor, ausgebildet sein. Insbesondere ist der Beschleunigungssensor und/oder der Bewegungssensor dazu vorgesehen, im Normalbetrieb auftretende Bewegungen und/oder Beschleunigungen, beispielsweise durch vorbeifahrende Fahrzeuge, durch Wind oder durch Bauarbeiten oder dergleichen erzeugte Bewegungen und/oder Beschleunigungen zu erkennen und insbesondere erst bei einer Überschreitung dieser im Normalbetrieb auftretenden Bewegungen und/oder Beschleunigungen das Sensormodul zu deaktivieren. Dies kann beispielsweise mittels eines Bewegungs- und/oder Beschleunigungsgrenzwerts umgesetzt werden.

[0020] Wenn der Sensor, insbesondere der Ultrabreitband-Sensor, dazu vorgesehen ist, eine Geschwindigkeit des in dem Sichtfeld des Sensors und insbesondere zugleich in dem Nahbereich des Sensors bewegten Objekts, zu ermitteln, kann eine besonders vorteilhafte Verkehrsleitung durch die Verkehrsleitvorrichtung ermöglicht werden. Vorteilhaft kann eine besonders präzise Übersicht über eine aktuelle Verkehrssituation an den Empfänger übermittelt werden. Insbesondere wird die Geschwindigkeit des Objekts über eine Auswertung des durch die Empfangseinheit des Ultrabreitband-Sensors detektierten Reflexionssignals, insbesondere basierend auf detektierten Objektkanten, ermittelt.

[0021] Wenn zudem der Sensor, insbesondere der Ultrabreitband-Sensor, dazu vorgesehen ist, eine Bewegungsrichtung des in dem Sichtfeld des Sensors

bewegten Objekts zu ermitteln, kann eine besonders vorteilhafte Verkehrsleitung durch die Verkehrsleitvorrichtung ermöglicht werden. Vorteilhaft kann dadurch eine Falschfahrererkennung, insbesondere eine Geisterfahrererkennung, ermöglicht werden. Insbesondere wird die Bewegungsrichtung des Objekts über eine Auswertung des durch die Empfangseinheit des Ultrabreitband-Sensors detektierten Reflexionssignals, insbesondere basierend auf detektierten Objektkanten, ermittelt.

[0022] Wenn außerdem der Sensor, insbesondere der Ultrabreitband-Sensor, dazu vorgesehen ist, eine Größenkategorisierung des in dem Sichtfeld des Sensors bewegten Objekts vorzunehmen, kann eine besonders vorteilhafte Verkehrsleitung durch die Verkehrsleitvorrichtung ermöglicht werden. Vorteilhaft kann dadurch eine Unterscheidung zwischen Fußgänger, PKW und LKW, etc. ermöglicht werden. Insbesondere wird zu einer Größenkategorisierung eines Objekts eine Gesamtlänge des Objekts über eine Auswertung des durch die Empfangseinheit des Ultrabreitband-Sensors detektierten Reflexionssignals, insbesondere basierend auf detektierten Objektkanten, ermittelt. Außerdem ist der Sensor, insbesondere der Ultrabreitband-Sensor, dazu vorgesehen, eine Fahrzeuganzahl, vorzugsweise eine größenkategorisierte Fahrzeuganzahl, zu ermitteln.

[0023] Ferner wird vorgeschlagen, dass das Sensormodul zumindest einen weiteren Sensor aufweist, welcher als ein Ultrabreitband-Sensor ausgebildet ist. Dadurch kann vorteilhaft eine noch zuverlässigere und/oder noch sicherere Verkehrsleitung ermöglicht werden. Beispielsweise kann dadurch vorteilhaft eine Überwachung mehrerer Fahrspuren erfolgen und/oder ein zusätzlicher Umgebungsparameter wie eine Nebeldichte ermittelt werden. Insbesondere ist der weitere Sensor zumindest im Wesentlichen identisch zu dem Sensor ausgebildet. Es ist jedoch auch denkbar, dass der Sensor in dem Frequenzbereich zwischen 6 GHz und 8,5 GHz arbeitet, während der weitere Sensor in dem Frequenzbereich zwischen 100 MHz und 6 GHz arbeitet. Dabei ist insbesondere vorstellbar, dass der Sensor vorwiegend für eine Erkennung von bewegten Objekten im Nahbereich des Sensors vorgesehen ist, d.h. vorzugsweise als ein Nahbereich-Radar ausgebildet ist, während der weitere Sensor vorwiegend für eine Nebelerkennung vorgesehen ist. Insbesondere ist ein Sichtfeld des weiteren Sensors zumindest abschnittsweise überlappungsfrei mit dem Sichtfeld des Sensors. Insbesondere ist das Sichtfeld des weiteren Sensors verschieden zu dem Sichtfeld des Sensors ausgerichtet. Beispielsweise ist das Sichtfeld des Sensors zumindest im Wesentlichen senkrecht zu der Fahrbahn, auf der sich die zu überwachenden Objekte bewegen, ausgerichtet, während der weitere Sensor zumindest im Wesentlichen parallel zu der Fahrbahn, auf der sich die zu überwachenden Objekte bewe-

gen, ausgerichtet ist. Der Ausdruck „im Wesentlichen senkrecht“ soll hier insbesondere eine Ausrichtung einer Richtung relativ zu einer Bezugsrichtung definieren, wobei die Richtung und die Bezugsrichtung, insbesondere in einer Projektionsebene betrachtet, einen Winkel von 90° einschließen und der Winkel eine maximale Abweichung von insbesondere kleiner als 8°, vorteilhaft kleiner als 5° und besonders vorteilhaft kleiner als 2° aufweist. Unter „im Wesentlichen parallel“ soll hier insbesondere eine Ausrichtung einer Richtung relativ zu einer Bezugsrichtung, insbesondere in einer Ebene, verstanden werden, wobei die Richtung gegenüber der Bezugsrichtung eine Abweichung insbesondere kleiner als 8°, vorteilhaft kleiner als 5° und besonders vorteilhaft kleiner als 2° aufweist. Insbesondere basiert der weitere Sensor auf einer M-Sequenz-Technologie.

[0024] Insbesondere sendet der weitere Sensor M-Sequenz-Pseudorauchsignale aus. Grundsätzlich ist denkbar, dass das Sensormodul zusätzliche weitere Sensoren, insbesondere zusätzliche weitere Ultraschall-Sensoren, umfasst.

[0025] Wenn zudem die Verkehrsleitvorrichtung ein Nebelerkennungs-Reflexionselement aufweist, welches in einem definierten Abstand von dem weiteren Sensor in dem Sichtfeld des weiteren Sensors angeordnet ist, kann vorteilhaft eine Nebelerkennung ermöglicht und Nebeldaten an Empfänger übermittelt werden. Vorteilhaft kann dadurch eine Sicherheit weiter erhöht werden. Insbesondere ist das Nebelerkennungs-Reflexionselement dazu vorgesehen, ein von dem weiteren Sensor ausgesandtes Signal zu reflektieren. Insbesondere ist der weitere Sensor dazu vorgesehen, aus dem empfangenen Reflexionssignal des Nebelerkennungs-Reflexionselements ein Vorhandensein eines Nebels in dem Sichtfeld des weiteren Sensors zu ermitteln. Insbesondere beträgt der definierte Abstand von dem weiteren Sensor einige Meter, insbesondere zumindest 1 m, vorzugsweise zumindest 2 m, bevorzugt zumindest 5 m, bevorzugter zumindest 10 m und besonders bevorzugt höchstens 20 m. Beispielsweise kann das Nebelerkennungs-Reflexionselement in eine Fahrbahnbegrenzung integriert oder an der Fahrbahnbegrenzung befestigt sein. Insbesondere ist das Nebelerkennungs-Reflexionselement als eine Scheibe oder Platte mit einer flachen, insbesondere ebenen, Oberfläche ausgebildet. Insbesondere ist das Nebelerkennungs-Reflexionselement außerhalb des Sichtfelds des Sensors angeordnet.

[0026] Wenn zusätzlich das Sensormodul zumindest einen Umgebungsbedingungs-Sensor, insbesondere einen Temperatursensor und/oder einen Luftfeuchtigkeitssensor, umfasst, kann vorteilhaft eine besonders verlässliche Nebelerkennung ermöglicht werden. Vorteilhaft kann eine Erkennung einer Nebeldichte ermöglicht werden. Zudem kann vorteil-

haft eine Erkenntnis über eine mögliche Straßenglätte und/oder Straßennässe gewonnen werden. Insbesondere ist das Funkmodul dazu vorgesehen, Messdaten des Umgebungsbedingungs-Sensors, insbesondere Temperaturmessdaten und/oder Luftfeuchtemessdaten, an die Empfänger auszusenden. Dadurch können vorteilhaft Witterungsbedingungen bei der Steuerung der zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrenden Fahrzeuge berücksichtigt werden, wodurch insbesondere eine Sicherheit der Verkehrsleitung weiter erhöht werden kann. Beispielsweise kann das Empfängerfahrzeug im Voraus über eine Fahrbahnstelle, z.B. eine windige Stahlbrücke oder eine Windschneise, Bescheid wissen, welche vereist sein könnte oder welche von einer Schneeevenne bedeckt sein könnte. Alternativ oder zusätzlich ist denkbar, dass das Sensormodul einen weiteren Windsensor aufweist, welcher vorzugsweise an Windschneisen oder auf Brücken installiert sein kann. Dadurch kann vorteilhaft eine Sicherheit weiter erhöht werden, beispielsweise indem vor gefährlichen Windsituationen gewarnt werden kann.

[0027] Außerdem wird vorgeschlagen, dass das Sensormodul dazu vorgesehen ist, insbesondere basierend auf einer Kombination eines durch das Nebelerkennungs-Reflexionselement in dem weiteren Sensor erzeugten Signals mit Daten des Umgebungsbedingungs-Sensors, eine Nebeldichte zu bestimmen. Dadurch kann vorteilhaft eine Sicherheit der Verkehrsleitung weiter erhöht werden. Insbesondere umfasst das Sensormodul eine Recheneinheit, welche dazu vorgesehen ist, Sensordaten der Sensoren entsprechend zu verarbeiten und/oder aufzubereiten. Unter einer „Recheneinheit“ soll insbesondere eine Einheit mit einem Informationseingang, einer Informationsverarbeitung und einer Informationsausgabe verstanden werden. Vorteilhaft weist die Recheneinheit zumindest einen Prozessor, einen Speicher, Ein- und Ausgabemittel, weitere elektrische Bauteile, ein Betriebsprogramm, Regelroutinen, Steuerroutinen und/oder Berechnungsroutinen auf. Vorzugsweise sind die Bauteile der Recheneinheit auf einer gemeinsamen Platine angeordnet.

[0028] Weiterhin wird vorgeschlagen, dass das Sensormodul zumindest einen Straßenglättesensor umfasst. Dadurch kann vorteilhaft eine Sicherheit der Verkehrsleitung weiter erhöht werden. Insbesondere ist der Straßenglättesensor, vorzugsweise zumindest ein Temperaturfühler des Straßenglättesensors, zumindest teilweise in Bodennähe und/oder in Bodenkontakt relativ zu der Fahrbahn angeordnet. Vorzugsweise ist der Straßenglättesensor drahtlos oder drahtgebunden mit dem Sensormodul verbunden. Insbesondere ist das Funkmodul dazu vorgesehen, Messdaten des Straßenglättesensors an die Empfänger auszusenden. Insbesondere ist der Straßenglättesensor zumindest teilweise in der Fahrbahnbe-

grenzung, beispielsweise in der Schutzplanke oder in dem Leitpfosten, integriert. Insbesondere kann der Straßenglättesensor als ein Temperatur- und/oder Feuchtigkeitssensor ausgebildet sein, welcher beispielsweise durch eine Korrelation von Daten der bodennahen Temperaturen und der Feuchtigkeit (ermittelt durch den Straßenglättesensor oder durch den Umgebungsbedingungs-Sensor des Sensormoduls) eine Straßenglätte, insbesondere eine Straßenglätzewahrscheinlichkeit bestimmt. Alternativ zu einem Temperaturfühler kann der Straßenglättesensor auch einen Infrarotdetektor zu einer Messung der Temperatur einer Fahrbahn aufweisen.

[0029] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass das Sensormodul zumindest einen Positionserkennungssensor, insbesondere einen GPS-Sensor, einen Galileo-Sensor, einen GLONASS-Sensor und/oder einen Beidou-Sensor, umfasst. Dadurch kann vorteilhaft auf eine manuelle Einmessung verzichtet werden. Vorteilhaft kann eine Installation der Verkehrsleitvorrichtung vereinfacht werden. Insbesondere ist der Positionserkennungssensor zu einer Erkennung eines Längengrads, eines Breitengrads und/oder einer Höhe, insbesondere einer auf einen Meeresspiegel referenzierten Höhe, vorgesehen. Alternativ ist jedoch auch denkbar, dass die Verkehrsleitvorrichtung frei von Positionserkennungssensoren ist und die Sensormodule bei der Installation von einem Montagepersonal exakt eingemessen werden. Vorzugsweise sind fest in eine unbewegliche Infrastruktur eingebaute Sensormodule frei von einem Positionserkennungssensor. Beispielsweise ist denkbar, dass das Montagepersonal eine speziell dafür ausgelegte Montagevorrichtung zur Hand bekommt, welche bei der Montage ein millimetergenaues Positionssignal, beispielsweise ein GPS-Signal, ermittelt und an das Sensormodul oder eine Recheneinheit des Sensormoduls übergibt. Ab Erhalt der Positionsdaten beginnt das Sensormodul oder das dem Sensormodul zugeordnete Funkmodul vorzugsweise damit die übergebenen Positionsdaten auszusenden. Durch eine zusätzliche Ausgabe der Höhe neben dem Längen- und Breitengrad könnte vorteilhaft eine Durchfahrt eines zu hohen Fahrzeugs, beispielsweise eines LKWs oder eines Schiffs, durch eine niedrige Brücke verhindert werden.

[0030] Zusätzlich wird vorgeschlagen, dass die Verkehrsleitvorrichtung, insbesondere das Sensormodul und/oder das Funkmodul, vorzugsweise jedes Sensormodul und/oder jedes Funkmodul, eine Energy-Harvesting-Einheit zur Energieversorgung zumindest des jeweiligen Sensormoduls und/oder Funkmoduls aufweist. Dadurch kann vorteilhaft eine hohe Energieeffizienz erreicht werden. Im Idealfall kann dadurch eine Unabhängigkeit von einer externen Stromversorgung über ein Stromnetz und/oder von einer Batteriestromversorgung erreicht werden. Vorteilhaft kann jedoch in jedem Fall ein Stromverbrauch aus

dem Stromnetz gesenkt und/oder eine Batterielebensdauer erhöht werden. Insbesondere ist die Energy-Harvesting-Einheit dazu vorgesehen, Energie aus der Umgebung zu erzeugen, beispielsweise mittels Photovoltaik, mittels eines Windgenerators und/oder mittels piezoelektrischer Kristalle aus von vorbeifahrendem Verkehr erzeugten (Luft-) Drücken und/oder Vibrationen. Insbesondere ist die Energy-Harvesting-Einheit dazu vorgesehen, einen Ladestrom für einen Akkumulator, insbesondere zumindest für einen Akkumulator des Sensormoduls und/oder des Funkmoduls, bereitzustellen. Alternativ ist eine Stromversorgung ohne Energy-Harvesting, beispielsweise über ein (öffentliches) Stromnetz oder eine Batterie / den Akkumulator denkbar.

