



(11) **EP 4 246 487 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.09.2023 Patentblatt 2023/38

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
G08G 1/01 (2006.01) G08G 1/0967 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23161919.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
**G08G 1/0129; G08G 1/0112; G08G 1/0141;
G08G 1/096775**

(22) Anmeldetag: **14.03.2023**

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

(71) Anmelder: **Initiative für sichere Straßen GmbH
53175 Bonn (DE)**

(72) Erfinder: **WOLTER, Arno
53179 BONN (DE)**

(74) Vertreter: **Lippert Stachow Patentanwälte
Rechtsanwälte
Partnerschaft mbB
Frankenforster Strasse 135-137
51427 Bergisch Gladbach (DE)**

(30) Priorität: **14.03.2022 DE 102022105919
14.03.2022 LU 102919**

(54) **VERFAHREN UND SYSTEME ZUR FRÜHERKENNUNG UND BEWERTUNG VON STRUKTURELLEN GEFAHRENSTELLEN IM STRASSENVERKEHR**

(57) Die Erfindung betrifft ein System bzw. Verfahren zur frühzeitigen Erkennung von strukturellen Gefahrenstellen im Straßenverkehr anhand einer digitalen Verkehrswegnetz-Abbildung bzw. Karte. Hierzu werden Unfalldaten (1), Nutzereingabedaten (3) und Sensordaten (2), entsprechend ihrer Georeferenzierung, mittels eines Rechnersystems (5) Segmenten der Karte (500) zugeordnet.

Gemäß einem Aspekt erfolgt durch das Rechnersystems (5) eine Auswertung, umfassend mindestens eine Häufigkeitsermittlung und/oder einen Datenabgleich. Zwecks Früherkennung wird ein georeferenziertes Segment, welchem keine Unfalldaten (1) zugeordnet sind, als potentielle Gefahrenstelle identifiziert, wenn mit vorbestimmter Häufigkeit Sensordaten (2) bzw. Nutzereingabedaten (3) zugeordnet worden sind, und/oder wenn zu ein Datenabgleich, insbesondere ein Abgleich mit einem KI-gestützten Modell, von Nutzereingabedaten (3) und/oder Sensordaten (2) aufzeigt, dass ein vordefinierter Grad an Merkmalsübereinstimmung bzw. Merkmalskorrelation mit kritischen Mustern vorliegt. Hierdurch wird eine Früherkennung von Gefahrenstellen ermöglicht. Gemäß einem weiteren Aspekt wird vorgeschlagen, einen Gefahrenscore für identifizierte Gefahrenstellen zu ermitteln.

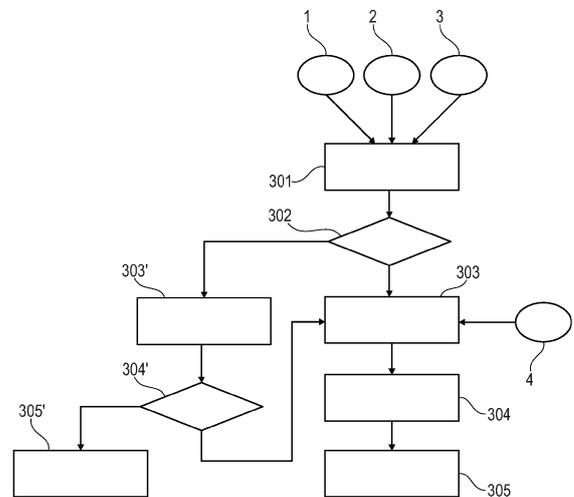


Fig. 3

EP 4 246 487 A1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft allgemein Verfahren und Systeme zur Früherkennung und Bewertung von strukturellen Gefahrenstellen im Straßenverkehr. Die Erfindung betrifft insbesondere ein computergestütztes Verfahren zur frühzeitigen Erkennung von strukturellen Gefahrenstellen im Straßenverkehr anhand einer digitalen Verkehrswegnetz-Abbildung mittels eines Rechnersystems. Die Erfindung betrifft ferner ein computergestütztes Verfahren zur Ermittlung eines Gefahrenscores einer georeferenzierten, strukturellen Gefahrenstelle in einer digitalen Verkehrswegnetz-Abbildung, sowie ein Rechnersystem zur Umsetzung der vorgenannten Verfahren und/oder zur Nutzung bzw. Nutzbarmachung der aus einem dieser Verfahren resultierenden kartenartigen digitalen Verkehrswegnetz-Abbildung, die soz. eine Gefahrenkarte darstellt. Weiterhin werden neuartige Verwendungen des Rechnersystems bzw. der Gefahrenkartendaten vorgeschlagen. So betrifft die Erfindung u.a. auch ein Verfahren bzw. ein System zur Kommunikation mit autonom oder teilautonom fahrenden Fahrzeugen zwecks Beeinflussung des autonomen oder teilautonomen Fahrverhaltens in Abhängigkeit von Gefahrenstellen.

10 **[0002]** Man unterscheidet auf dem vorliegenden Gebiet zwischen dauerhaften bzw. strukturellen und nur situativen, temporären Gefahrenstellen. Dauerhafte Gefahrenstellen sind immer vorhanden. Temporäre Gefahrenstellen hingegen sind zeitlich begrenzt (wie z.B. bei Baustellen) oder sie treten nur in Zusammenhang mit bestimmten Rahmenbedingungen auf wie z.B. bei widrige Wetterverhältnissen (sei es im Sommer durch das Blenden der Sonne, bei Regen durch Aquaplaning oder im Winter durch Schnee und Eis). Für die Meldung temporärer Gefahrenstellen existieren etablierte Lösungen wie z.B. RDS/TMC nach ISO 14819. Eine Früherkennung ist hier naturgemäß kaum möglich.

20 **[0003]** Die vorliegende Erfindung betrifft zumindest vorwiegend oder auch ausschließlich dauerhafte bzw. strukturelle Gefahrenstellen im Verkehrswegnetz für den Straßenverkehr. Der Begriff Gefahrenstelle ist insbesondere nicht auf Gefahr gegen einen bestimmten Verkehrsteilnehmertyp beschränkt zu verstehen, d.h. umfasst Gefährdung verschiedener Verkehrsteilnehmertypen. Eine Gefahrenstelle kann auch als Risikostelle verstanden werden.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

30 **[0004]** Da die Anzahl an Verkehrsunfalltoten seit längerer Zeit stagniert und kein weiterer Rückgang von Unfällen mit Todesfolge zu vermuten ist und gleichzeitig die Zahl der Radfahrunfälle, insbesondere mit Beteiligung von E-Bikes stark ansteigt, wird mit Hochdruck daran geforscht, wie Verkehrswegnetze sicherer zu gestalten sind. Seit einiger Zeit werden dazu vermehrt computergestützte Verfahren zur Identifizierung von Gefahrenstellen dieser Verkehrswegnetze erprobt und eingesetzt um versuchsweise Unfallgefahrenstellen für Kraftfahrzeuge vorherzusagen, typisch beruhend auf statistischen Verfahren bzw. Wahrscheinlichkeitsberechnungen, und somit bereits vor Entstehen eines Unfalls die entsprechende Stelle des Verkehrswegnetzes zu entschärfen.