[0031] Wenn die Energy-Harvesting-Einheit zumindest einen Windgenerator umfasst, kann vorteilhaft Energie aus einem Fahrtwind vorbeifahrender Fahrzeuge gewonnen werden. Insbesondere durch die geringen Abstände, welche durch die Verwendung der Ultrabreitband-Sensoren ermöglicht werden, kann vorteilhaft eine besonders effektive Verwendung des Fahrtwinds vorbeifahrender Fahrzeuge für das Energy-Harvesting ermöglicht werden.

[0032] Ferner wird vorgeschlagen, dass die Verkehrsleitvorrichtung eine, insbesondere zumindest das Sensormodul und/oder das Funkmodul umgebende, opake und/oder hermetisch abgeschlossene, insbesondere hermetisch umspritzte, Gehäuseeinheit aufweist. Dadurch kann vorteilhaft eine hohe Robustheit der Verkehrsleitvorrichtung erreicht werden. Vorteilhaft kann eine Beschädigung, beispielsweise durch Schmutz, Feuchtigkeit, UV-Strahlung und/oder Steinschlag, vermieden werden. Insbesondere ist die Gehäuseeinheit der Verkehrsleitvorrichtung frei von einer Sensoröffnung, einer Sensorlinse oder dergleichen. Insbesondere beeinträchtigt die Bedeckung des Ultrabreitband-Sensors durch die Gehäuseeinheit die Funktionsfähigkeit des Ultrabreitband-Sensors nicht wesentlich. Insbesondere umschließt die Gehäuseeinheit, abgesehen von einem oder mehreren Fühlern des Umgebungsbedingungs-Sensors und/oder abgesehen von einer oder mehreren Kabeldurchführungen, das Sensormodul und/oder das Funkmodul vollständig. Insbesondere ist die Gehäuseeinheit wasserdicht. Insbesondere ist die Gehäuseeinheit intransparent, zumindest für UV-Strahlen und/oder sichtbares Licht. Vorteilhaft bleibt der Ultrabreitband-Sensor auch bei einer Bedeckung durch einen Fremdkörper, beispielsweise durch eine Schmutzschicht, eine Matschschicht, eine Schneeschicht, eine Laubschicht und/oder eine Eisschicht, voll funktionsfähig. Dies ist besonders vorteilhaft im Vergleich mit bekannten Radar- oder Lidar-Sensoren, welche bei einer Bedeckung mit Schnee, Laub oder dergleichen ausfallen können. Es ist denkbar, dass das Sensormodul, insbesondere die Sendeeinheit des Sensormoduls und/oder das Funkmo-

dul, dazu vorgesehen ist, ein Reinigungssignal auszusenden. Beispielsweise ist mittels des Sensorsignals des Ultrabreitband-Sensors eine Stärke einer Verschmutzung und/oder einer Bedeckung durch Fremdkörper, beispielsweise durch eine Änderung der Reflexionssignalstärke, abschätzbar, wobei bei einer Überschreitung eines Grenzwerts, insbesondere eines Verschmutzungsgrenzwerts und/oder eines Bedeckungsgrenzwerts, das Aussenden des Reinigungssignals getriggert wird. Dieses Reinigungssignal kann vorteilhaft von einem die Fahrbahn abfahrenden Wartungsfahrzeug empfangen werden, so dass eine gezielte Reinigung stattfinden kann. Vorteilhaft ist eine Reinigung mittels eines Standard-Bürstenfahrzugs einer Straßenmeisterei durchführbar.

[0033] Ferner wird ein Verkehrsleitsystem, insbesondere ein stationäres Verkehrsleitsystem, vorzugsweise zur Leitung von zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrenden Fahrzeugen, mit der Verkehrsleitvorrichtung vorgeschlagen, wobei die Verkehrsleitvorrichtung zumindest ein oder mehrere Sensormodul/e, welche/s jeweils zumindest einen Sensor aufweist/aufweisen, welcher dazu vorgesehen ist, zumindest eine Information und/oder zumindest einen Parameter zumindest eines in einem Sichtfeld des Sensors bewegten Objekts zu sensieren, aufweist, und mit zumindest einem oder mehreren, zumindest einen Teil einer Fahrbahnbegrenzung ausbildenden, Fahrbahnbegrenzungselement/en, beispielsweise zumindest einer Schutzplanke, zumindest einem Leitpfosten, zumindest einer Bahnschranke und/oder zumindest einer Warnbake, wobei das/die Sensormodul/e zumindest einen weiteren Teil der Fahrbahnbegrenzung ausbilden und/oder wobei das/die Sensormodul/e zumindest teilweise in das Fahrbahnbegrenzungselement integriert ist/sind. Insbesondere kann dadurch vorteilhaft eine Verlagerung zumindest eines Teils einer Sensorik für ein autonomes Fahren in eine Infrastruktur erreicht werden, wodurch insbesondere eine wesentliche Reduktion der Herstellungskosten der autonomen Fahrzeuge erreicht werden kann, da dann vorteilhaft nicht jedes Fahrzeug mit einer eigenen komplizierten Sensorik ausgestattet werden muss. Zudem kann vorteilhaft eine Wartung der sicherheitsrelevanten Sensorik erleichtert und besser kontrolliert werden, wenn diese in eine, insbesondere von einer Verkehrsbehörde betreute, Infrastruktur eingebracht ist und nicht in den Fahrzeugen von Privatleuten und Unternehmen. Darunter, dass Sensormodule „einen Teil der Fahrbahnbegrenzung ausbilden“ soll insbesondere verstanden werden, dass eine Vielzahl von Sensormodulen entlang der Fahrbahn auf zumindest einer Seite der Fahrbahn, vorzugsweise auf beiden Seiten der Fahrbahn, angeordnet sind und somit eine Fahrbahn zumindest auf der Seite, vorzugsweise auf den beiden Seiten, begrenzen. Darunter, dass ein Sensormodul „in ein Fahrbahn-

begrenzungselement integriert ist“ soll insbesondere verstanden werden, dass das Sensormodul fest an dem Fahrbahnbegrenzungselement montiert ist oder vorzugsweise zumindest teilweise oder zumindest zu einem Großteil von dem Fahrbahnbegrenzungselement umgeben ist. Unter einem „Großteil“ soll insbesondere zumindest 51 %, vorzugsweise zumindest 66 %, bevorzugt zumindest 80 % und besonders bevorzugt zumindest 95 % verstanden werden.

[0034] Zusätzlich ist denkbar, dass die Verkehrsleitvorrichtung ein oder mehrere Funkmodul/e aufweist, welche/s zumindest dazu vorgesehen ist/sind, Daten, insbesondere Positions- und/oder Geschwindigkeitsdaten, welche zumindest auf der sensierten Information und/oder dem sensierten Parameter des zumindest einen beweglichen Objekts beruhen, an zumindest einen Empfänger, insbesondere zumindest an das zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrende Fahrzeug, auszusenden, wobei das/die Funkmodul/e zumindest einen weiteren Teil der Fahrbahnbegrenzung ausbildet/ausbilden und/oder wobei das/die Funkmodul/e zumindest teilweise in das Fahrbahnbegrenzungselement integriert ist/sind. Insbesondere kann ein Funkmodul zusammen mit einem Sensormodul, beispielsweise mit einer gemeinsamen Gehäuseeinheit, den weiteren Teil der Fahrbahnbegrenzung ausbilden und/oder zumindest teilweise in das Fahrbahnbegrenzungselement integriert sein oder getrennt von Sensormodulen, beispielsweise mit einer eigenen Gehäuseeinheit, den weiteren Teil der Fahrbahnbegrenzung ausbilden und/oder zumindest teilweise in das Fahrbahnbegrenzungselement integriert sein.

[0035] Insbesondere kann/können das/die Sensormodul/e und/oder das/die Funkmodul/e auch von der Fahrbahn aus gesehen hinter dem/den Fahrbahnbegrenzungselement/en angeordnet sein. Dadurch kann vorteilhaft ein Schutz der Sensormodule und/oder der Funkmodule, beispielsweise gegen Steinschlag, gegen Staub oder gegen Spritzwasser erhöht werden. Außerdem sind die Sensormodule und/oder die Funkmodule dadurch vorteilhaft nicht von einem auf der Fahrbahn befindlichen Fahrzeug aus direkt einsehbar.

[0036] Wenn zumindest das/die Sensormodul/e in einem Nahbereich eines Fahrbahnrandes angeordnet ist/sind, kann vorteilhaft eine zuverlässige und sichere Verkehrsleitung auch unter besonders beengten Verhältnissen, in denen wenig Bauraum für eine Sensorpositionierung zur Verfügung steht, wie beispielsweise in einer Baustellenumfahrung, in einem Parkhaus, an einer Tankstelle, auf einer Fähre, etc., ermöglicht werden. Unter einem „Nahbereich“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Bereich verstanden werden, welcher aus Punkten gebildet ist, die einen Abstand von dem Fahrbahnrand aufweisen, welcher höchstens 0,5 m, vorzugsweise höchst-

tens 0,3 m, vorteilhaft höchstens 0,2 m, bevorzugt höchstens 0,1 m und besonders bevorzugt höchstens 0,05 m beträgt. Unter einem „Fahrbahnrand“ soll hierbei insbesondere eine seitliche Begrenzungslinie der Fahrbahn und eine vertikale Verlängerung davon verstanden werden, wobei die vertikale Verlängerung eine gedachte vertikale Wand ausbildet, welche die Fahrbahn seitlich begrenzt.

[0037] Wenn außerdem zumindest ein Fahrbahnbegrenzungselement, in dem ein Sensormodul integriert ist, als ein bewegliches Baustellenabsperrelement, beispielsweise eine Warnbake, eine Pylone, ein Vorwarnanhänger einer Straßenwacht, eine Betonleitwand, ein Richtungsstreifentrenner oder dergleichen, ausgebildet ist, kann vorteilhaft eine besonders sichere Verkehrsleitung in engen Baustellenbereichen ermöglicht werden. Zudem kann vorteilhaft eine einfache Baustelleneinrichtung ermöglicht werden.

[0038] Zusätzlich wird vorgeschlagen, dass zumindest die Sensormodule auf beiden Seiten einer Fahrbahn, insbesondere versetzt zueinander, angeordnet sind. Dadurch kann vorteilhaft eine besonders genaue Verkehrsleitung erreicht werden.

[0039] Zudem wird vorgeschlagen, dass das Verkehrsleitsystem für eine Leitung eines Straßenverkehrs, eines Bahnverkehrs und/oder eines Flugzeug-Taxiing-Verkehrs vorgesehen ist. Dadurch kann eine besonders hohe Einsatzflexibilität erreicht werden. Insbesondere ist das Verkehrsleitsystem besonders vorteilhaft in allen denkbaren Fällen, in denen Objekte mit hohen Geschwindigkeiten (>20 km/h) nah an Begrenzungen und/oder anderen Objekten vorbeifahren müssen (weitere Beispiele: Krankenwagen in einer Rettungsgasse, U-Bahn in einem U-Bahntunnel, Förder- und/oder Transportfahrzeuge in einer Bergbauminne).

[0040] Ferner wird ein nachrüstbares Empfangsmodul vorgeschlagen, welches dazu vorgesehen ist, Daten der Verkehrsleitvorrichtung und/oder des Verkehrsleitsystems zu empfangen, auszuwerten und mittels einer Informationsausgabereinrichtung an einen Fahrer eines fahrgesteuerten Fahrzeugs auszugeben. Dadurch kann vorteilhaft auch eine effektive Verkehrsleitung von vollständig fahrgesteuerten, insbesondere nicht autonom fahrenden Fahrzeugen ermöglicht werden. Insbesondere ist das Empfangsmodul dazu vorgesehen, dem Fahrer des fahrgesteuerten Fahrzeugs Informationen über einen vorausfahrenden Verkehr und/oder Handlungsanweisungen und/oder Handlungsvorschläge graphisch und/oder akustisch auszugeben. Beispielsweise kann das nachrüstbare Empfangsmodul mit einer Anzeige des fahrgesteuerten Fahrzeugs, beispielsweise einer Armaturenanzeige, wie einem in oder an der Armatur angeordneten Bildschirm, mit ei-

nem Mobilgerät des Fahrers, beispielsweise einem Smartphone oder einem Navigationsgerät, mit einer Lautsprecheranlage des fahrgesteuerten Fahrzeugs oder mit einem Head-Up Display des fahrgesteuerten Fahrzeugs gekoppelt sein.

[0041] Zudem wird ein Verkehrsinformationssystem mit dem Verkehrsleitsystem und mit dem nachrüstbaren Empfangsmodul vorgeschlagen. Dadurch kann insbesondere eine vorteilhafte Verkehrsleitung erreicht werden.

[0042] Des Weiteren wird ein Verfahren zur Leitung eines Verkehrs mit einer, insbesondere stationären, Verkehrsleitvorrichtung, insbesondere zur Leitung von zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrenden Fahrzeugen, mit zumindest einem Detektionsschritt, in dem zumindest eine Information und/oder zumindest ein Parameter zumindest eines in einem Sichtfeld eines Sensors bewegten Objekts sensiert wird, und mit zumindest einem Verkehrsleitschritt, in dem Daten, welche zumindest auf der sensierten Information und/oder zumindest auf dem sensierten Parameter des zumindest einen beweglichen Objekts beruhen, an einen Empfänger, insbesondere an ein zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrendes Fahrzeug, ausgesendet werden, wobei die Information und/oder der Parameter in dem Detektionsschritt von einem als Ultrabreitband-Sensor ausgebildeten, vorzugsweise auf einer M-Sequenz-Technologie basierenden und/oder M-Sequenz-Signale aussendenden, Sensor sensiert werden, vorgeschlagen. Dadurch kann, insbesondere auch bei hohen Geschwindigkeiten (z.B. >20 km/h) und beengten Platzverhältnissen (z.B. Abstände kleiner als 0,2 m), vorteilhaft eine zuverlässige und/oder sichere Verkehrsleitung ermöglicht werden. Vorteilhaft kann eine zuverlässige und/oder sichere Erkennung von Fahrzeugen und/oder Geschwindigkeiten von Fahrzeugen in einem Nahbereich des Sensors ermöglicht werden. Insbesondere kann dadurch vorteilhaft eine, vorzugsweise automatisierte, Verkehrsleitung an Fahrbahnengstellen ermöglicht werden.

[0043] Die erfindungsgemäße Verkehrsleitvorrichtung, das erfindungsgemäße Verkehrsleitsystem, das erfindungsgemäße Verkehrsinformationssystem, das erfindungsgemäße nachrüstbare Empfangsmodul und das erfindungsgemäße Verfahren sollen hierbei nicht auf die oben beschriebene Anwendung und Ausführungsform beschränkt sein. Insbesondere kann die erfindungsgemäße Verkehrsleitvorrichtung, das erfindungsgemäße Verkehrsleitsystem, das erfindungsgemäße Verkehrsinformationssystem, das erfindungsgemäße nachrüstbare Empfangsmodul und das erfindungsgemäße Verfahren zu einer Erfüllung einer hierin beschriebenen Funktionsweise eine von einer hierin genannten Anzahl von

einzelnen Elementen, Bauteilen, Verfahrensschritten und Einheiten abweichende Anzahl aufweisen.

Zeichnungen

[0044] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen sind sieben Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnungen, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0045] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Ausschnitts einer Infrastruktur mit einem Verkehrsleitsystem,

Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf einen Teil des Verkehrsleitsystems mit einer Verkehrsleitvorrichtung,

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines weiteren Ausschnitts der Infrastruktur mit dem Verkehrsleitsystem im Bereich einer Engstelle,

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Teils der Verkehrsleitvorrichtung mit einem Sensor modul und mit einem Funkmodul,

Fig. 5 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Leitung eines Verkehrs,

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Verkehrsinformationssystems mit dem Verkehrsleitsystem und mit einem nachrüstbaren Empfangsmodul,

Fig. 7 ein alternatives Verkehrsleitsystem,

Fig. 8 ein zweites alternatives Verkehrsleitsystem,

Fig. 9 ein drittes alternatives Verkehrsleitsystem,

Fig. 10 ein viertes alternatives Verkehrsleitsystem,

Fig. 11 ein fünftes alternatives Verkehrsleitsystem und

Fig. 12 ein sechstes alternatives Verkehrsleitsystem.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0046] **Fig. 1** zeigt einen Ausschnitt einer Infrastruktur 86a mit einem Verkehrsleitsystem 50a für eine Leitung eines Straßenverkehrs 62a. Das Verkehrsleitsystem 50a ist als ein stationäres Verkehrsleitsystem ausgebildet. Das Verkehrsleitsystem 50a ist teilweise in die Infrastruktur 86a integriert. Die Infrastruktur 86a umfasst eine Fahrbahn 60a. Die Fahrbahn

60a ist im beispielhaft dargestellten Fall sechsspurig ausgebildet. Die Fahrbahn 60a weist im beispielhaft dargestellten Fall eine bauliche Trennung 88a von Fahrspuren 90a verschiedener Fahrtrichtungen 92a, 94a auf. Die Infrastruktur 86a weist eine Fahrbahnbegrenzung 20a auf. Die Fahrbahnbegrenzung 20a ist von der Fahrbahn 60a aus gesehen hinter einem Fahrbahnrand 54a der Fahrbahn 60a angeordnet. Die Fahrbahnbegrenzung 20a umfasst Fahrbahnbegrenzungselemente 22a. Die Fahrbahnbegrenzungselemente 22a sind im in **Fig. 1** dargestellten Fall als Schutzplanken ausgebildet. Die Fahrspuren 90a einer Fahrtrichtung 92a, 94a sind im in der **Fig. 1** dargestellten Fall beidseitig von Fahrbahnbegrenzungselementen 22a, insbesondere Schutzplanken, aufweisenden Fahrbahnbegrenzungen 20a eingefasst.

[0047] Das Verkehrsleitsystem 50a ist zu einer Leitung von zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrenden Fahrzeugen 80a, 96a vorgesehen. Das Verkehrsleitsystem 50a weist eine Verkehrsleitvorrichtung 52a auf. Die Verkehrsleitvorrichtung 52a weist Sensormodule 10a, 10'a auf. Die Sensormodule 10a, 10'a sind dazu vorgesehen, zumindest eine Information und/oder zumindest einen Parameter zumindest eines selbstfahrenden Fahrzeugs 80a, 96a und/oder zumindest eines fahrgesteuerten Fahrzeugs 72a zu sensieren. Die Sensormodule 10a, 10'a bilden einen Teil der Fahrbahnbegrenzung 20a aus. Die Sensormodule 10a, 10'a sind jeweils derart dimensioniert, dass sie in die Fahrbahnbegrenzung 20a, insbesondere in die Fahrbahnbegrenzungselemente 22a, integrierbar sind. Die Sensormodule 10a, 10'a sind in dem in der **Fig. 1** dargestellten beispielhaften Fall teilweise in Fahrbahnbegrenzungselemente 22a integriert. Die Sensormodule 10a, 10'a sind in dem in der **Fig. 1** dargestellten beispielhaften Fall an den Fahrbahnbegrenzungselementen 22a befestigt. Alternativ können die Sensormodule 10a, 10'a jedoch auch getrennt von den Fahrbahnbegrenzungselementen 22a, beispielsweise hinter den Fahrbahnbegrenzungselementen 22a, angeordnet sein. Die Sensormodule 10a, 10'a sind auf beiden Seiten der Fahrbahn 60a, insbesondere auf beiden Seiten der Fahrspuren 90a jeder Fahrtrichtung 92a, 94a der Fahrbahn 60a, angeordnet. Die Sensormodule 10a, 10'a auf einer Seite der Fahrbahn 60a sind in Abständen von jeweils etwa 50 m zueinander aufgestellt.

[0048] Die Verkehrsleitvorrichtung 52a weist Funkmodule 24a auf. Die Funkmodule 24a sind dazu vorgesehen, Daten, insbesondere Positions- und/oder Geschwindigkeitsdaten, der von den Sensormodulen 10a, 10'a registrierten Fahrzeuge 72a, 80a, 96a an zumindest einen Empfänger 26a, beispielsweise an das selbstfahrende Fahrzeug 80a oder an ein weiteres zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrendes Fahrzeug 96a auszusenden. Die Funkmodule 24a sind dazu vorgese-

hen, dauerhaft und/oder kontinuierlich wiederholt exakte Positionsdaten des Funkmoduls 24a und/oder der Sensormodule 10a, 10'a auszusenden. Von dem Funkmodul 24a ausgesendete Daten sind mittels einer Blockchain-Technologie oder einer Digital-Ledger-Technologie (DLT) verschlüsselt. Die Funkmodule 24a bilden einen Teil der Fahrbahnbegrenzung 20a aus. Die Funkmodule 24a sind jeweils derart dimensioniert, dass sie in die Fahrbahnbegrenzung 20a, insbesondere in die Fahrbahnbegrenzungselemente 22a, integrierbar sind. Die Funkmodule 24a sind in dem in der **Fig. 1** dargestellten beispielhaften Fall teilweise in die Fahrbahnbegrenzungselemente 22a integriert. Die Funkmodule 24a sind in dem in der **Fig. 1** dargestellten beispielhaften Fall an den Fahrbahnbegrenzungselementen 22a befestigt. Alternativ können die Funkmodule 24a jedoch auch getrennt von den Fahrbahnbegrenzungselementen 22a, beispielsweise hinter den Fahrbahnbegrenzungselementen 22a, angeordnet sein. Die Funkmodule 24a sind auf beiden Seiten der Fahrbahn 60a, insbesondere auf beiden Seiten der Fahrspuren 90a jeder Fahrtrichtung 92a, 94a der Fahrbahn 60a, angeordnet.

[0049] Im in der **Fig. 1** beispielhaft dargestellten Fall ist jeweils ein Funkmodul 24a mehreren getrennt voneinander positionierten Sensormodulen 10a, 10'a zugeordnet. Das Funkmodul 24a ist in diesem Fall dazu vorgesehen, Daten von mehreren getrennt voneinander positionierten Sensormodulen 10a, 10'a zu sammeln und gebündelt auszusenden. Das Funkmodul 24a und die Sensormodule 10a, 10'a bilden ein Multi-Hop-Netz 98a aus. Die Sensordaten der Sensormodule 10a, 10'a werden in dem Multi-Hop-Netz 98a jeweils zu dem benachbarten Sensormodul 10a, 10'a oder Funkmodul 24a weitergeleitet, bis sie ein Funkmodul 24a erreichen und von dem Funkmodul 24a ausgesendet werden können. Dazu weisen die Sensormodule 10a, 10'a Sendemodule 58a auf, welche zu einer Nahbereichskommunikation der Sensormodule 10a, 10'a untereinander in dem Multi-Hop-Netz 98a vorgesehen sind. Die Sendemodule 58a können jedem Sensormodul 10a, 10'a zugeordnet sein oder alternativ nur den Sensormodulen 10a, 10'a zugeordnet sein, welchen nicht bereits ein Funkmodul 24a zugeordnet ist. Im letzteren Fall kann das Funkmodul 24a zusätzlich dazu vorgesehen sein, die Nahbereichskommunikation des ihm zugeordneten Sensormoduls 10a, 10'a zu ermöglichen. Alternativ könnte auch jedem Sensormodul 10a, 10'a ein eigenes Funkmodul 24a zugeordnet sein, welches jeweils nur Daten des zugehörigen Sensormoduls 10a, 10'a versendet.

[0050] Die **Fig. 2** zeigt eine Draufsicht auf einen Teil des Verkehrsleitsystems 50a mit dem Sensormodul 10a und mit dem Funkmodul 24a. Das Sensormodul 10a ist in einem Nahbereich 56a des Fahrbahnrandes 54a angeordnet. Der Nahbereich 56a des Fahrbahnrandes 54a erstreckt sich von dem Fahrbahnrand 54a

aus etwa 10 cm in eine von der Fahrbahn 60a wegweisende Richtung, welche senkrecht zu einer vorgesehenen Fahrtrichtung 92a und parallel zu der Fahrbahn 60a verläuft. Das Sensormodul 10a weist einen Sensor 12a auf. Der Sensor 12a weist ein Sichtfeld 14a auf. Der Sensor 12a ist dazu vorgesehen, zumindest eine Information und/oder zumindest einen Parameter zumindest eines in dem Sichtfeld 14a des Sensors 12a bewegten Objekts 16a, beispielsweise Fahrzeugs 72a, 80a, 96a, 104a zu sensieren. Das nutzbare Sichtfeld 14a des Sensors 12a umfasst einen Teil eines Nahbereichs 18a des Sensors 12a. Im in der **Fig. 2** beispielhaft dargestellten Fall umfasst der Nahbereich 18a einen Ringabschnitt, mit einem Außenradius 108a von etwa 20 cm und mit einem Innenradius 106a von etwa 10 cm. Das Funkmodul 24a ist zumindest dazu vorgesehen, Daten, welche zumindest auf der sensierten Information und/oder auf dem sensierten Parameter des in dem Sichtfeld 14a des Sensors 12a bewegten Objekts 16a beruhen, an die Empfänger 26a auszusenden.

[0051] Das Sensormodul 10a weist einen weiteren Sensor 32a auf. Der weitere Sensor 32a weist ein Sichtfeld 36a auf. Der weitere Sensor 32a weist eine Hauptabstrahlrichtung 122a auf. Die Hauptabstrahlrichtung 122a des weiteren Sensors 32a verläuft in einem Zentrum des Sichtfelds 36a des weiteren Sensors 32a. Im dargestellten beispielhaften Fall ist die Hauptabstrahlrichtung 122a des weiteren Sensors 32a senkrecht zu einer Hauptabstrahlrichtung 124a des Sensors 12a des Sensormoduls 10a ausgerichtet. Alternative Ausrichtungen der Hauptabstrahlrichtungen 122a, 124a, u.a. sogar eine zueinander parallele Ausrichtung der Hauptabstrahlrichtungen 122a, 124a, sind jedoch denkbar. Das Sensormodul 10a, insbesondere der weitere Sensor 32a, ist zu einer Nebelerkennung vorgesehen. Das Sensormodul 10a, insbesondere der weitere Sensor 32a, ist zu einer Bestimmung einer Nebeldichte vorgesehen. Die Verkehrsleitvorrichtung 52a weist ein Nebelerkennungs-Reflexionselement 34a auf. Das Nebelerkennungs-Reflexionselement 34a ist in einem definierten Abstand von dem weiteren Sensor 32a in dem Sichtfeld 36a des weiteren Sensors 32a angeordnet. Das Nebelerkennungs-Reflexionselement 34a ist dazu vorgesehen, ein Signal des weiteren Sensors 32a zu dem weiteren Sensor 32a zurückzuwerfen und zumindest teilweise anhand einer Änderung des Ausgangssignals, welche durch in dem Laufweg des Signals vorhandene Feuchtigkeitströpfchen verursacht wird, einen Nebel zu erkennen.

[0052] Die **Fig. 3** zeigt einen weiteren Ausschnitt der Infrastruktur 86a mit dem Verkehrsleitsystem 50a für die Leitung des Straßenverkehrs 62a. Der Ausschnitt der Infrastruktur 86a umfasst eine durch eine Baustelle erzeugte Engstelle 100a. An der Engstelle 100a wird der Verkehr beider Fahrtrichtungen 92a, 94a auf eine verkleinerte Anzahl an Fahrspu-

ren 90a konzentriert. An der Engstelle 100a sind zusätzliche Fahrbahnbegrenzungselemente 102a installiert. Die zusätzlichen Fahrbahnbegrenzungselemente 102a begrenzen die Fahrbahn 60a und die Fahrspuren 90a der jeweiligen Fahrtrichtungen 92a, 94a im Bereich der Engstelle 100a. Die zusätzlichen Fahrbahnbegrenzungselemente 102a sind als bewegliche Baustellenabsperrelemente ausgebildet. Ein Teil der beweglichen Baustellenabsperrelemente sind als Betonleitelemente ausgebildet. Ein weiterer Teil der beweglichen Baustellenabsperrelemente sind als Warnbaken 174a ausgebildet. Ein zusätzlicher weiterer Teil der beweglichen Baustellenabsperrelemente sind als Warnanhänger ausgebildet. Ein Teil der beweglichen Baustellenabsperrelemente weist Sensormodule 10a, 10'a auf. Ein Teil der beweglichen Baustellenabsperrelemente weist Funkmodule 24a auf. Die Abstände der Sensormodule 10a, 10'a im Bereich der Engstelle 100a sind deutlich kleiner als außerhalb der Engstelle 100a. Die Abstände der Sensormodule 10a, 10'a im Bereich der Engstelle 100a sind kleiner als 50 m. Die Abstände der Sensormodule 10a, 10'a im Bereich der Engstelle 100a betragen etwa 10 m bis 20 m.

[0053] Die Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Teils der Verkehrsleitvorrichtung 52a mit dem Sensormodul 10a und mit dem Funkmodul 24a. Im in Fig. 4 dargestellten Fall sind das Sensormodul 10a und das Funkmodul 24a in einer gemeinsamen Gehäuseeinheit 48a untergebracht. Die Gehäuseeinheit 48a ist aus einem opaken Material ausgebildet. Die Gehäuseeinheit 48a ist wasserdicht ausgebildet. Die Gehäuseeinheit 48a ist frei von einer Sensorlinse für den Sensor 12a des Sensormoduls 10a ausgebildet. Die Gehäuseeinheit 48a ist als eine hermetisch abgeschlossene Gehäuseeinheit 48a ausgebildet. Das Sensormodul 10a ist von der Gehäuseeinheit 48a hermetisch umspritzt. Das Funkmodul 24a ist von der Gehäuseeinheit 48a hermetisch umspritzt. Die Verkehrsleitvorrichtung 52a ist als eine stationäre Verkehrsleitvorrichtung ausgebildet. Die Verkehrsleitvorrichtung 52a ist zu einer Leitung von zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrenden Fahrzeugen 80a, 96a vorgesehen. Das Sensormodul 10a und/oder das Funkmodul 24a, insbesondere die gesamte Gehäuseeinheit 48a mit dem Sensormodul 10a und mit dem Funkmodul 24a, ist derart dimensioniert, dass es in die Fahrbahnbegrenzung 20a, insbesondere in ein Fahrbahnbegrenzungselement 22a integrierbar ist. Das Sensormodul 10a und/oder das Funkmodul 24a, insbesondere die gesamte Gehäuseeinheit 48a mit dem Sensormodul 10a und mit dem Funkmodul 24a, ist kleiner als ein Quader mit den Abmessungen 10 cm x 10 cm x 10cm. Eine Höhe 110a der Gehäuseeinheit 48a ist kleiner als 10 cm. Eine Tiefe 112a der Gehäuseeinheit 48a ist kleiner als 10 cm. Eine Breite 114a der Gehäuseeinheit 48a ist kleiner als 10 cm.