STAND DER TECHNIK

40 **[0005]** Bekannte Verfahren beruhen z.B. darauf, bekannte Unfalldaten aus Unfalldatenbanken von z.B. Polizeibehörden zu sammeln und kartographiert darzustellen sowie aufgrund der Häufigkeit von Unfällen zu ermitteln, wo eine Gefahrenstelle vorliegt. Mit diesem Ansatz können Gefahrenstellen nicht erkannt werden bevor es bereits zu teils schweren Unfällen gekommen ist. In die behördlich erfassten Unfalldaten fließen zudem Bagatellfälle bzw. leichte Unfälle ohne polizeiliche Meldung typisch nicht ein.

45 **[0006]** Des Weiteren gibt es den Ansatz, Sensordaten bzw. sog. Impulsdaten durch die Fahrzeugelektronik und/oder Zusatzinstrumente auszulesen und diese zur Erkennung von kritischen Fahrmanövern zu verwenden. Solche Impulsdaten werden heutzutage von einigen Versicherungen und/oder Fahrzeugflottenbetreibern verwendet um die Qualität des Fahrens des Fahrzeugführers zu überprüfen und um somit eventuelle Prämien anpassen zu können. Impulsdaten können eine Möglichkeit bieten, durch kritische Fahrmanöver Gefahrenstellen zu identifizieren, bevor es überhaupt zu Unfällen kommt. Derart identifizierte Gefahrenstellen können dann z.B. den Straßenverkehrsämtern gemeldet werden, sodass diese ein entschärfen der Gefahrenstellen in die Wege leiten können.

50 **[0007]** In der praktischen Anwendung hat sich jedoch gezeigt, dass Impulsdaten als alleiniges Kriterium häufig nicht ausreichen um Gefahrenstellen trefflich zu erkennen oder vorherzusagen. Dies belegt u.a. das Ergebnis einer Studie aus 2019, vgl. B. Ryder, A. Dahlinger et al.; Spatial prediction of traffic accidents with critical driving events - Insights from a nationwide field study; Transportation Research Part A: Policy and Practice; Vol. 124, 2019 (S. 611-626), ISSN 0965-8564. Diese Veröffentlichung zeigt, dass es zwar einen kausalen Zusammenhang zwischen Impulsdaten und Gefahrenstellen gibt, verdeutlicht jedoch ebenfalls, dass Impulsdaten alleine nicht ausreichen um zuverlässige bzw. zutreffende Aussagen über Gefahrenstellen machen zu können.

55 **[0008]** Nicht alle Impulsdaten sind auf Gefahrenstellen zurückzuführen. Kritische Fahrmanöver, welche in die Impuls-

daten einfließen, können durch diverse andere Ursachen veranlasst sein, z.B. durch unaufmerksame Fahrer, sodass kein Zusammenhang zur Gestaltung eines Verkehrsweges besteht. Weiterhin ist es in der Praxis schwierig, Häufungen von Impulsdaten an bestimmten Stellen des Verkehrsnetzes zu erkennen, insbesondere wenn die Häufungen infrastrukturell, jedoch ohne nennenswerte Gefahrenstelle bedingt sind, z.B. Bremsungen vor Ampelanlagen. Auch Verkehrsteilnehmer mit einem riskanten und/oder ungeübten Fahrverhalten können bei Ansätzen, welche auf Sensordaten bzw. Impulsdaten zurückgreifen, falsche Angaben zu Gefahrenstellen auslösen, da kein direkter Zusammenhang zwischen Fahrverhalten und einer tatsächlichen Gefahrenstelle gegeben sein muss.

[0009] Ein Verfahren zur Identifizierung potentieller Gefahrenstellen im Straßenverkehr mittels mit einer zentralen Recheneinheit unter Verwendung einer Flotte vernetzter Kraftfahrzeuge wird in der DE 10 2020 108 531 A1 (Daimler AG) beschrieben. Hierbei wird ein auf eine potentielle Gefahrenstelle hinweisendes Ereignis über Impulsdaten erfasst und mit seiner Geoposition an die zentrale Recheneinheit übermittelt. Die vorgenannten Schwierigkeiten können damit jedoch nur z.T. überwunden werden bzw. erfordern erhöhten Rechenaufwand in den Fahrzeugen bzw. in der zentralen Recheneinheit. Zudem stellt diese Lösung nur auf Kraftfahrzeuge ab.

[0010] Des Weiteren wird ein Verfahren zur Warnung vor Gefahren im Straßenverkehr und ein Fahrassistenzsystem zur Warnung in der DE 10 2019 203 405 A1 (Audi AG) beschrieben. Hierin wird weiterhin erwähnt, dass auf potentielle Gefahrenstellen bezogene Daten verschiedener Datenquellen zur komplexen Bewertung einer potentiellen Gefahrenstelle verwendet werden sollen. Es wird statistische Auswertung erwähnt, aber nicht näher beschrieben, wie die komplexe Bewertung erfolgen soll. Insoweit besteht weiterhin das Bedürfnis einer Lösung zur Erkennung, insbesondere Früherkennung von Gefahrenstellen. Das System aus DE 10 2019 203 405 A1 stellt ab auf Gefahren, welche für den Fahrer des Kraftfahrzeugs bestehen und auch nur für diesen eine Warnung auslösen könnten, und erlaubt damit keine ganzheitliche Betrachtung bzw. Bewertung aus Sicht anderer Verkehrsteilnehmer.

[0011] Ein Vorschlag zur komplexen Bewertung von Gefahrenstellen wird auf der Projekthomepage des International Road Assessment Programme (iRAP), insbesondere der dort Verfügbaren Veröffentlichung "iRAP Methodology Fact Sheet #6" beschrieben. Im iRAP Projekt wird die Bewertung einer Gefahrenstelle für je ein 100 m langes Straßensegment und für je einen Verkehrsteilnehmertyp berechnet.

[0012] Die Faktoren, welche in die Berechnung gemäß iRAP einfließen sind Risikofaktoren der Straße, welche angeben wie wahrscheinlich ein Unfall ist, Risikofaktoren der Straße, welche angeben wie schwerwiegend ein Unfall ausfallen würde, Geschwindigkeitsfaktoren, welche angeben wie sich die Unfallwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der gefahrenen Geschwindigkeit verhält, externe Faktoren, welche angeben wie wahrscheinlich es ist in einen Unfall Dritter verwickelt zu werden und ein Faktor, welcher die Wahrscheinlichkeit berücksichtigt, dass ein Fahrzeug z.B. des Gegenverkehrs auf die eigene Fahrbahn gelenkt wird. Diese Faktoren werden dann für jeweils einen Unfalltyp bestimmt und das Ergebnis der einzelnen Unfalltypen werden pro Straßensegment und Verkehrsteilnehmertyp aufsummiert, sodass eine Bewertung für alle Unfalltypen für ein Segment und einen Verkehrsteilnehmertyp errechnet wird. Dieser auf Wahrscheinlichkeitsrechnung beruhender Ansatz ist zur Früherkennung von Gefahrenstellen bestenfalls sehr eingeschränkt nutzbar. Auch dieser Ansatz zielt lediglich auf die KFZ-Perspektive ab.

[0013] Die WO 2017 146 790 A1 (Allstate Insurance Co.) wiederum beschreibt ein System zur Erzeugung einer Risiko-Straßenkarte, welche es ermöglicht, ein Risiko für geplante Routen zu ermitteln.

[0014] Bisherige Ansätze erlauben keine hinreichend treffsichere Früherkennung von Gefahrenstellen, sodass u.a. eine inakzeptable Anzahl von Fehlmeldungen von Gefahrenstellen entsteht, die für eine praktische Nutzbarkeit prohibitiv ist.

[0015] Des Weiteren werden zumeist lediglich die Gefahren für motorisierte Verkehrsteilnehmer und/oder Gefahrenstellen aus der Sicht dieser Verkehrsteilnehmer erfasst, sodass Gefahrenstellen für andere Verkehrsteilnehmer bzw. sich von Straßen die primär für Kraftfahrzeuge ausgelegt sind unterscheidende Verkehrswege, wie z.B. Fahrradwege oder Fußgängerwege, nicht erfasst werden. Es fehlt typisch auch die Sicht der schwächeren, nicht-motorisierten Verkehrsteilnehmer auf potentielle Konflikte.

[0016] Ein weiteres Problem besteht darin, dass das Verkehrsnetz nur lückenhaft und zumeist nur grob, nach Streckenabschnitten, verarbeitet wird, sodass viele tatsächliche Gefahrenstellen unentdeckt bleiben.

[0017] Häufig weisen bisherige Ansätze zudem das Problem auf, dass wenige bis keine Informationen über die Art der Gefahrenstelle verfügbar sind und lediglich angezeigt wird, wo eine Gefahrenstelle liegt.

TECHNISCHE AUFGABENSTELLUNG

[0018] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es mithin, bekannte Nachteile bzw. Unzulänglichkeiten aus dem Stand der Technik zumindest teilweise zu überwinden, und hierzu insbesondere verbesserte computergestützte Verfahren und Systeme einerseits zur Früherkennung und andererseits zur treffenden Bewertung von Gefahrenstellen vorzuschlagen. Diese Aufgabe wird gelöst einerseits durch ein Verfahren nach Anspruch 1 bzw. unabhängig hiervon andererseits durch ein Verfahren nach Anspruch 2.

[0019] Weiterhin wird ein Rechnersystem bzw. eine digitale Gefahrenkarte für ein Rechnersystem nach Anspruch 14

vorgeschlagen.

[0020] Ferner wird z.B. nach Anspruch 15 ein Verfahren zur Erzeugung von gefahrenstellenbezogenen Warnmeldungen an Verkehrsteilnehmer unter Verwendung einer digitalen Gefahrenkarten vorgeschlagen.

[0021] Weitere Verwendungen der digitalen Gefahrenkarten bzw. von Rechnersystemen, die eine solche Gefahrenkarte aufweisen, werden in Anspruch 16 vorgeschlagen, insbesondere in Verbindung mit autonom oder teilautonom fahrenden Fahrzeugen, zur Beeinflussung des autonomen oder teilautonomen Fahrverhaltens unter Verwendung der digitalen Gefahrenkarten.

[0022] Die Verfahren bzw. Systeme sollen insbesondere in der Lage sein, strukturelle Gefahrenstellen frühzeitig zu erkennen, bereits bevor diese durch behördliche Unfallstatistik erkennbar werden. Des Weiteren kann eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin gesehen werden, Lösungen vorzuschlagen die es erlauben, das Verkehrsnetz möglichst weitgehend bzw. flächendeckend, idealerweise das gesamte Verkehrsnetz abzudecken.

[0023] Eine weitere unabhängige Aufgabe besteht darin, hinsichtlich Gefahrenstellen die Verkehrssituation bzw. das Verkehrswegnetz möglichst ganzheitlich aus verschiedenen Perspektiven auszuwerten, d.h. aus den unterschiedlichen Perspektiven verschiedener oder aller Typen von Verkehrsteilnehmern zu bewerten. Im Gegensatz zum Stand der Technik, der häufige eine Bewertung aus Sicht nur eines Teilnehmertyps vornimmt, z.B. für Kraftfahrzeuge soll die Erfindung es ermöglichen auch solche Gefahrenstellen zu erkennen, wo verschiedenartige Teilnehmer, insbesondere auch ohne KFZ-Beteiligung, aufeinandertreffen, z.B. wo häufig ein Radfahrer und Fußgänger kollidieren, oder sogar Risikostellen erkennen, wo häufig nur ein Verkehrsteilnehmertyp allein verunfallt (z.B. aufgrund von häufigem nassen Laub an einer Stelle oder dgl.).

[0024] Die Verfahren bzw. Systeme sollen nutzbar sein zur Bewertung von Gefahren aus der Perspektive und zum Nutzen von möglichst allen Verkehrsteilnehmertypen, einschließlich schwächerer nicht motorisierter Gruppen wie Radfahrer oder Fußgänger.

ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0025] Es wird gemäß einem ersten unabhängigen Aspekt ein computergestütztes Verfahren zur frühzeitigen Erkennung von strukturellen Gefahrenstellen im Straßenverkehr bzw. ein hierzu eingerichtetes System vorgeschlagen.

[0026] Hierbei wird eine digitale Verkehrswegnetz-Abbildung mittels eines Rechnersystems verarbeitet, wozu beispielsweise Kartendaten aus dem Projekt OpenStreetMap (OSM), oder andere vergleichbare Kartendaten genutzt werden können.

[0027] System bzw. Verfahren umfassen zunächst das Bereitstellen einer derartigen digitalen kartenartigen Abbildung von mindestens einem Verkehrswegnetz, insbesondere mit Infrastrukturdaten und ggf. Verkehrswegmetadaten, wobei die kartenartige Abbildung in einen Rechnerpeicher des Rechnersystems ladbar ist bzw. geladen wird.

[0028] Es erfolgt zunächst ein Unterteilen der kartenartigen Abbildung in eine Vielzahl georeferenzierter Segmente von Verkehrswegen durch das Rechnersystem, wobei die Segmente vorzugsweise zwecks Datensparsamkeit und/oder präziseren Lokalisierung von Gefahrenstellen eine variable Länge haben können.

[0029] Gemäß einem Kerngedanken, werden mehrere verschiedene Datenquellen, insbesondere drei verschiedene Datenquellen genutzt, deren Daten durch das Verfahren bzw. System in geeigneter Weise verschnitten werden. Besonders bevorzugt werden digitalisierte georeferenzierte Unfalldaten, georeferenzierte Nutzereingabedaten und georeferenzierte Sensordaten genutzt, die sich auf Bewegungsmerkmale von Verkehrsteilnehmern beziehen, insbesondere auf Beschleunigungswerte.