[0054] Der Sensor 12a ist als ein Ultrabreitband-Sensor ausgebildet. Der Ultrabreitband-Sensor 12a basiert auf einer M-Sequenz-Technologie. Der Ultrabreitband-Sensor 12a arbeitet in einem Frequenzbereich zwischen 6 GHz und 8,5 GHz mit einer Bandbreite von zumindest 2 GHz. Der Sensor 12a weist eine Sendeeinheit 74a auf. Die Sendeeinheit 74a des Sensors 12a ist als eine elektromagnetische Wellen abstrahlende Antenne ausgebildet. Die Antenne der Sendeeinheit 74a des Sensors 12a weist eine Fläche von höchstens 5 cm x 5 cm auf. Die Sendeeinheit 74a des Sensors 12a ist dazu vorgesehen, Pseudorausgangssignale auszusenden. Die Sendeeinheit 74a des Sensors 12a ist dazu vorgesehen, M-Sequenz-Signale auszusenden. Die Sendeeinheit 74a des Sensors 12a ist dazu vorgesehen, M-Sequenz-Signale in einem Frequenzband zwischen 6 GHz und 8,5 GHz mit einer Bandbreite von mehr als 2 GHz auszusenden. Der Sensor 12a weist eine Empfangseinheit 76a auf. Die Empfangseinheit 76a des Sensors 12a ist als eine von elektromagnetischen Wellen anregbare Antenne ausgebildet. Die Antenne der Empfangseinheit 76a des Sensors 12a weist eine Fläche von höchstens 5 cm x 5 cm auf. Die Empfangseinheit 76a des Sensors 12a ist dazu vorgesehen, Reflexionssignale der durch die Sendeeinheit 74a des Sensors 12a ausgesandten M-Sequenz-Signale zu detektieren. Das Sensormodul 10a weist eine Recheneinheit 116a auf. Die Recheneinheit 116a ist zumindest dazu vorgesehen, das von der Empfangseinheit 76a des Sensors 12a empfangene Reflexionssignal zu analysieren und/oder auszuwerten. Die Recheneinheit 116a ist zumindest dazu vorgesehen, das M-Sequenz-Signal, insbesondere eine M-Sequenz-Signalform, zu erzeugen und/oder zu berechnen. Die Recheneinheit 116a ist als eine mit der Sendeeinheit 74a des Sensors 12a und mit der Empfangseinheit 76a des Sensors 12a verbundene Platine ausgebildet. Die Platine der Recheneinheit 116a weist eine Fläche von höchstens 5 cm x 5 cm auf. Der Sensor 12a, insbesondere die Recheneinheit 116a, ist dazu vorgesehen, aus dem mit der Empfangseinheit 76a des Sensors 12a ermittelten Reflexionssignal eine Geschwindigkeit des in dem Sichtfeld 14a des Sensors 12a bewegten Objekts 16a zu ermitteln. Der Sensor 12a, insbesondere die Recheneinheit 116a, ist dazu vorgesehen, aus dem mit der Empfangseinheit 76a des Sensors 12a ermittelten Reflexionssignal eine Bewegungsrichtung des in dem Sichtfeld 14a des Sensors 12a bewegten Objekts 16a zu ermitteln. Der Sensor 12a, insbesondere die Recheneinheit 116a, ist dazu vorgesehen, aus dem mit der Empfangseinheit 76a des Sensors 12a ermittelten Reflexionssignal eine Größenkategorisierung des in dem Sichtfeld 14a des Sensors 12a bewegten Objekts 16a vorzunehmen.

[0055] Das Sensormodul 10a weist den weiteren Sensor 32a auf. Der weitere Sensor 32a ist als ein Ultrabreitband-Sensor ausgebildet. Es ist denkbar,

dass das Sensormodul 10a mehrere weitere Ultrabreitband-Sensoren aufweist. Der weitere Ultrabreitband-Sensor 32a basiert auf einer M-Sequenz-Technologie. Der weitere Ultrabreitband-Sensor 32a arbeitet in einem Frequenzbereich zwischen 100 MHz und 6 GHz mit einer Bandbreite von zumindest 5 GHz. Der weitere Sensor 32a weist eine Sendeeinheit 118a auf. Die Sendeeinheit 118a des weiteren Sensors 32a ist als eine elektromagnetische Wellen abstrahlende Antenne ausgebildet. Die Antenne der Sendeeinheit 118a des weiteren Sensors 32a weist eine Fläche von höchstens 5 cm x 5 cm auf. Die Sendeeinheit 118a des weiteren Sensors 32a ist dazu vorgesehen, Pseudorausschsignale auszusenden. Die Sendeeinheit 118a des weiteren Sensors 32a ist dazu vorgesehen, M-Sequenz-Signale auszusenden. Die Sendeeinheit 118a des weiteren Sensors 32a ist dazu vorgesehen, M-Sequenz-Signale in einem Frequenzband zwischen 100 MHz und 6 GHz mit einer Bandbreite von mehr als 5 GHz auszusenden. Der weitere Sensor 32a weist eine Empfangseinheit 120a auf. Die Empfangseinheit 120a des weiteren Sensors 32a ist als eine von elektromagnetischen Wellen anregbare Antenne ausgebildet. Die Antenne der Empfangseinheit 120a des weiteren Sensors 32a weist eine Fläche von höchstens 5 cm x 5 cm auf. Die Empfangseinheit 120a des weiteren Sensors 32a ist dazu vorgesehen, Reflexionssignale der durch die Sendeeinheit 118a des weiteren Sensors 32a ausgesandten M-Sequenz-Signale zu detektieren. Die Recheneinheit 116a ist zumindest dazu vorgesehen, das von der Empfangseinheit 120a des weiteren Sensors 32a empfangene Reflexionssignal zu analysieren und/oder auszuwerten. Die Recheneinheit 116a ist als eine mit der Sendeeinheit 118a des weiteren Sensors 32a und mit der Empfangseinheit 120a des weiteren Sensors 32a verbundene Platine ausgebildet. Der weitere Sensor 32a, insbesondere die Recheneinheit 116a, ist dazu vorgesehen, aus dem mit der Empfangseinheit 120a des weiteren Sensors 32a ermittelten Reflexionssignal einen Nebel zu erkennen.

[0056] Das Sensormodul 10a weist einen Umgebungsbedingungs-Sensor 38a auf. Der Umgebungsbedingungs-Sensor 38a umfasst zumindest einen Temperatursensor. Der Umgebungsbedingungs-Sensor 38a umfasst zumindest einen Luftfeuchtigkeitssensor. Das Sensormodul 10a, insbesondere die Recheneinheit 116a, ist dazu vorgesehen, aus einer Kombination des von dem weiteren Sensor 32a empfangenen Reflexionssignals und den Daten des Umgebungsbedingungs-Sensors 38a, insbesondere des Temperatursensors und des Luftfeuchtigkeitssensors, eine Nebeldichte zu bestimmen. Das Funkmodul 24a ist dazu vorgesehen, exakte Nebeldichtedaten entlang der Fahrbahn 60a an die Empfänger 26a auszusenden.

[0057] Das Sensormodul 10a weist einen Beschleunigungssensor 28a auf. Das Sensormodul 10a weist einen Bewegungssensor 30a auf. Der Bewegungssensor 30a ist beispielsweise als ein Kippsensor ausgebildet. Das Sensormodul 10a, insbesondere die Recheneinheit 116a, ist dazu vorgesehen, bei einer Detektion einer Beschleunigung des Sensormoduls 10a durch den Beschleunigungssensor 28a, welche insbesondere über normale, durch Bodenvibrationen oder Wind, etc. erzeugte Beschleunigungen hinausgeht, zumindest das Funkmodul 24a, zumindest den Sensor 12a und/oder zumindest das Sendemodul 58a zu deaktivieren. Das Sensormodul 10a, insbesondere die Recheneinheit 116a, ist dazu vorgesehen, bei einer Detektion einer Bewegung, beispielsweise einer Kippung, des Sensormoduls 10a durch den Bewegungssensor 30a, welche insbesondere über normale, durch Bodenvibrationen oder Wind, etc. erzeugte Bewegungen hinausgeht, zumindest das Funkmodul 24a, zumindest den Sensor 12a und/oder zumindest das Sendemodul 58a zu deaktivieren.

[0058] Das Sensormodul 10a umfasst einen Positionserkennungssensor 42a. Der Positionserkennungssensor 42a ist dazu vorgesehen, dauerhaft oder kontinuierlich wiederholt exakte, vorzugsweise millimetergenaue, Positionsdaten, vorzugsweise Geodaten, des Sensormoduls 10a zu bestimmen. Der Positionserkennungssensor 42a ist zu einem Empfang von Signalen eines Navigationssatelliten 126a, beispielsweise eines GPS-Satelliten, vorgesehen. Der Positionserkennungssensor 42a ist in einem oberen Teil der Gehäuseeinheit 48a angeordnet. Dadurch kann ein freies Blickfeld zu dem Navigationssatelliten 126a gewährleistet werden. Das Funkmodul 24a ist dazu vorgesehen, die von dem Positionserkennungssensor 42a bestimmten Positionsdaten, vorzugsweise Geodaten des Sensormoduls 10a, an die Empfänger 26a auszusenden. Das Sensormodul 10a, insbesondere die Recheneinheit 116a, kann dazu vorgesehen sein, bei einer Detektion einer Positionsänderung, welche insbesondere über einige Millimeter, beispielsweise über 10 mm hinausgeht, zumindest das Funkmodul 24a, zumindest den Sensor 12a und/oder zumindest das Sendemodul 58a zu deaktivieren. Es ist jedoch auch denkbar, dass zumindest ein Teil der Sensormodule 10a, 10'a des Verkehrsleitsystems 50a, beispielsweise Sensormodule 10a, 10'a, welche in einem Tunnel angeordnet sind, oder alle Sensormodule 10a, 10'a des Verkehrsleitsystems 50a frei von einem Positionserkennungssensor 42a ausgebildet ist/sind und alternativ bei einer Montage millimetergenau eingemessen wird/werden.

[0059] Das Sensormodul 10a umfasst einen Straßenglättesensor 40a. Der Straßenglättesensor 40a umfasst einen Temperaturfühler. Der Straßenglättesensor 40a, vorzugsweise der Temperaturfühler des

Straßenglättesensors 40a, ist in Fahrbahnnähe angeordnet oder in die Fahrbahn 60a eingebracht (vgl. auch **Fig. 1**). Der Straßenglättesensor 40a ist dazu vorgesehen, eine Vereisung der Fahrbahn 60a zu erkennen. Der Straßenglättesensor 40a ist dazu vorgesehen, eine Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer Vereisung der Fahrbahn 60a aus einer Kombination von Temperaturdaten des Temperaturfühlers und Feuchtigkeitsdaten des Umgebungsbedingungs-Sensors 38a zu bestimmen. Das Funkmodul 24a ist dazu vorgesehen, Daten des Straßenglättesensors 40a, insbesondere Informationen über einen Vereisungszustand der Fahrbahn 60a, an die Empfänger 26a auszusenden. Der Straßenglättesensor 40a ist im beispielhaft dargestellten Fall über ein Kabel mit dem Rest des Sensormoduls 10a verbunden. Alternativ könnte jedoch der Straßenglättesensor 40a kabellos mit dem Rest des Sensormoduls 10a, insbesondere mit der Recheneinheit 116a und/oder dem Funkmodul 24a, verbunden sein. Beispielsweise kommuniziert der Straßenglättesensor 40a über die Nahbereichskommunikation des Multi-Hop-Netzes 98a, insbesondere mit den Sendemodulen 58a des Sensormoduls 10a. Dazu weist der Straßenglättesensor 40a vorzugsweise ein separates, dem Straßenglättesensor 40a zugeordnetes Sendemodul 58a auf.

[0060] Die Verkehrsleitvorrichtung 52a weist eine Energy-Harvesting-Einheit 44a auf. Die Energy-Harvesting-Einheit 44a ist dem Sensormodul 10a zugeordnet. Vorzugsweise ist den meisten Sensormodulen 10a, 10'a des Verkehrsleitsystems 50a, bevorzugt jedem Sensormodul 10a, 10'a des Verkehrsleitsystems 50a zumindest eine Energy-Harvesting-Einheit 44a zugeordnet. Die Energy-Harvesting-Einheit 44a ist zu einer zumindest teilweisen Energieversorgung zumindest des Sensormoduls 10a vorgesehen. Das Sensormodul 10a weist einen Akkumulator 128a auf. Der Akkumulator 128a ist zu einer Energieversorgung zumindest eines Teils der Sensoren 12a, 28a, 30a, 32a, 38a, 40a, 42a des Funkmoduls 24a und/oder des Sendemoduls 58a vorgesehen. Die Energy-Harvesting-Einheit 44a ist zu einem zumindest teilweisen Laden des Akkumulators 128a vorgesehen. Die Energy-Harvesting-Einheit 44a umfasst einen Windgenerator 46a. Der Windgenerator 46a ist dazu vorgesehen, Energie aus einem Fahrtwind vorbeifahrender Fahrzeuge zu entnehmen und in elektrische Energie umzuwandeln.

[0061] **Fig. 5** zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Leitung eines Verkehrs, insbesondere eines Verkehrs von zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrenden Fahrzeugen 80a mit der Verkehrsleitvorrichtung 52a. In zumindest einem Detektionsschritt 82a wird von dem Sensormodul 10a zumindest eine Information und/oder zumindest ein Parameter zumindest eines in dem Sichtfeld 14a des Sensors 12a

des Sensormoduls 10a bewegten Objekts 16a sensiert. Die Information und/oder der Parameter werden in dem Detektionsschritt 82a von dem als Ultrabreitband-Sensor ausgebildeten Sensor 12a sensiert. In dem Detektionsschritt 82a werden zumindest Positions- und Geschwindigkeitsdaten von Fahrzeugen, welche, insbesondere mit hoher Geschwindigkeit, in dem Nahbereich 18a des Sensors 12a an dem Sensor 12a vorbeifahren, detektiert. In zumindest einem weiteren Detektionsschritt 130a wird von dem Straßenglättesensor 40a eine Vereisung der Fahrbahn 60a sensiert. In zumindest einem weiteren Detektionsschritt 132a wird mittels des weiteren Sensors 32a und des Umgebungsbedingungs-Sensors 38a eine Nebeldichte ermittelt. In einem Datenübertragungsschritt 134a werden die detektierten Daten an das Funkmodul 24a übermittelt. Die Übermittlung der detektierten Daten kann beispielsweise mittels des Multi-Hop-Netzes 98a und/oder mittels der Sendemodule 58a geschehen. In zumindest einem Verkehrsleitschritt 84a werden die Daten, welche zumindest auf der sensierten Information und/oder zumindest auf dem sensierten Parameter des zumindest einen beweglichen Objekts 16a beruhen und/oder die in den weiteren Detektionsschritten 130a, 132a ermittelten Daten von dem Funkmodul 24a an einen Empfänger 26a, beispielsweise an ein zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrendes Fahrzeug 80a oder an ein nachrüstbares Empfangsmodul 68a (vgl. **Fig. 6**) eines fahrgesteuerten Fahrzeugs 72a, ausgesendet. In einem Teilverfahrensschritt 136a des Verkehrsleitschritts 84a werden die von dem Funkmodul 24a ausgesendeten Daten vor einem Aussenden an die Empfänger 26a mittels einer Blockchain-Technologie oder einer Digital-Ledger-Technologie (DLT), vorzugsweise mit einer IOTA™-ID, verschlüsselt. In zumindest einem weiteren Teilverfahrensschritt 138a des Verkehrsleitschritts 84a werden die von dem Empfänger 26a empfangenen Daten, insbesondere die IOTA™-ID der empfangenen Daten, entschlüsselt und verifiziert. In zumindest einem weiteren Verkehrsleitschritt 140a werden die verifizierten und entschlüsselten Daten von dem zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrenden Fahrzeug 80a zu einer Fahrzeugsteuerung verwendet und/oder von dem nachrüstbaren Empfangsmodul 68a zur Information des Fahrers des fahrgesteuerten Fahrzeugs 72a ausgegeben. In zumindest einem Unfallerkennungsschritt 142a wird zur Erkennung von Unfällen eine Bewegung und/oder eine Beschleunigung des Sensormoduls 10a, 10'a durch den Bewegungssensor 30a und/oder durch den Beschleunigungssensor 28a überwacht. In zumindest einem Verkehrssicherheitsschritt 144a wird ein Sensormodul 10a, 10'a des Verkehrsleitsystems 50a bei einer Erkennung eines Unfalls in dem Unfallerkennungsschritt 142a zumindest das betroffene Sensormodul 10a, 10'a, insbesondere der Sensor 12a des Sensormoduls 10a, 10'a, das dem Sensormodul 10a,

10'a zugeordnete Funkmodul 24a und/oder das Sendemodul 58a des Sensormoduls 10a, 10'a ausgeschaltet oder in einen Unfallwarnzustand versetzt. In zumindest einem weiteren Verkehrssicherheitsschritt 146a erkennt das zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrende Fahrzeug 80a und/oder das nachrüstbare Empfangsmodul 68a den Unfallwarnzustand oder eine Lücke im Verkehrsleitsystem 50a und leitet entsprechende Unfallverhinderungsschritte ein. Beispielsweise ist denkbar, dass bei einer Erkennung eines Unfalls in dem Unfallerkennungsschritt 142a auch benachbarte Sensormodule 10a, 10'a, Funkmodule 24a und/oder Sendemodule 58a, deren Position und Beschleunigung nicht durch den Unfall beeinflusst war, ausgeschaltet werden oder in den Unfallwarnzustand versetzt werden.