[0030] Hierzu sieht die Erfindung insbesondere folgende Schritte vor:

a) zumindest initiales Bereitstellen von digitalisierten georeferenzierten Unfalldaten, umfassend statistische Unfalldaten, insbesondere in Form zumindest einer Datenbank, welche durch das Rechnersystem zugreifbar bzw. verarbeitbar sind;

b) Datenerheben von georeferenzierten Nutzereingabedaten bezogen auf potentielle Gefahrenstellen, wobei die Datenerhebung direkt oder durch das Rechnersystem, oder aber indirekt durch weitere Systeme bzw. Server erfolgen kann, welche die Daten dem Rechnersystem zur Verfügung stellen; und

c) Datenerfassen, insbesondere durch das Rechnersystem, von georeferenzierten Sensordaten bezogen auf Bewegungsmerkmale von Verkehrsteilnehmern, insbesondere basierend auf Beschleunigungsmesswerten, welche bewegungsbezogen von Sensoren generierbar sind bzw. generiert werden, die von Verkehrsteilnehmern oder Fahrzeugen mitgeführt werden, insbesondere von fahrzeuginternen oder geräteinternen Sensoren, z.B. in an sich bekannten Geräten wie Smartphones, Navigationssystemen, TelematikAusrüstung, IoT-Geräten, usw.;

[0031] Die zeitliche Häufigkeit bzw. Frequenz der Datengewinnung aus den Schritten a) bis c) ist dabei typisch un-

terschiedlich. Die georeferenzierten Daten aus den unterschiedlichen Datenquellen a), b) und c) können also jeweils in Form von getrennten Datenströmen, zu unterschiedlichen Zeitpunkten, und ggf. in verschiedenen zeitlichen Abständen gewonnen werden. Es ist insbesondere keine Echtzeit-Datenerhebung erforderlich, wengleich insbesondere für Sensordaten c) möglich. Alle Daten können bedarfsweise durch Vorverarbeitung der Rohdaten vereinheitlicht werden. Alle

oder einige Daten können nebst einer Georeferenzierung, z.B. GPS-Koordinaten weitere Informationen, wie z.B. eine Zeitbindung bzw. einen Zeitstempel aufweisen.

[0032] Statistische Unfalldaten zu a) können aus unterschiedlichen Quellen stammen, z.B. aus polizeilicher Erfassung, aus Erfassung durch Versicherungsunternehmen und/oder aus Notfallaufnahmen/Krankenhäusern.

[0033] Nutzereingabedaten zu b) können zunächst durch einen Server, z.B. einen Webserver, gesammelt und durch Aktualisierungen dem Rechnersystem zugeführt werden. Eine laufende Erhebung ist nicht erforderlich, kurze Aktualisierungsintervalle wünschenswert. Das Datenerheben kann jeweils durch einen Nutzer selbst und/oder auch durch das Rechnersystem, z.B. per Abfragen initiierbar sein. Nutzereingabedaten können insbesondere kumulativ bzw. inkrementell erhoben werden. Nutzereingabedaten können ebenfalls unmittelbar dem Rechnersystem zugeführt werden.

[0034] Die Erfassung von Sensordaten zu c) (auch Impulsdaten genannt) erfolgt insbesondere aber nicht zwingend mit kurzen Aktualisierungsintervallen, aber nicht in Echtzeit, um eine möglichst aktuelle Früherkennung und Abbildung von Gefahrenstellen zu ermöglichen ohne erheblichen Kommunikationsaufwand. Die Erfassung kann z.B. zeitverzögert bzw. "offline" erfolgen. Die Erfassung kann etwa einmal täglich von Smartphones erfolgen, die eine für die Anwendung der Erfindung spezifische Applikations-Software aufweisen, oder auch von angebundenen Fahrzeugen, z.B. über sog. Car2X-Kommunikation. Eine Erfassung von Sensordaten zu c) kann insbesondere aber zumindest teilweise über geeignete Mobilfunk-Kommunikation erfolgen, z.B. nach 5G-Standards, erfolgen, sodass Daten von möglichst vielen Teilnehmern bzw. Fahrzeugen erfasst werden können. Sensoren, die bei der Impulsdatenerfassung zur Anwendung kommen umfassen z.B. Gyroskop, Accelerometer, Magnetometer, GPS, sowie auch Kamerasensoren für entsprechende Auswertungen. Die genutzten Sensoren können z.B. dabei zur Fahrzeugausrüstung gehören, oder aber Bestandteil eines mitgeführten Smartphones sein.

[0035] Im Rahmen der Erfindung liegt auch eine Erfassung der Sensordaten via externe Rechner bzw. Server wie z.B. von Fahrzeugherstellern, die über Car2X-Kommunikation Daten der eigenen Flotte erheben (vgl. z.B. DE 10 2020 108 531 A1 oder DE 10 2019 203 405 A1). Weder eine direkte Kommunikation des Rechnersystems mit den Geräten, welche die Sensordaten generieren ist erforderlich, noch eine Echtzeit-Kommunikation. Dies erlaubt erhebliche Reduktion des Kommunikationsaufwands und u.a. auch Anonymisierung im Sinne des Datenschutzes.

[0036] Sensordaten können dabei gefiltert erfasst werden, z.B. nur im Zusammenhang mit von der jeweiligen Gerätesoftware als kritisch erkannten Ereignissen, oder auch umfassender zur Erzielung einer möglichst umfassenden Datenbasis, etwa für eine KI-gestützte Mustererkennung. Sensordaten bezeichnet insbesondere Daten zu Beschleunigungsmesswerten, welche Rückschlüsse auf kritische Ereignisse bzw. Manöver im Straßenverkehr erlauben. Die Sensordaten zu c) können vom Rechnersystem direkt oder indirekt erfasst werden, z.B. mit an sich bekannten IoT-Techniken bzw. Schnittstellen. Zur Erfassung werden die Sensordaten oder Signale mittels Sensoren, insbesondere Beschleunigungssensoren, aufgenommen und digitalisiert, wobei dies durch externe Geräte erfolgt, die nicht Bestandteil des Rechnersystems sind.

[0037] Gemäß einem besonderen Merkmal werden Sensordaten zu c) von unterschiedlichen Verkehrsteilnehmertypen erfasst, insbesondere von Kraftfahrzeugen (PKW, Lastwagen, etc., ggf. Motorräder) und zumindest auch von Zweirädern, insbesondere Fahrrädern und auch z.B. E-Bikes, E-Scooter und dgl., welche typisch einen stärker gefährdeten Verkehrsteilnehmertyp bilden. Somit werden bevorzugt Sensordaten eines ersten Typs, nämlich aus Sensorwerten die durch Fahrzeugausrüstung generiert werden, und Sensordaten eines zweiten Typs erfasst, welche insbesondere durch tragbare Mobilgeräte, vorzugsweise Smartphones mit entsprechender Software generiert werden, sodass auch Sensorik von Verkehrsteilnehmern ohne Fahrzeugausrüstung (z.B. Fahrräder, E-Bikes, E-Scootern etc.) genutzt wird. Die Datengewinnung über unterschiedliche Typen von Verkehrsteilnehmer ist besonders vorteilhaft, insbesondere für eine möglichst umfassende Erkennung, insbesondere Früherkennung von Gefahrenstellen, wie auch für die Validierung der Daten eines anderen Typs, z.B. die Validierung von Sensordaten eines ersten Typs durch Sensordaten eines zweiten Typs.

[0038] Auf Grundlage der drei Datenkategorien erfolgt durch das Verfahren bzw. System ein Zuordnen von Unfalldaten, Sensordaten und Nutzereingabedaten zu Segmenten der kartenartigen Abbildung. Dies erfolgt entsprechend jeweils diesen Daten zugehöriger Georeferenzierung, wie z.B. GPS-Koordinaten oder vergleichbarer Positionsinformation, insbesondere durch das Rechnersystem.

[0039] Dadurch weisen betroffene Segmente der kartenartigen Abbildung zugeordnete bzw. segmentbezogene Erkennungsdaten auf, anhand welcher erfindungsgemäß eine Früherkennung und/oder Bewertung von Gefahrenstellen erfolgt. Die segmentbezogenen Erkennungsdaten umfassen dabei Daten zumindest einer oder mehrerer der o.g. drei Datenkategorien a) bis c), d.h. umfassen jeweils Unfalldaten, Sensordaten und/oder Nutzereingabedaten.

[0040] Eine Vielzahl der Segmente weisen im Ergebnis zumindest zugeordnete Sensordaten und auch Nutzereingabedaten oder Unfalldaten auf. Hierdurch wird unter anderem eine günstigere Menge an Trainingsdaten bereitgestellt,

die eine vorteilhaftere bzw. zielführendere Anwendung KI-gestützter Datenverarbeitung, insbesondere Machine Learning und/oder eine Mustererkennung ermöglicht, oder auch ein ergebnisreicheres Verschneiden der Daten durch andere Informationstechniken. Bereits in der Zusammenführung der drei Datenkategorien a) bis c) zur weiteren Verarbeitung, insbesondere als Trainingsdaten für Maschinelles Lernen, wird ein eigenständig erfinderisches bzw. erfindungserhebliches Merkmal gesehen. Teilanmeldungen u.a. hierzu bleiben ausdrücklich vorbehalten.

[0041] Für das genutzte Rechnersystem kommt jede geeignete Hardware-Architektur in Betracht, ein Server-System, eine Großrechenanlage eingerichtet für KI-Techniken und insbesondere auch eine Cloud-Architektur oder z.B. Computercluster.

[0042] Gemäß einem ersten Aspekt kann anhand segmentbezogener Erkennungsdaten sodann eine Auswertung erfolgen die zumindest mindestens eine Häufigkeitsermittlung und/oder einen Datenabgleich, insbesondere z.B. unter Anwendung von Mustererkennung, durchgeführt werden.

[0043] Segmente denen Unfalldaten zugeordnet sind lassen ohne Weiteres Gefahrenstellen erkennen. Ein entscheidender Vorteil der Erfindung liegt jedoch in der Früherkennung von Gefahrenstellen, zu denen keine oder kaum Unfalldaten vorliegen.

[0044] Auf die Auswertung segmentbezogener Erkennungsdaten beruhend kann das Rechnersystem zwecks Früherkennung ein georeferenziertes Segment mit Erkennungsdaten, die keine Unfalldaten enthalten, dennoch als potentielle Gefahrenstelle identifiziert, werden nämlich indem das Verfahren bzw. System bestimmt ob

i. diesem Segment mit vorbestimmter Häufigkeit Nutzereingabedaten und Sensordaten zugeordnet worden sind; und/oder

ii. zu diesem Segment der Datenabgleich von Nutzereingabedaten und/oder Sensordaten einen vordefinierten Grad an Merkmalsübereinstimmung bzw. Merkmalskorrelation aufzeigt.

[0045] Bereits eine einfache Häufigkeitsermittlung kann eine Früherkennung von Gefahrenstellen ermöglichen, z.B. wenn eine vorbestimmte, z.B. empirisch ermittelte erste Teilhäufigkeit von Sensordaten die auf kritische Ereignisse deuten, mit einer zweiten Teilhäufigkeit von Nutzereingabedaten, insbesondere inhaltlich übereinstimmenden Nutzereingabedaten, vorliegt. Auch eine Entscheidung aufgrund einer Gesamthäufigkeit von Nutzereingabedaten und Sensordaten liegt im Rahmen der Erfindung.

[0046] In einem weiteren, vorteilhaften Ansatz wird alternativ/oder ergänzend auf eine potentielle Gefahrenstelle geschlossen, wenn ein Datenabgleich von Nutzereingabedaten und/oder Sensordaten, insbesondere der Sensordaten, eine hinreichende Merkmalsübereinstimmung bzw. Merkmalskorrelation aufzeigt, insbesondere mit bereits als kritisch erkannten Segmenten, die z.B. durch Unfalldaten oder Nutzereingaben validiert sind. Für einen geeigneten Datenabgleich kommen unterschiedliche Ansätze in Betracht, insbesondere KIgestützte Datenverarbeitung, z.B. Machine Learning und/oder Mustererkennung, z.B. mittels Dynamic Time Warping, Support Vector Machines, Random Forests und/oder künstlichen Neuronale Netzen (KNN).

[0047] Beim Datenabgleich kann als ein Übereinstimmungskriterium insbesondere ermittelt werden, ob eine Übereinstimmung, insbesondere hinsichtlich durch Mustererkennung erkannter Kategorien, von Information aus Sensordaten von Quellen eines ersten Typs und aus Sensordaten von Quellen eines zweiten Typs, z.B. unterschiedlicher Verkehrsteilnehmertypen, vorliegt. Sensordaten eines ersten Typs können insbesondere solche aus Kraftfahrzeug-Sensorik und Sensordaten eines zweiten Typs können insbesondere von mobilen Endgeräten, z.B. von Radfahrern sein. Hierauf beruhend kann auch das Zuordnen einer entsprechenden Relevanzangabe zur betrachteten Gefahrenstelle erfolgen. In der entsprechenden Nutzung und Auswertung der Sensordaten verschiedener Verkehrsteilnehmertypen wird bereits ein eigenständig erfinderischer Aspekt gesehen.

[0048] Ergänzend oder alternativ kann weiterhin auf Übereinstimmung von Information aus Sensordaten und aus Nutzereingabedaten geprüft werden.

[0049] In einem weiteren Schritt werden vom Rechnersystem alle als Gefahrenstelle identifizierten Segmente, einschließlich solcher zu denen keine Unfalldaten vorliegen, in der kartenartigen Abbildung gekennzeichnet.

[0050] Den als Gefahrenstelle identifizierten Segmenten wird vorzugsweise ein rechentechnisch ermittelter Gefahrenscore zugeordnet, welcher es erlaubt den Nutzern eine Indikation über die Höhe der Gefahr anzuzeigen. Dies kann insbesondere auch spezifisch für verschiedene Typen von Verkehrsteilnehmern erfolgen.

[0051] Die Daten der drei Datenkategorien a) bis c) sind bevorzugt jeweils georeferenzierte Daten, die einem (Karten-)Segment zuordenbar sind, vorzugsweise eineindeutig zuordenbar. Somit sind sowohl Unfalldaten, Nutzereingabedaten als auch Sensordaten bevorzugt jeweils georeferenziert. Weiterhin sind die Daten der drei Datenkategorien a) bis c) bevorzugt teilnehmertypspezifisch qualifiziert bzw. zugeordnet oder zuordenbar.