[0062] Die Fig. 6 zeigt ein Verkehrsinformationssystem 78a mit dem Verkehrsleitsystem 50a und mit dem nachrüstbaren Empfangsmodul 68a. Das nachrüstbare Empfangsmodul 68a ist zu einem Einsatz in fahrgesteuerten Fahrzeugen 72a vorgesehen. Das nachrüstbare Empfangsmodul 68a ist dazu vorgesehen, Daten der Verkehrsleitvorrichtung 52a und/oder des Verkehrsleitsystems 50a zu empfangen und auszuwerten. Das nachrüstbare Empfangsmodul 68a ist dazu vorgesehen, die ausgewerteten Daten der Verkehrsleitvorrichtung 52a und/oder des Verkehrsleitsystems 50a mittels einer Informationsausgabereinrichtung 70a an den Fahrer des fahrgesteuerten Fahrzeugs 72a auszugeben. Im dargestellten Fall ist die Informationsausgabereinrichtung 70a als ein Overhead-Display ausgebildet. Alternativ könnte die Informationsausgabereinrichtung 70a jedoch auch als ein Smartphone, als ein Navigationsgerät oder als ein Bildschirm in einer Armatur des fahrgesteuerten Fahrzeugs 72a oder dergleichen ausgebildet sein.

[0063] In den Fig. 7 bis Fig. 12 sind sechs weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung gezeigt. Die nachfolgenden Beschreibungen und die Zeichnungen beschränken sich im Wesentlichen auf die Unterschiede zwischen den Ausführungsbeispielen, wobei bezüglich gleich bezeichneter Bauteile, insbesondere in Bezug auf Bauteile mit gleichen Bezugszeichen, grundsätzlich auch auf die Zeichnungen und/oder die Beschreibung der anderen Ausführungsbeispiele, insbesondere der Fig. 1 bis Fig. 6, verwiesen werden kann. Zur Unterscheidung der Ausführungsbeispiele ist der Buchstabe a den Bezugszeichen des Ausführungsbeispiels in den Fig. 1 bis Fig. 6 nachgestellt. In den Ausführungsbeispielen der Fig. 7 bis Fig. 12 ist der Buchstabe a durch die Buchstaben b bis g ersetzt.

[0064] Die Fig. 7 zeigt ein alternatives Verkehrsleitsystem 50b mit einer die Sensormodule 10b mit Ultrabreitband-Sensoren 12b aufweisenden Verkehrsleitvorrichtung 52b in einem Einsatzbeispiel einer

Verkehrsleitung eines Parkverkehrs. Die Sensormodule 10b sind zwischen benachbarten Parkplätzen 148b angeordnet. Durch die zuverlässige Nahbereichserkennung der Ultrabreitband-Sensoren 12b von bewegten Objekten 16b kann ein automatisiertes Einparken mit besonders geringen Parkabständen erreicht werden. Dadurch kann eine Anzahl an Parkplätzen 148b pro Fläche, beispielsweise in einem Parkhaus oder neben einer Fahrbahn 60b, vorteilhaft erhöht werden.

[0065] Die Fig. 8 zeigt ein zweites alternatives Verkehrsleitsystem 50c mit einer Sensormodule 10c mit Ultrabreitband-Sensoren 12c aufweisenden Verkehrsleitvorrichtung 52c in einem Einsatzbeispiel einer Verkehrsleitung eines Be- und/oder Entladeverkehrs von Fahrzeugen 80c auf einer Autofähre 150c. Die Sensormodule 10c sind zwischen benachbarten Parkspuren 152c, 154c einer Ladefläche der Autofähre 150c angeordnet. Durch die zuverlässige Nahbereichserkennung der Ultrabreitband-Sensoren 12c von bewegten Objekten 16c kann ein automatisiertes Be- und/oder Entladen der Autofähre 150c mit besonders geringen Abständen zwischen den Fahrzeugen 80c erreicht werden. Dadurch kann eine Anzahl an Fahrzeugen 80c pro Ladefläche der Autofähre 150c vorteilhaft erhöht werden.

[0066] Die Fig. 9 zeigt ein drittes alternatives Verkehrsleitsystem 50d mit einer Sensormodule 10d mit Ultrabreitband-Sensoren 12d aufweisenden Verkehrsleitvorrichtung 52d in einem Einsatzbeispiel einer Leitung eines Bahnverkehrs 64d. Die Sensormodule 10d sind entlang eines Bahnschienenetzes 164d positioniert. Die Sensormodule 10d sind in dem gezeigten Ausführungsbeispiel in eine Bahnschranke 156d integriert. Üblicherweise fahren Züge 158d in sehr geringen Abständen an Bahnschranken 156d vorbei. Durch die zuverlässige Nahbereichserkennung der Ultrabreitband-Sensoren 12d von bewegten Objekten 16d, in diesem Fall Zügen 158d, kann ein zuverlässiges Erkennen eines vorbeifahrenden Zuges 158d gewährleistet werden. Die erfassten Daten können vielfältig verwendet werden, beispielsweise zu einer Steuerung des Zuges 158d (Geschwindigkeit, Weichen, etc.), zu einer Erhöhung einer Genauigkeit eines Zugfahrplans (Berechnung von genauen Ankunftszeiten, Verspätungen, etc.) oder zu einer Steuerung der Bahnschranke 156d selbst. Die Verkehrsleitvorrichtung 52d ist dazu vorgesehen, mittels der Sensormodule 10d den Zug 158d treffsicher auf dem Bahnschienenetz 164d zu erkennen. Dadurch kann beispielsweise ein zeitlich präzise gesteuertes Absenken und/oder Anheben von Bahnschranken 156d ermöglicht werden. Insbesondere kann vorteilhaft eine Wartezeit für eine Öffnung einer Bahnschranke 156d nach einer Durchfahrt des Zugs 158d reduziert werden. Beispielsweise ist denkbar, unbeschränkte Bahnübergänge, welche z.B. nur mittels einer Ampel gesichert sind, durch die Verkehrsleitvor-

richtung 52d zusätzlich zu sichern, indem den Empfängern 26d zuverlässig eine Durchfahrt des Zugs 158d gemeldet werden kann.

[0067] Die **Fig. 10** zeigt ein viertes alternatives Verkehrsleitsystem 50e mit einer Sensormodule 10e mit Ultrabreitband-Sensoren 12e aufweisenden Verkehrsleitvorrichtung 52e in einem Einsatzbeispiel einer Leitung eines Flugzeug-Taxiing-Verkehrs 66e. Die Sensormodule 10e sind entlang von Rollbahnen 160e eines Flugplatzes 162e positioniert. Üblicherweise müssen Flugzeuge 166e in Parkpositionen eines Flughafengates 170e sehr exakt einparken, um eine Positionierung eines Gateways 168a zu ermöglichen. Durch die zuverlässige Nahbereichserkennung der Ultrabreitband-Sensoren 12e von bewegten Objekten 16e, in diesem Fall Flugzeugen 166e, kann vorteilhaft ein genaues und zuverlässiges Erkennen und Steuern eines Flugzeugs 166e im Taxiing-Verkehr gewährleistet werden.

[0068] Die **Fig. 11** zeigt ein fünftes alternatives Verkehrsleitsystem 50f mit einer Sensormodule 10f mit Ultrabreitband-Sensoren 12f aufweisenden Verkehrsleitvorrichtung 52f. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Sensormodule 10f in Leitpfosten 172f einer Infrastruktur 86f integriert.

[0069] Die **Fig. 12** zeigt ein sechstes alternatives Verkehrsleitsystem 50g mit einer Sensormodule 10g mit Ultrabreitband-Sensoren 12g aufweisenden Verkehrsleitvorrichtung 52g in einem weiteren Einsatzbeispiel einer Leitung eines Straßenverkehrs 62g, insbesondere eines innerstädtischen Straßenverkehrs 62g. Eine städtische Infrastruktur 86g weist eine Fahrbahn 60g und einen neben der Fahrbahn 60g verlaufenden Gehweg 176g auf. In dem in der **Fig. 12** dargestellten Fall weist die Infrastruktur 86g zudem eine Bushaltebucht 178g auf. Die Bushaltebucht 178g ist als eine lokale Aufweitung der Fahrbahn 60g ausgebildet, in welcher ein Omnibus halten kann, ohne einen fließenden Verkehr zu behindern. Die Bushaltebucht 178g stellt einen sicherheitskritischen Bereich dar auf dem sich beispielsweise wartende Fußgänger befinden können. Die Bushaltebucht 178g ist direkt vor einer Kreuzung 180g der Fahrbahn 60g angeordnet. Am Anfang der Bushaltebucht 178g ist das Sensormodul 10g angeordnet. Das Sensormodul 10g ist auf einer der Fahrbahn 60g abgewandten Seite des Gehwegs 176g angeordnet. Das Sensormodul 10g weist einen GPS-Punkt 182g auf. Der GPS-Punkt 182g ist an einem Fahrbahnrand 54g der Fahrbahn 60g positioniert. Am Ende der Bushaltebucht 178g ist ein weiteres Sensormodul 10'g angeordnet. Das weitere Sensormodul 10'g ist auf der der Fahrbahn 60g abgewandten Seite des Gehwegs 176g angeordnet. Das weitere Sensormodul 10'g weist einen weiteren GPS-Punkt 184g auf. Der weitere GPS-Punkt 184g ist an dem Fahrbahnrand 54g der Fahrbahn 60g positioniert. Die GPS-Punk-

te 182g, 184g können auch als geographische Positionspunkte anderer Geodatenysteme ausgebildet sein. Zumindest eines der Sensormodule 10g, 10'g weist ein Funkmodul 24g auf. Das Funkmodul 24g ist dazu vorgesehen, Positionsdaten der GPS-Punkte 182g, 184g der Sensormodule 10g, 10'g an Empfänger 26g auszusenden. Die Verkehrsleitvorrichtung 52g, insbesondere die Sensormodule 10g, 10'g und das Funkmodul 24g, sind dazu vorgesehen, insbesondere durch eine Ausgabe exakter Positionsdaten, mit denen sich der Fahrbahnrand 54g der Fahrbahn 60g auch im Bereich der Bushaltebucht 178g zuverlässig bestimmen lässt, ein Fahrzeug 80g an der Bushaltebucht 178g vorbeizuleiten, vorzugsweise ohne dass das Fahrzeug 80g in die Bushaltebucht 178g einlenkt. Insbesondere bei selbstfahrenden Fahrzeugen mit internen Umfeldüberwachungs- und Umfelderkennungssensoren kann es vorkommen, dass eine derartige Bushaltebucht 178g als eine Abbiegespur für die nahe gelegene Kreuzung 180g missinterpretiert wird. Derartige Missinterpretationen können durch die beschriebene Erfindung vorteilhaft vermieden werden. Insbesondere ist denkbar, dass mittels des Funkmoduls 24g zusätzliche Informationen über die Bushaltebucht 178g, beispielsweise über die Lage der Bushaltebucht 178g, an die Empfänger 26g ausgesandt werden.

Bezugszeichenliste

10	Sensormodul
12	Sensor
14	Sichtfeld
16	Objekt
18	Nahbereich
20	Fahrbahnbegrenzung
22	Fahrbahnbegrenzungselement
24	Funkmodul
26	Empfänger
28	Beschleunigungssensor
30	Bewegungssensor
32	Weiterer Sensor
34	Nebelerkennungs-Reflexionselement
36	Sichtfeld
38	Umgebungsbedingungs-Sensor
40	Straßenglättesensor
42	Positionserkennungssensor
44	Energy-Harvesting-Einheit
46	Windgenerator
48	Gehäuseeinheit

50	Verkehrsleitsystem	130	Detektionsschritt
52	Verkehrsleitvorrichtung	132	Detektionsschritt
54	Fahrbahnrand	134	Datenübertragungsschritt
56	Nahbereich	136	Teilverfahrensschritt
58	Sendemodul	138	Teilverfahrensschritt
60	Fahrbahn	140	Verkehrsleitschritt
62	Straßenverkehr	142	Unfallerkennungsschritt
64	Bahnverkehr	144	Verkehrssicherheitsschritt
66	Flugzeug-Taxiing-Verkehr	146	Verkehrssicherheitsschritt
68	Nachrüstbares Empfangsmodul	148	Parkplatz
70	Informationsausgabeeinrichtung	150	Autofähre
72	Fahrergesteuertes Fahrzeug	152	Parkspur
74	Sendeeinheit	154	Parkspur
76	Empfangseinheit	156	Bahnschranke
78	Verkehrsinformationssystem	158	Zug
80	selbstfahrendes Fahrzeug	160	Rollbahn
82	Detektionsschritt	162	Flugplatz
84	Verkehrsleitschritt	164	Bahnschienenetz
86	Infrastruktur	166	Flugzeug
88	Bauliche Trennung	168	Gateway
90	Fahrspur	170	Flughafengate
92	Fahrtrichtung	172	Leitpfosten
94	Fahrtrichtung	174	Warnbake
96	Weiteres selbstfahrendes Fahrzeug	176	Gehweg
98	Multi-Hop-Netz	178	Bushaltebucht
100	Engstelle	180	Kreuzung
102	Zusätzliches Fahrbahnbegrenzungselement	182	GPS-Punkt
104	Weiteres fahrergesteuertes Fahrzeug	184	GPS-Punkt

Patentansprüche

1. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g), insbesondere stationäre Verkehrsleitvorrichtung, vorzugsweise zur Leitung von zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrenden Fahrzeugen (80a-g, 96a-g), mit zumindest einem Sensormodul (10a-g), welches zumindest einen Sensor (12a-g) aufweist, welcher dazu vorgesehen ist, zumindest eine Information und/oder zumindest einen Parameter zumindest eines in einem Sichtfeld (14a-g) des Sensors (12a-g) bewegten Objekts (16a-g) zu sensieren, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor (12a-g) als ein Ultrabreitband-Sensor ausgebildet ist.

2. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ultrabreit-

128 Akkumulator

band-Sensor (12a-g) auf einer M-Sequenz-Technologie basiert.

3. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ultrabreitband-Sensor (12a-g) in einem Frequenzbereich zwischen 100 MHz und 6 GHz mit einer Bandbreite von zumindest 500 MHz und/oder in einem Frequenzbereich zwischen 6 GHz und 8,5 GHz mit einer Bandbreite von zumindest 500 MHz arbeitet.

4. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das nutzbare Sichtfeld (14a-g) des Sensors (12a-g) zumindest einen Teil eines Nahbereichs (18a-g) des Sensors (12a-g) umfasst.

5. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sensormodul (10a-g) derart dimensioniert ist, dass es in eine Fahrbahnbegrenzung (20a-g), insbesondere ein Fahrbahnbegrenzungselement (22a-g, 102a-g) wie eine Schutzplanke, einen Leitpfosten (172f), eine Bahnschranke (156d) und/oder eine Warnbake (174a), integrierbar ist.

6. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** zumindest ein Funkmodul (24a-g), welches zumindest dazu vorgesehen ist, Daten, welche zumindest auf der sensierten Information und/oder dem sensierten Parameter des zumindest einen beweglichen Objekts (16a-g) beruhen, an zumindest einen Empfänger (26a-g) auszusenden.

7. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Funkmodul (24a-g) dazu vorgesehen ist, dauerhaft und/oder kontinuierlich wiederholt exakte Positionsdaten des Funkmoduls (24a-g) und/oder eines oder mehrerer Sensormodule (10a-g, 10'a-g) auszusenden.

8. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die von dem Funkmodul (24a-g) ausgesendeten Daten mittels einer Blockchain-Technologie oder einer Digital-Ledger-Technologie (DLT) verschlüsselt sind.

9. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Funkmodul (24a-g) mehreren getrennt voneinander positionierbaren Sensormodulen (10a-g, 10'a-g) zuordenbar ist und/oder dass ein Funkmodul (24a-g) dazu vorgesehen ist, Daten mehrerer getrennt voneinander positionierbarer Sensormodule (10a-g, 10'a-g) auszusenden.

10. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sensormodul (10a-g) zumindest einen

Beschleunigungssensor (28a-g) und/oder zumindest einen Bewegungssensor (30a-g) umfasst.

11. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor (12a-g) dazu vorgesehen ist, eine Geschwindigkeit des in dem Sichtfeld (14a-g) des Sensors (12a-g) bewegten Objekts (16a-g) zu ermitteln.

12. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor (12a-g) dazu vorgesehen ist, eine Bewegungsrichtung des in dem Sichtfeld (14a-g) des Sensors (12a-g) bewegten Objekts (16a-g) zu ermitteln.

13. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor (12a-g) dazu vorgesehen ist, eine Größenkategorisierung des in dem Sichtfeld (14a-g) des Sensors (12a-g) bewegten Objekts (16a-g) vorzunehmen.

14. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sensormodul (10a-g) zumindest einen weiteren Sensor (32a-g) aufweist, welcher als ein Ultrabreitband-Sensor ausgebildet ist.

15. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach Anspruch 14, **gekennzeichnet durch** ein Nebelerkennungs-Reflexionselement (34a-g), welches in einem definierten Abstand von dem weiteren Sensor (32a-g) in dem Sichtfeld (36a-g) des weiteren Sensors (32a-g) angeordnet ist.

16. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sensormodul (10a-g) zumindest einen Umgebungsbedingungs-Sensor (38a-g), insbesondere einen Temperatursensor und/oder einen Luftfeuchtigkeitssensor, umfasst.

17. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach den Ansprüchen 15 und 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sensormodul (10a-g) dazu vorgesehen ist, eine Nebeldichte zu bestimmen.

18. Verkehrsleitvorrichtung (52a; 52f) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sensormodul (10a; 10f) zumindest einen Straßenglättesensor (40a; 40f) umfasst.

19. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sensormodul (10a-g) zumindest einen Positionserkennungssensor (42a-g) umfasst.

20. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Energy-Harvesting-Einheit (44a-g) zur zumindest teilweisen Energieversorgung zumindest des Sensormoduls (10a-g).

21. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Energy-Harvesting-Einheit (44a-g) zumindest einen Windgenerator (46a-g) umfasst.

22. Verkehrsleitvorrichtung (52a-g) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine opake und/oder hermetisch abgeschlossene Gehäuseeinheit (48a-g).

23. Verkehrsleitsystem (50a; 50c-g), insbesondere stationäres Verkehrsleitsystem, vorzugsweise zur Leitung von zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrenden Fahrzeugen (80a, 96a; 80c-g, 96c-g), mit zumindest einer Verkehrsleitvorrichtung (52a; 52c-g), insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit zumindest einem oder mehreren Sensormodul/en (10a, 10'a; 10c-g, 10'c-g), welche/s jeweils zumindest einen Sensor (12a; 12c-g) aufweisen, welcher dazu vorgesehen ist, zumindest eine Information und/oder zumindest einen Parameter zumindest eines in einem Sichtfeld (14a; 14c-g) des Sensors (12a; 12c-g) bewegten Objekts (16a; 16c-g) zu sensieren, und mit einem oder mehreren, zumindest einen Teil einer Fahrbahnbegrenzung (20a; 20c-g) ausbildenden, Fahrbahnbegrenzungselement/en (22a, 102a; 22c-g, 102c-g), beispielsweise zumindest einer Schutzplanke, zumindest einem Leitpfosten (174f), zumindest einer Bahnschranke (156d) und/oder zumindest einer Warnbake (174a), **dadurch gekennzeichnet**, dass das/die Sensormodul/e (10a, 10'a; 10c-g, 10'c-g) zumindest einen weiteren Teil der Fahrbahnbegrenzung (20a; 20c-g) ausbildet/ausbilden und/oder dass das/die Sensormodul/e (10a, 10'a; 10c-g, 10'c-g) zumindest teilweise in das Fahrbahnbegrenzungselement (22a, 102a; 22c-g, 102c-g) integriert ist/sind.

24. Verkehrsleitsystem (50a; 50f) nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest das/die Sensormodul/e (10a, 10'a; 10f, 10'f) in einem Nahbereich (56a; 56f) eines Fahrbahnrandes (54a; 54f) angeordnet ist/sind.

25. Verkehrsleitsystem (50a) nach Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Fahrbahnbegrenzungselement (102a), in dem ein Sensormodul (10a) integriert ist, als ein bewegliches Baustellenabsperrelement ausgebildet ist.

26. Verkehrsleitsystem (50a; 50d; 50f; 50g) nach einem der Ansprüche 23 bis 25 **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die Sensormodule (10a,

10'a; 10d, 10'd; 10f, 10'f; 10g, 10'g) auf beiden Seiten einer Fahrbahn (60a; 60d; 60f; 60g) angeordnet sind.

27. Verkehrsleitsystem (50a; 50d-f) nach einem der Ansprüche 23 bis 26, welches für eine Leitung eines Straßenverkehrs (62a; 62f; 62g), eines Bahnverkehrs (64d) und/oder eines Flugzeug-Taxiing-Verkehrs (66e) vorgesehen ist.

28. Nachrüstbares Empfangsmodul (68a; 68b; 68f), welches dazu vorgesehen ist, Daten der Verkehrsleitvorrichtung (52a; 52b; 52f) nach einem der Ansprüche 1 bis 22 und/oder des Verkehrsleitsystems (50a; 50b; 50f) nach einem der Ansprüche 23 bis 26 zu empfangen, auszuwerten und mittels einer Informationsausgabeeinrichtung (70a; 70b; 70f) an einen Fahrer eines fahrgesteuerten Fahrzeugs (72a; 72b; 72f) auszugeben.

29. Verkehrsinformationssystem (78a; 78b; 78f) mit einem Verkehrsleitsystem (50a; 50b; 50f) nach einem der Ansprüche 23 bis 27 und mit dem nachrüstbaren Empfangsmodul (68a; 68b; 68f) nach Anspruch 28.

30. Verfahren zur Leitung eines Verkehrs mit einer, insbesondere stationären, Verkehrsleitvorrichtung (52a-g), insbesondere zur Leitung von zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrenden Fahrzeugen (80a-g, 96a-g), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 22, mit zumindest einem Detektionsschritt (82a-g), in dem zumindest eine Information und/oder zumindest ein Parameter zumindest eines in einem Sichtfeld (14a-g) eines Sensors (12a-g) bewegten Objekts (16a-g) sensiert wird, und mit zumindest einem Verkehrsleitschritt (84a-g), in dem Daten, welche zumindest auf der sensierten Information und/oder zumindest auf dem sensierten Parameter des zumindest einen beweglichen Objekts (16a-g) beruhen, an einen Empfänger (26a-g), insbesondere an ein zumindest teilweise und/oder zumindest zeitabschnittsweise selbstfahrendes Fahrzeug (80a-g, 96a-g), ausgesendet werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Information und/oder der Parameter in dem Detektionsschritt (82a-g) von einem als Ultrabreitband-Sensor ausgebildeten Sensor (12a-g) sensiert werden.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