[0052] Gemäß einem zweiten unabhängigen Aspekt wird ein computergestütztes Verfahren bzw. System zur Ermittlung eines Gefahrenscores einer georeferenzierten, strukturellen Gefahrenstelle in einer digitalen Verkehrswegnetz-Abbildung, vorgeschlagen. Dieses kann insbesondere auf dem vorbeschriebenen System bzw. Verfahren beruhen.

[0053] Nach dem zweiten Aspekt erfolgt insbesondere ein Datenerheben von georeferenzierten Nutzereingabedaten

bezogen auf potentielle Gefahrenstellen, z.B. wie vorstehend erläutert.

[0054] Weiterhin werden die vorgenannten drei Datenkategorien a) bis c) genutzt und es erfolgt hiermit ein Zuordnen von bereitgestellten georeferenzierten Unfalldaten, erfassten georeferenzierten Sensordaten und erhobenen georeferenzierten Nutzereingabedaten zu Segmenten, entsprechend jeweils diesen Daten zugehöriger Georeferenzierung. Dies kann insbesondere durch das Rechnersystem realisiert werden. Im Ergebnis werden Segmenten der kartenartigen Abbildung segmentbezogene Erkennungsdaten zugeordnet, die jeweils Unfalldaten, Sensordaten und/oder Nutzereingabedaten aufweisen.

[0055] Nach dem zweiten Aspekt erfolgt ein rechentechnisches Ermitteln eines Gefahrenscores für Segmente der kartenartigen Abbildung mit zugeordneten Erkennungsdaten durch Bewerten der dem betrachteten Segment zugeordneten Erkennungsdaten.

[0056] Hierbei wird insbesondere vorgesehen, dass

- dass der Gefahrenscore eines georeferenzierten Segments mit Erkennungsdaten, welchem keine Unfalldaten zugeordnet sind, in Abhängigkeit von zugeordneten Nutzereingabedaten ermittelt, insbesondere validiert bzw. relativ erhöht wird, etwa im Vergleich zu Segmenten ohne zugeordnete Nutzereingabedaten;

und/oder

- dass der Gefahrenscore in Abhängigkeit einer Gewichtung der Erkennungsdaten ermittelt wird mit jeweils unterschiedlichem Gewicht für Unfalldaten, Sensordaten und Nutzereingabedaten, insbesondere mit höherem Gewicht von Unfalldaten gegenüber Nutzereingabedaten und/oder höherem Gewicht von Nutzereingabedaten gegenüber Sensordaten.

[0057] Der so rechentechnisch ermittelte Gefahrenscore wird dann dem entsprechenden Segment zugewiesen bzw. zugeordnet. Durch die Nutzung der o.g. drei Datenkategorien a) bis c) wird eine Objektivierung und höhere Zuverlässigkeit bei der Bewertung der Gefahrenhöhe erst ermöglicht, wobei vorteilhaft einfließt, dass das Verfahren bzw. System Sensordaten von verschiedenen Verkehrsteilnehmern erfasst und berücksichtigt, sodass auch unterschiedliche Gefahrenscores für unterschiedliche Teilnehmer ermittelt und angezeigt werden können.

[0058] Das rechentechnische Ermitteln eines Gefahrenscores für eine identifizierte Gefahrenstelle kann durch Berechnen erfolgen, wobei das Berechnen eine Gewichtung von georeferenziert zugeordneten Sensordaten unter Verwendung vordefinierter Gewichtungsfaktoren umfasst, und wobei vorzugsweise zumindest einige georeferenzierte Sensordaten eines ersten Typs, insbesondere von einem ersten Verkehrsteilnehmertyp stammend, in Abhängigkeit eines vordefinierten Grades an Übereinstimmung mit Merkmalen georeferenziert zugeordneter Nutzereingabedaten und/oder weiteren georeferenziert zugeordneten Sensordaten eines zweiten Typs, insbesondere von einem zweiten Verkehrsteilnehmertyp stammend, gewichtet werden.

[0059] Alternativ oder ergänzend kann das Berechnen des Gefahrenscores für eine identifizierte Gefahrenstelle, erfolgen durch Verarbeitung mittels einer KI, insbesondere unter Anwendung eines neuronalen Netztes und/oder Mustererkennung oder dgl. durch das zumindest eine Rechnersystem. Dies kann insbesondere unter Berücksichtigung ereignisbezogener Merkmale der Infrastrukturdaten aus der Kartenabbildung erfolgen.

[0060] Vorteilhafte Weiterbildungen, die zwar Gegenstand der Unteransprüche, aber jeweils für sich genommen erfinderisch bzw. als unabhängig erfindungserheblich anzusehen sind, werden nachfolgend erörtert. Diese sind für die beide o.g. unabhängigen Aspekte grundsätzlich anwendbar, und Teilanmeldung bleibt vorbehalten.

[0061] In vorteilhafter Ausführung werden Daten zu verschiedenen Verkehrsteilnehmertypen gewonnen, insbesondere Sensordaten verschiedener Verkehrsteilnehmertypen erfasst.

[0062] Hierzu ist es vorteilhaft, wenn die bewegungsbezogenen Sensordaten ein Typmerkmal umfassen, welches angibt, von welchem Verkehrsteilnehmertyp die Sensordaten stammen und eine Unterscheidung von zumindest zwei verschiedenen Verkehrsteilnehmertypen, insbesondere Kraftfahrzeugen und Zweirädern, ermöglicht.

[0063] Insbesondere aber nicht ausschließlich in Kombination mit bewegungsbezogenen Sensordaten, die ein Typmerkmal aufweisen, sieht eine vorteilhafte Weiterbildung vor, dass zumindest für Segmente mit Erkennungsdaten zu diesen Erkennungsdaten, insbesondere zu Sensordaten mit Typmerkmal, jeweils eine informatische Mustererkennung, insbesondere KI-gestützte Mustererkennung, durchgeführt wird und eine Klassifizierung in kritische Ereignisse erfolgt, insbesondere durch das Rechnersystem, und der Datenabgleich von Nutzereingabedaten und/oder Sensordaten mit entsprechenden Daten zu klassifizieren kritischen Ereignissen erfolgt.

[0064] Für die Erhebung von sicherheitsrelevanten Ereignissen werden insbesondere Beschleunigungsdaten als Sensordaten erfasst. Mittels dieser lässt sich die jeweilige Trajektorie der Verkehrsteilnehmer bei zugehörigen kritischen Fahrmanövern ermitteln. Zur Identifizierung potenziell kritischer Manöver können z.B. Beschleunigungsgrenzwerte festgelegt werden. Die Sensordaten können dementsprechend anhand eines Smartphones mit geeigneter Smartphone-App, eines Telematik-Tags, oder durch IoT-Devices erfasst werden.

[0065] Diese Daten können zum einen für verschiedene Verkehrsteilnehmertypen erfasst werden und zum anderen erlauben Sie kritische Situationen zu klassifizieren, zu verorten und auf Ursachen hin zu untersuchen. Dies basiert auf Daten aus der tatsächlichen Perspektive eines Verkehrsteilnehmers, z.B. aus dem Fahrzeug bzw. Zweirad.