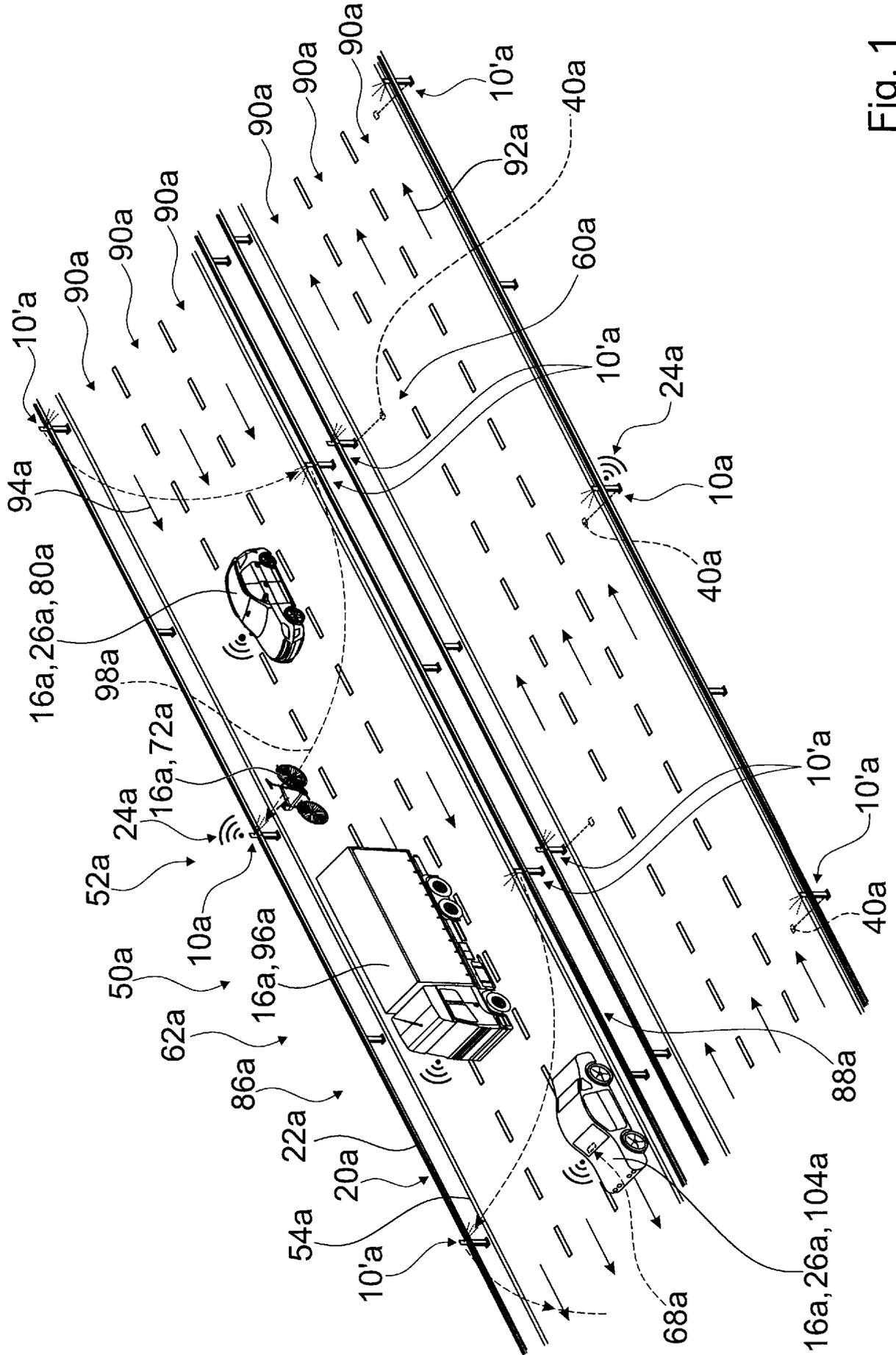


Fig. 1

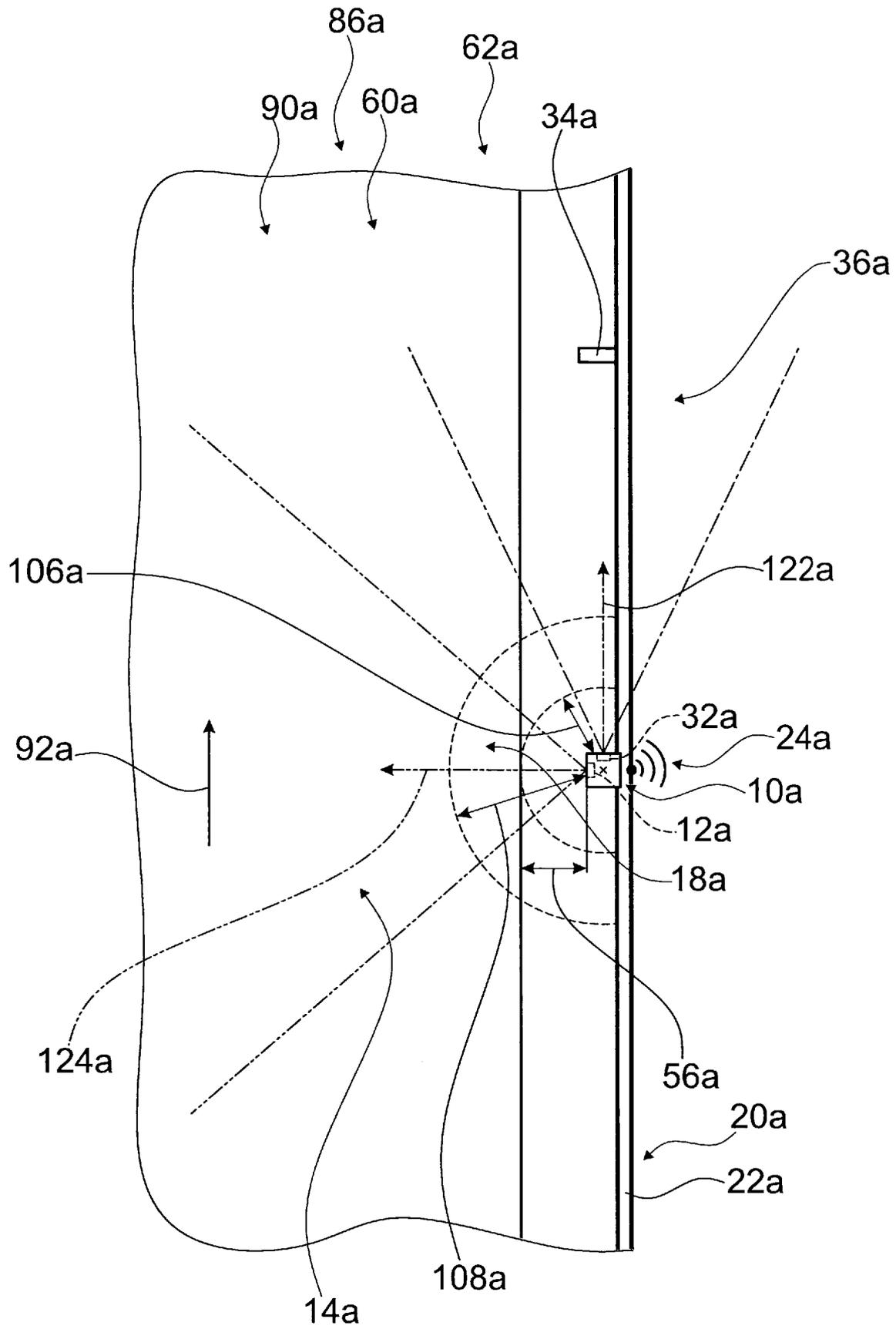


Fig. 2

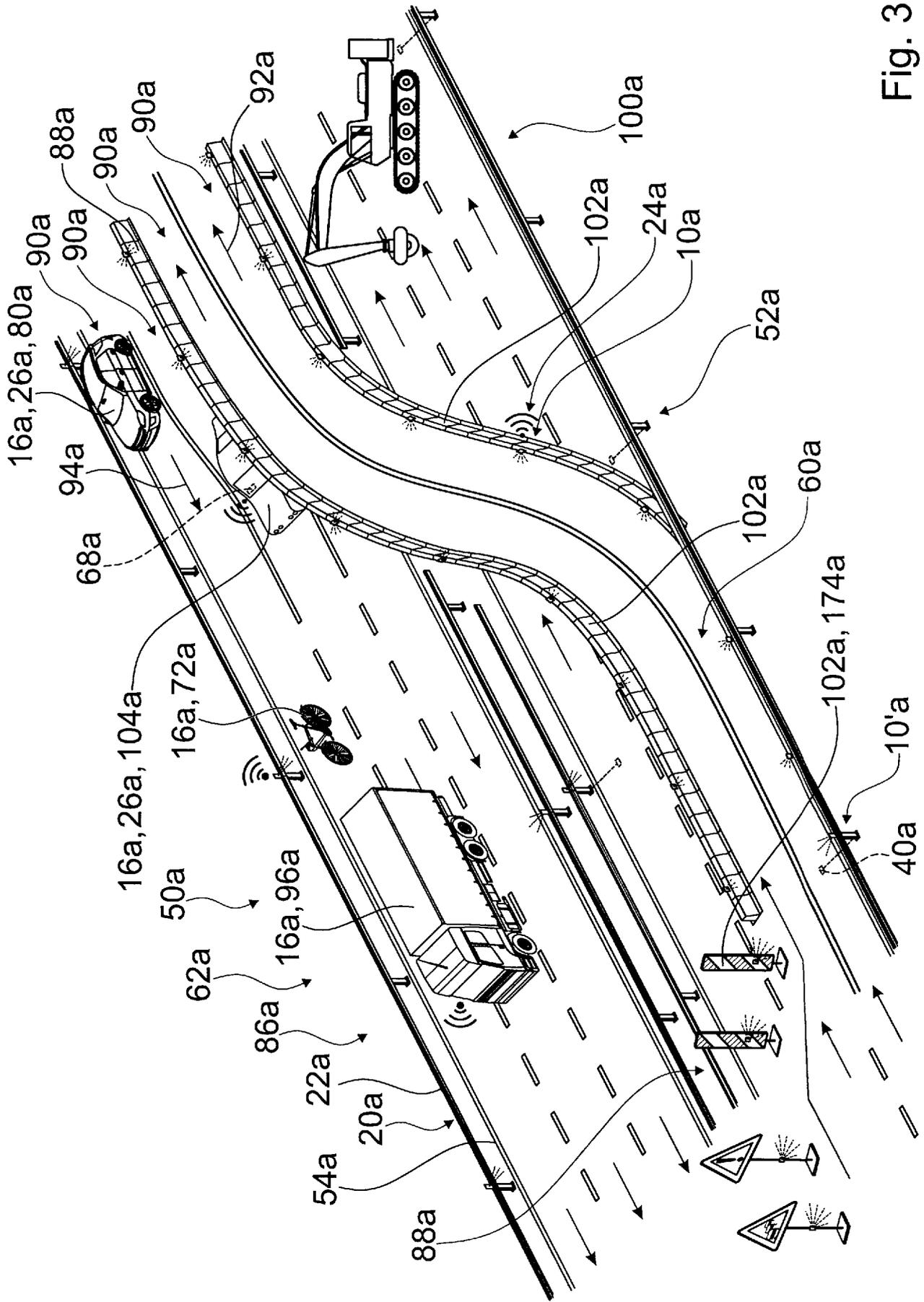


Fig. 3

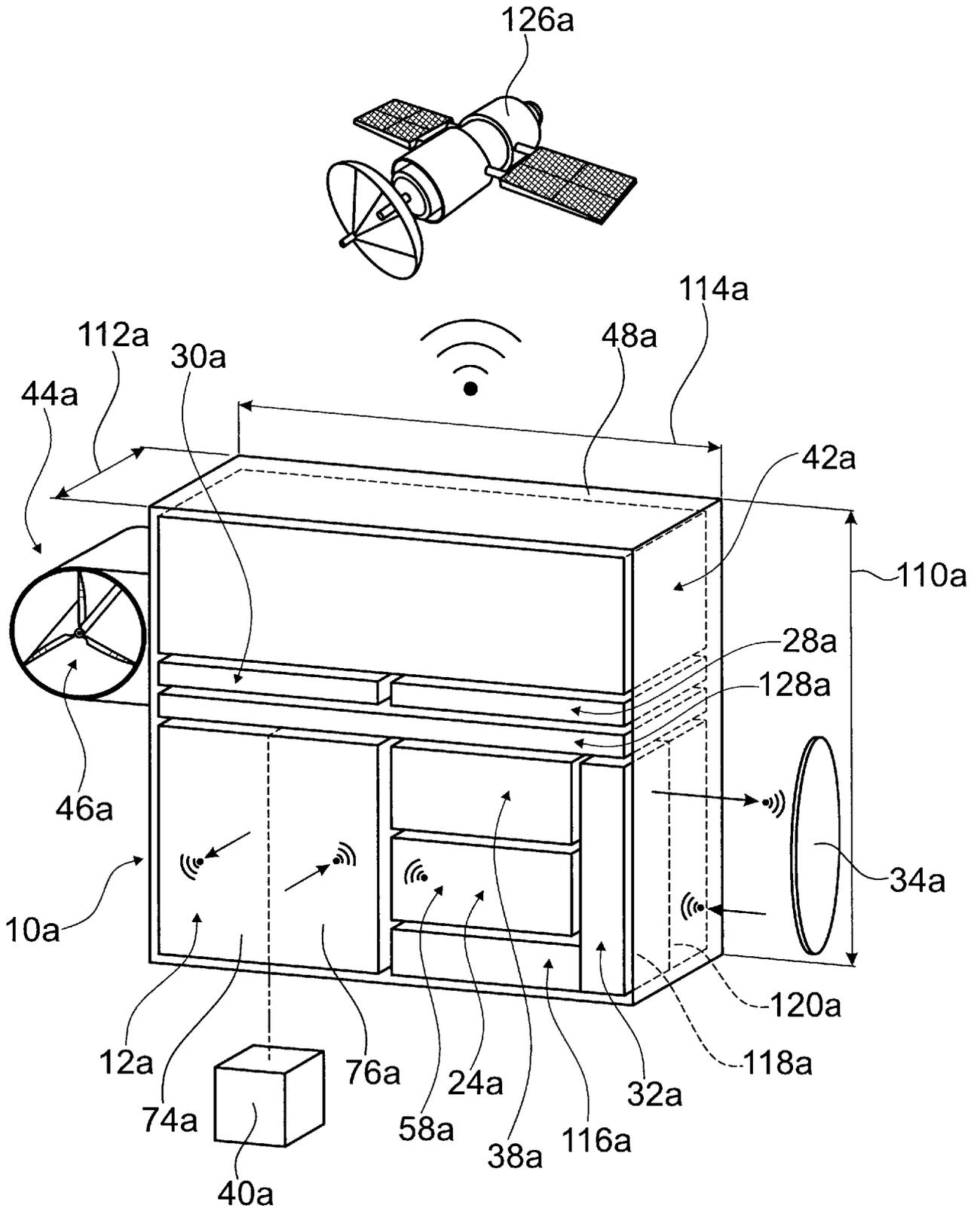


Fig. 4

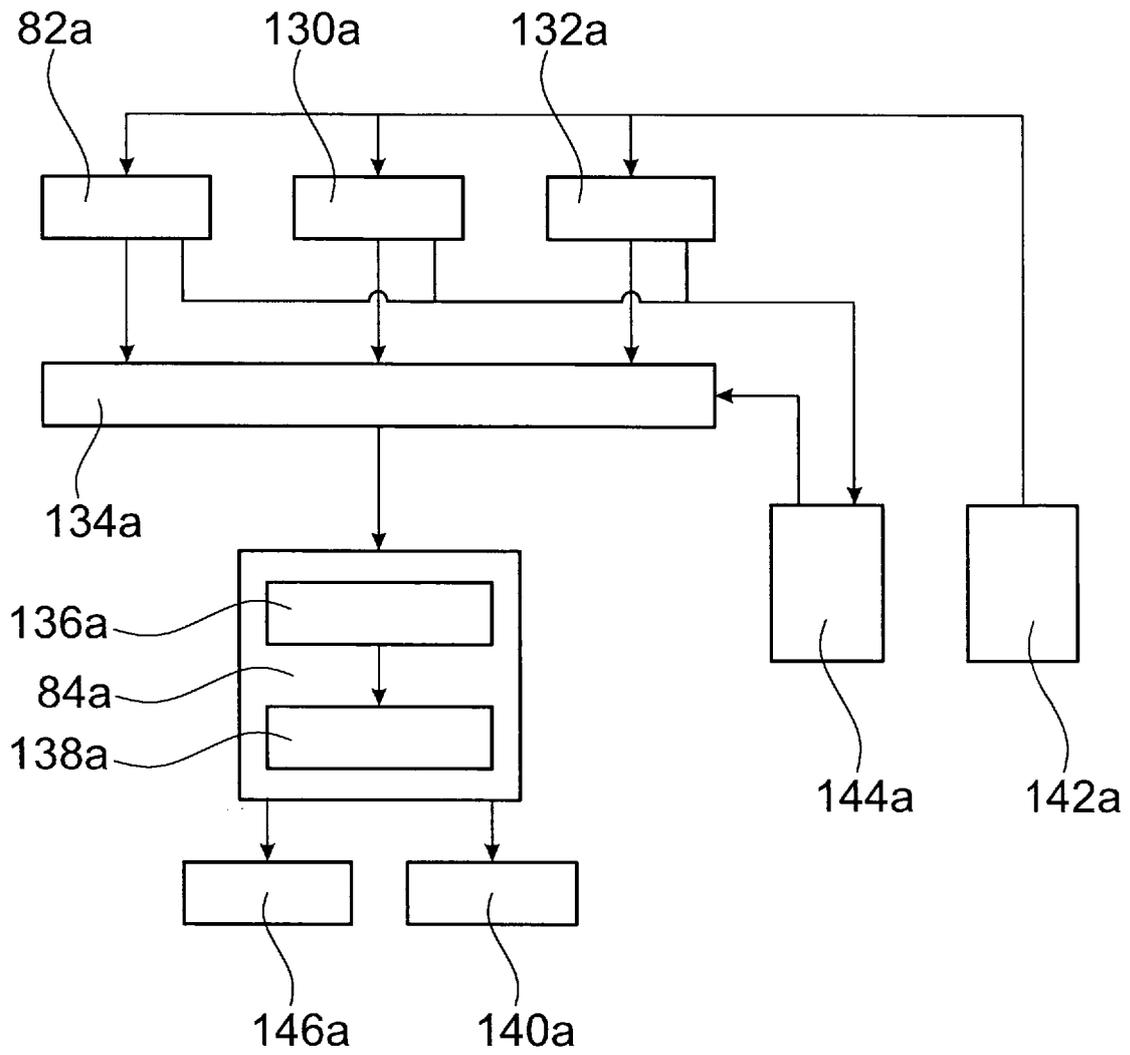


Fig. 5

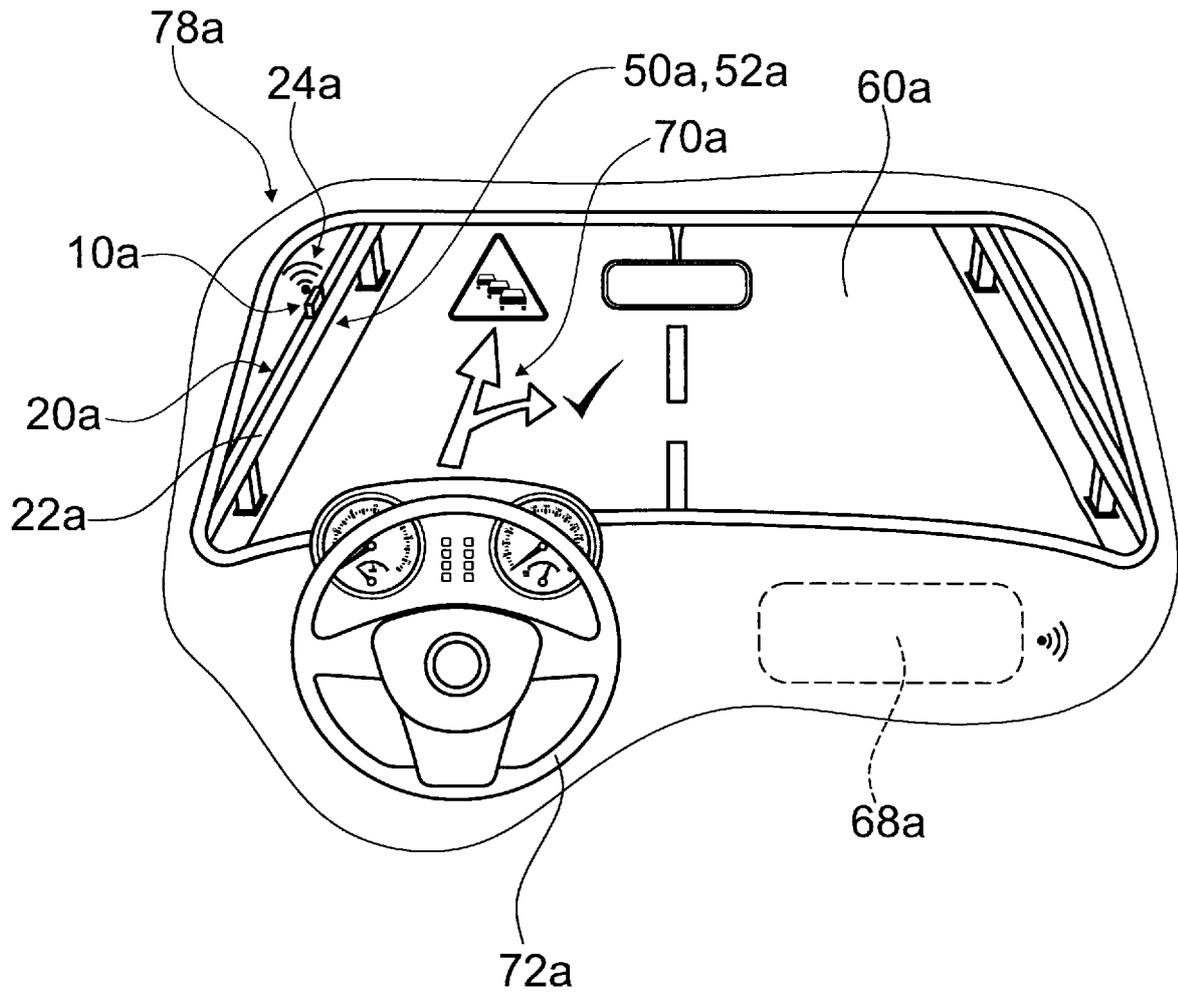


Fig. 6

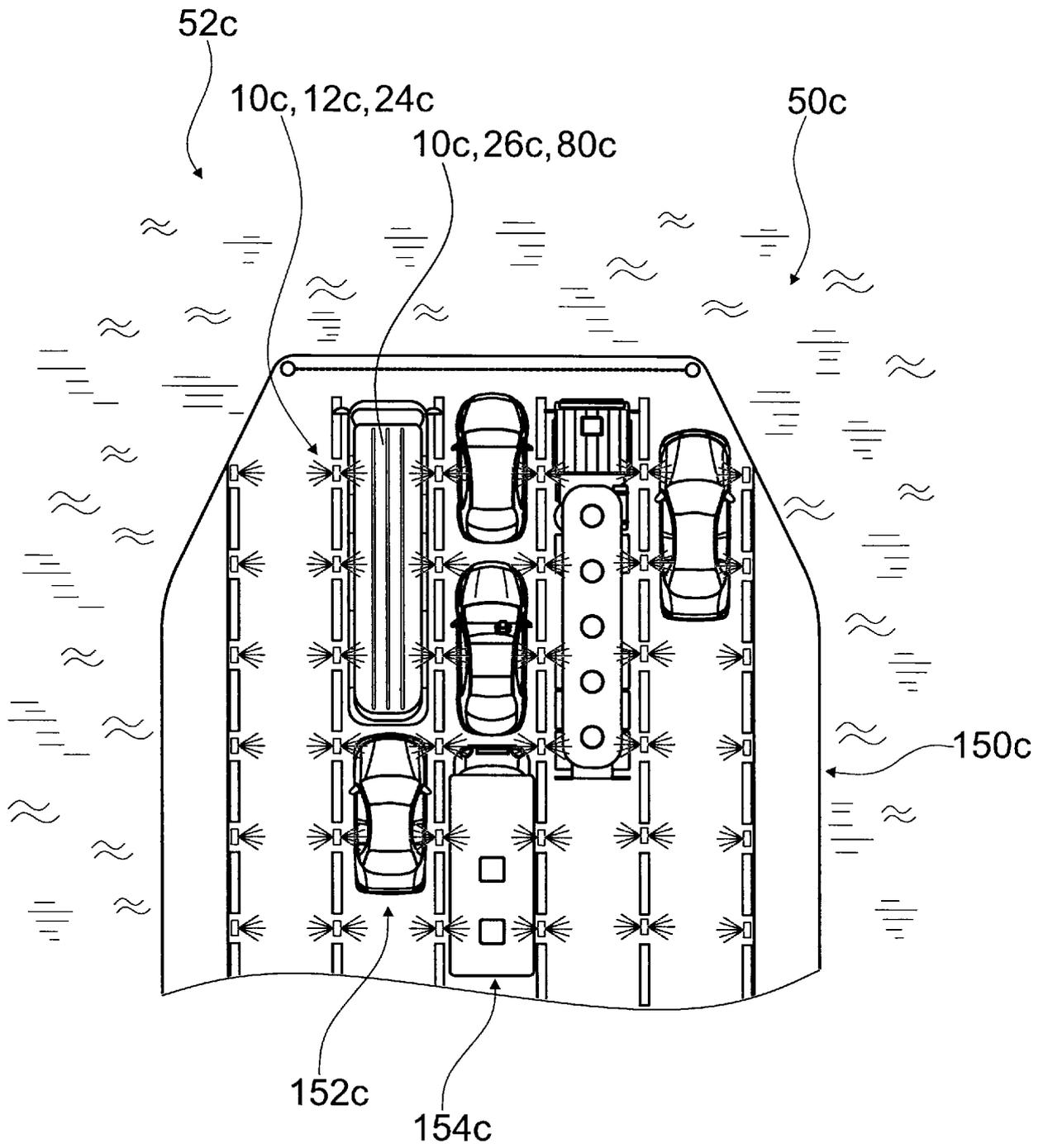


Fig. 8

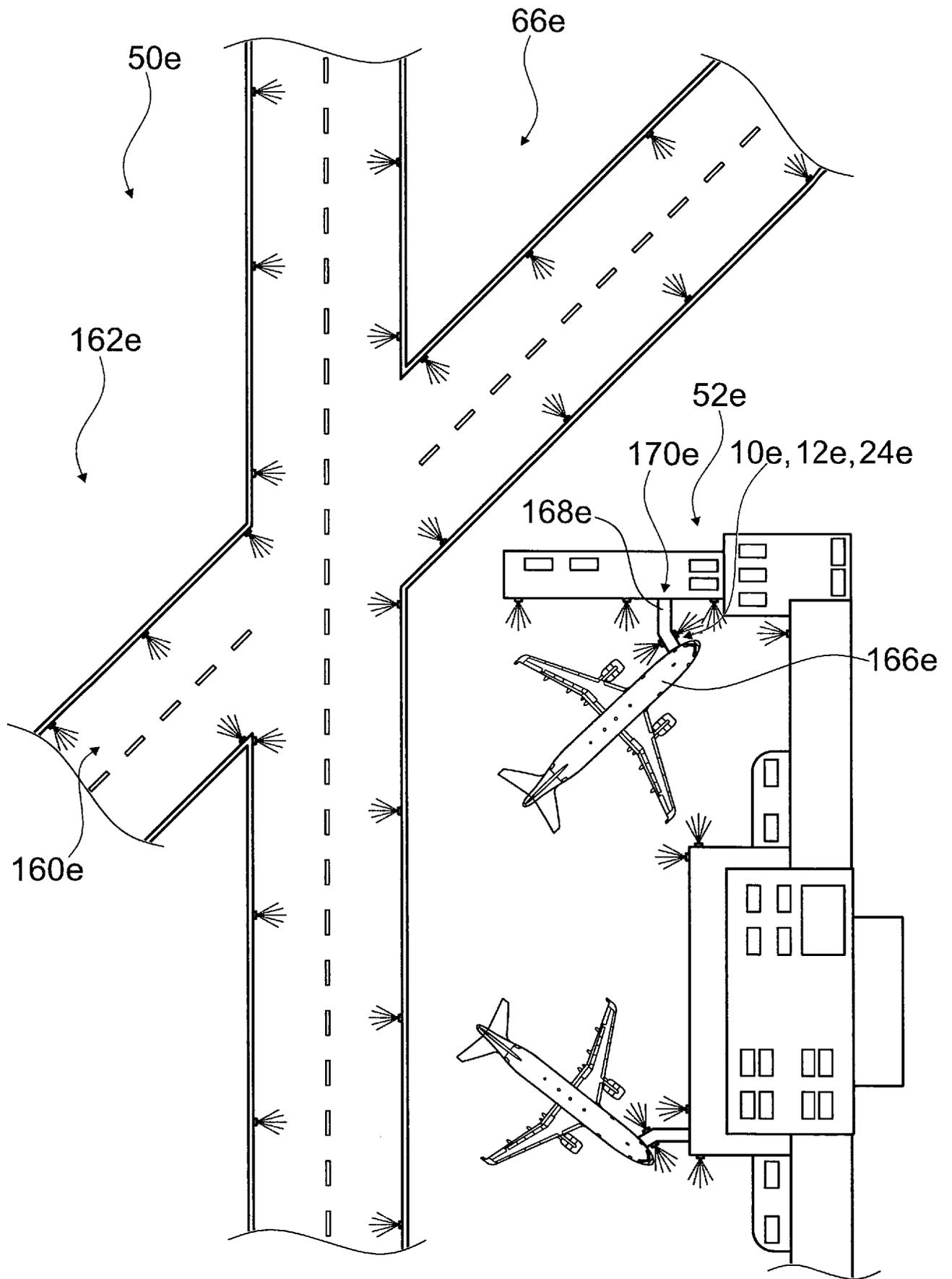


Fig. 10

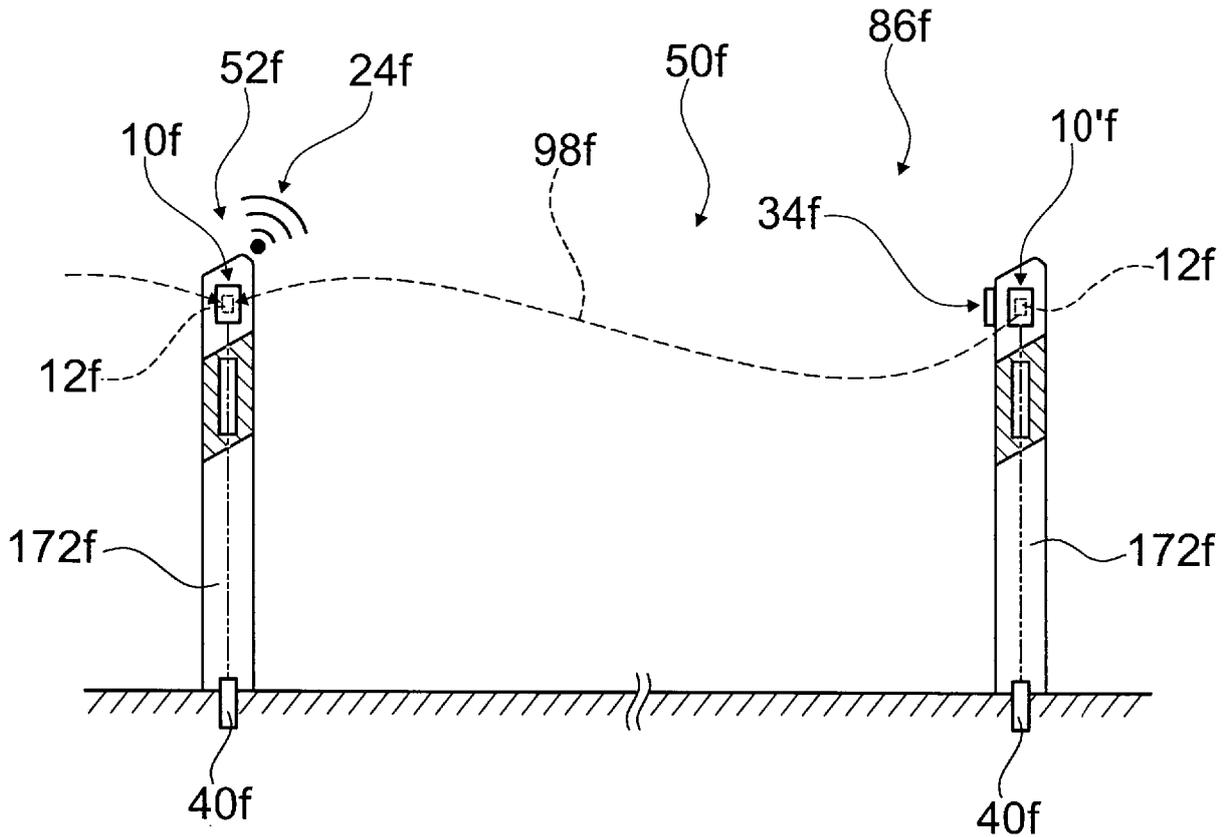


Fig. 11

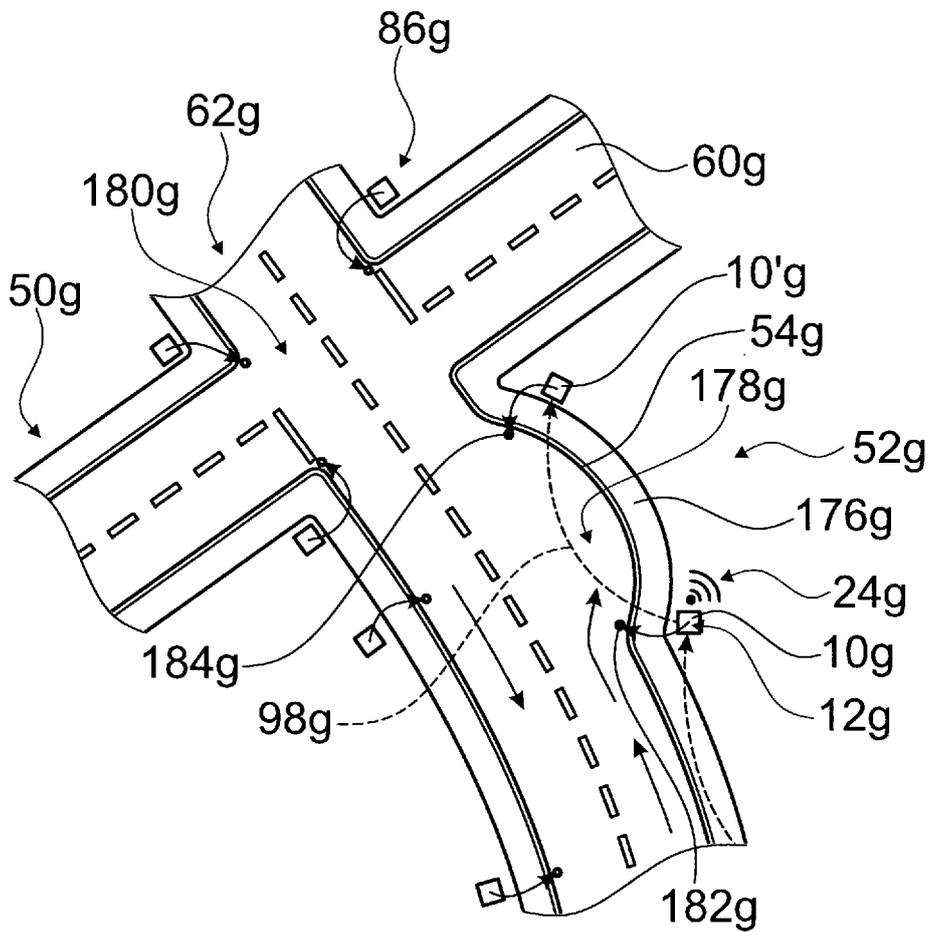


Fig. 12