[0066] Zur Klassifizierung von kritischen Manövern der verschiedenen Verkehrsteilnehmer wird auf Berechnungsmethoden der Mustererkennung und des Maschinellen Lernens (Machine Learning) zurückgegriffen. Hierfür kommen verschiedene Verfahren infrage, bspw. Dynamic Time Warping, Support Vector Machines, Random Forests und Neuronale Netze. Durch derartige Methoden werden zunächst Daten der unterschiedlichen Verkehrsteilnehmertypen vergleichbar gemacht, was Analysen im Hinblick auf die Sicherheitsbewertung spürbar vereinfacht. Auch oder auch Ansätze des Deep Learning kommen in Betracht, sind jedoch nicht zwingend, da die Daten der Quellen a) bis c) typisch bereits in strukturierter Form gewonnen werden, oder durch (teil-)automatische Vorverarbeitung strukturiert werden können.

[0067] Zur Ableitung von Konflikten zwischen Verkehrsteilnehmern, die auf Gefahrenstellen hindeuten, werden ermittelte kritische Ereignisse aller Verkehrsteilnehmer einer betrachteten Stelle, z.B. eines Segments überlagert. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse kann, insbesondere durch Berücksichtigung von Infrastrukturdaten und weiteren Kontextdaten, ein kartenbasiertes Prognosemodell zur Abschätzung kritischer Konflikte erstellt werden. Der Grad der Kritikalität kann sodann durch einen Abgleich mit amtlich erhobenen Verkehrsunfalldaten (vgl. Datenkategorie a) oben)) sowie mit von Bürgern gemeldeten Gefahrensituationen (vgl. Datenkategorie b) oben) bestimmt werden.

[0068] Eine bevorzugte Ausgestaltung sieht demnach vor, dass zumindest für Segmente mit Erkennungsdaten zu diesen Erkennungsdaten, insbesondere zu Sensordaten mit Typmerkmal, jeweils eine informativische Mustererkennung, insbesondere KI-gestützte Mustererkennung, durchgeführt wird und eine Klassifizierung in kritische Ereignisse erfolgt, insbesondere durch das Rechnersystem. Hierauf beruhend kann der Datenabgleich von Nutzereingabedaten und/oder Sensordaten mit entsprechenden Daten zu klassifizieren kritischen Ereignissen erfolgen.

[0069] Gemäß einem Aspekt kann das Rechnersystem ein durch KI aus den drei wesentlichen Datenquellen a) bis c) gewonnenes Machine-Learning-Modell einsetzen, um die kartenartige Abbildung zu verbessern, insbesondere um die verkehrsnetzbezogene Abdeckung der Früherkennung zu erweitern. Die Gefahrenkarte kann somit die Trainingsdaten für ein Modell liefern, welches soz. zur rekursiven Selbstoptimierung der Gefahrenkarte genutzt wird. Die Erweiterung kann auf solche Stellen bzw. Segmente bezogen sein, zu welchen nur unzureichend Daten aus den Quellen a) bis c) oder Daten mit nicht hinreichender Aussagekraft vorliegen. So kann ggf. bereits allein aufgrund von Infrastrukturinformation eine Erkennung potentieller Gefahrenstellen durch Mustervergleich erfolgen. Insbesondere kann bei Vorliegen von ausschließlich Sensordaten c) in Verbindung mit Infrastrukturdaten durch Mustervergleich mit validierten Gefahrenstellen eine Früherkennung ermöglicht werden. In der Erstellung des Machine-Learning-Modells können die Unfalldaten a) oder Nutzereingabedaten b) insbesondere zur Validierung von als kritisch eingestuften Mustern aus den genutzt werden bzw. zur Optimierung des Modells eingesetzt werden.

[0070] Gemäß einem Aspekt kann das Rechnersystem zwecks Früherkennung ein georeferenziertes Segment mit Erkennungsdaten, welchem keine Unfalldaten zugeordnet sind, als potentielle Gefahrenstelle identifizieren, wenn zu diesem Segment ein Datenabgleich der Sensordaten hinreichende Merkmalsübereinstimmung bzw. Merkmalskorrelation mit Sensordaten eines kritischen Ereignisses aufzeigt, wobei zur Bestimmung der Merkmalsübereinstimmung bzw. Merkmalskorrelation die vorgelagerte Mustererkennung genutzt wird.

[0071] Unabhängig von der Art des genutzten Datenabgleichs kann in einer datentechnisch günstigen Umsetzung vorgesehen werden, dass als Gefahrenstelle identifizierten Segmenten jeweils ein Datenobjekt zugeordnet wird, welches zumindest einen rechentechnisch ermittelten Gefahrenscore umfasst.

[0072] Auf die konkrete programmiertechnische Umsetzung der Software, insbesondere Datenobjekte kommt es dabei nicht entscheidend an, eine objektorientierte Datenstruktur bzw. objektorientierte Programmierung ist jedoch besonders bevorzugt.

[0073] Besonders bevorzugt weist jedes einer Gefahrenstelle zugeordnete Datenobjekt mehrere teilnehmertypenspezifische Gefahrenscores auf, sodass Gefahrenstellen aus Sicht verschiedenartiger Teilnehmer bewertet bzw. bewertbar sind im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes.

[0074] Es kann dabei vorgesehen sein, dass das Datenobjekt weiterhin umfasst:

- zumindest eine Relevanzangabe dahingehend für welchen bzw. welche von mehreren verschiedenen Verkehrsteilnehmertypen, insbesondere Fußgänger, Radfahrer oder Kraftfahrzeugführer, eine Gefahr droht, wobei die Relevanzangabe vorzugsweise aus den zugeordneten Erkennungsdaten bestimmt wird; und/oder
- zumindest eine Gefahrenartangabe dahingehend, bei welchem Verkehrsverhalten, welcher Situation und/oder zwischen welchen Verkehrsteilnehmern an der Gefahrenstelle Gefahr droht, wobei die Gefahrenartangabe vorzugsweise aus den zugeordneten Erkennungsdaten bestimmt wird; denn vorzugsweise geben die Erkennungsdaten neben der Gefahrenart ebenfalls Aufschluss hinsichtlich der spezifischen Gefahrensituation und ggf. der Konflikte zwischen Verkehrsteilnehmern und/oder
- zumindest eine Kontextangabe dahingehend, bei welchen Umwelteinflüssen bzw. Verkehrssituationen, an der Gefahrenstelle Gefahr droht, wobei die Kontextangabe vorzugsweise bestimmt wird aus den zugeordneten Erken-

nungsdaten und/oder aus zusätzlichen Verkehrswegmetadaten, insbesondere umfassend Information bezüglich Wetterabhängigkeiten, Geschwindigkeitsrichtwertem, zeitabhängigem Verkehrsaufkommen oder dgl..

5 **[0075]** In bevorzugter Weiterbildung zur Erzielung einer ganzheitlichen Betrachtung bzw. eines für verschiedenartige Teilnehmertypen nützlichen System ist vorgesehen, dass das rechentechnische Ermitteln eines Gefahrenscores jeweils teilnehmertypenspezifisch bzw. in Abhängigkeit des Verkehrsteilnehmertyps erfolgt und jeder ermittelte Gefahrenscore genau einem von mehreren vordefinierten Verkehrsteilnehmertypen zugeordnet wird. Dies erlaubt, dass die Verkehrssituation ganzheitlich aus den unterschiedlichen Perspektiven aller Verkehrsteilnehmer betrachtet werden kann. Hierbei geht es um nicht nur Kraftfahrzeug-Fahrerfahrer (derzeit Fokus vieler Assistenzsysteme), sondern insbesondere auch um die schwächeren und somit gefährdeteren Verkehrsteilnehmer wie Fußgänger, Fahrradfahrer, Pedelec-fahrer, eScooter-Fahrer usw. Es kommen aber auch körperlich weniger gefährdete Teilnehmer in Betracht, z.B. auch LKW-, Bus- oder Straßenbahnfahrer - für welche ein Unfall erhebliche psychologische Folgen haben kann.

10 **[0076]** Das rechentechnische Ermitteln eines Gefahrenscores jeweils teilnehmertypenspezifisch vorzunehmen kann hierbei für jedes Segment bzw. Datenobjekt einen teilnehmertypenspezifisch-mehrdimensionalen Raum erzeugen, in dem die verschiedenen Gefahreninformationen aus allen Perspektiven aggregiert, ausgewertet und auch als Gefahrenscore wieder individuell abrufbar gemacht werden können. Hierzu ist es vorteilhaft, wenn die Gefahrenscores mit dem Segment bzw. Datenobjekt im mathematischen Sinne mehrdimensional auf teilnehmertypenspezifischen Achsen verknüpft sind. Eine rechentechnisch einfache Umsetzung kann z.B. erzielt werden, wenn als Dimensionen den Teilnehmertypen die eines Vektorraums (auch Hamel-Dimensionen) zugeordnet werden, sodass effektive, gängige Matrizenrechnung eingesetzt werden kann bei der Ermittlung der Gefahrenscores. Der so definierte Vektorraum für jedes Segment bzw. Datenobjekt weist dann für jeden zu betrachtenden Verkehrsteilnehmertyp zumindest eine Hamel-Dimension Dimension auf.

15 **[0077]** Weiterhin kann auch innerhalb der Verkehrsteilnehmertypen noch unterschiedlich nach Untertypen bewertet werden, z.B. Verkehrsteilnehmertyp: Fußgänger, Untertypus: Kind/Erwachsener/Senioren. Dieser Ansatz erlaubt z.B. kinderspezifisch sichere Schulweg-Routen für Kinder oder seniorenfreundliche Routen (z.B. bei denen Hören und Sehen oder schnelles Überqueren weniger relevant sind) zu ermitteln.

20 **[0078]** Das System kann laufend und insbesondere teilnehmerspezifisch d.h. gegenseitig aus den unterschiedlichen Sichtweisen, bewerten ob es auffällige Muster gibt.

25 **[0079]** Vorteilhaft ist somit, wenn die Datenobjekte zu Gefahrenstellen zumindest angeben für welche Verkehrsteilnehmer Gefahr besteht bzw. droht (Relevanzangabe) und worin konkret die Gefahr besteht (Gefahrenartangabe). Zur Speicherung der Daten bzw. als Datenobjekte kommen jegliche Art von Datensätzen in Betracht, wobei die Daten aus den unterschiedlichen Quellen a) bis c) ggf. durch Vorverarbeitung in ein vereinheitlichtes Format gebracht werden können, z.B. im Zuge einer KI-gestützten Mustererkennung oder dgl.

30 **[0080]** Hinsichtlich der Datenkommunikation sieht eine Ausführungsform vor, dass das Datenerheben von georeferenzierten Nutzereingabedaten bezogen auf potentielle Gefahrenstellen laufend und/oder sporadisch über eine Internet-Schnittstelle des Rechnersystems erfolgt. Diese Internet-Schnittstelle kann mit mindestens einem oder mit mehreren Servern verbunden sein, insbesondere Webserver(n), die jeweils eine Nutzerschnittstelle für Nutzereingabedaten bereitstellt. Auf diese Art können mehrere ggf. unterschiedliche Schnittstellen bereitgestellt werden, z.B. eine klassische Webseite und eine Schnittstelle für Smartphone-Apps. Auch ist z.B. eine Integration von Versicherungs-Unfallmeldungen durch Verkehrsteilnehmer über eine entsprechende Schnittstelle möglich.

35 **[0081]** Gemäß einem weiteren vorteilhaften Aspekt erfolgt das Unterteilen der kartenartigen Abbildung in eine Vielzahl georeferenzierter Segmente in variabler und ggf. auch iterativer Weise. Somit kann ein variables Unterteilen in Segmente unterschiedlicher geographische Länge vorgesehen sein, insbesondere in Abhängigkeit von Verkehrsweginfrastruktur (z.B. der Art des Weges mit längeren Segmenten z.B. auf Autobahnen) und/oder in Abhängigkeit von zugeordneten Erkennungsdaten und/oder in Abhängigkeit identifizierter Gefahrenstellen. Dies ermöglicht unter anderem eine hinreichende örtliche Diskriminierung von Gefahrenstellen.

40 **[0082]** Weiterhin kann das Zuordnen von Unfalldaten, Sensordaten und Nutzereingabedaten zu einzelnen Segmenten das Ermitteln eines geographischen Abstands zwischen den Erkennungsdaten aus deren Georeferenzierung umfassen, sodass die Zuordnung auf Grundlage relativer Abstände erfolgen kann. Auch dies kann unter anderem eine örtliche Diskriminierung von Gefahrenstellen verbessern.

45 **[0083]** Da eine Erfassung von Daten unterschiedlicher Verkehrsteilnehmer als besonders vorteilhaft gesehen wird, sieht eine Ausführungsform zur Datenerfassung vor, dass Sensordaten basierend auf Beschleunigungsmesswerten aus unterschiedlichen Quellen erfasst werden, insbesondere Sensordaten eines ersten Typs, welche aus Sensorwerten aus der Fahrzeugausrüstung, insbesondere Fahrzeugsensorik bzw. Telematikausrüstung, von Fahrzeugen, insbesondere von Kraftfahrzeugen, generiert werden, sowie zumindest Sensordaten eines zweiten Typs, welche aus Sensorwerten von Beschleunigungssensoren in von Verkehrsteilnehmern mitgeführten, tragbaren Mobilgeräten, insbesondere Smartphones, generiert werden. Weitere Quellen sind ebenfalls möglich.

50 **[0084]** Die Sensordaten werden u.a. vorzugsweise mit Zeitstempeln versehen. Die Zeitstempel können als ein Merkmal

beim Datenabgleich hinsichtlich eines vordefinierten Grads an Merkmalsübereinstimmung bzw. an Merkmalskorrelation genutzt werden, insbesondere dahingehend ob die Zeitstempel innerhalb eines vordefinierten Zeitbereichs voneinander zeitlich beabstandet sind oder tageszeitbezogen korrelieren.

[0085] Gemäß einem weiteren ggf. auch unabhängig vorteilhaften Aspekt sieht die Erfindung vor, dass georeferenzierten Sensordaten durch eine anwendungsspezifische Smartphone-Applikation zur Erkennung von potentiellen Gefahrenstellen bereitgestellt werden, wobei

- die Smartphone-Applikation vorzugsweise eingerichtet ist, potentiell sicherheitskritische Ereignisse zu erkennen, insbesondere auf Grundlage einer Überschreitung von Beschleunigungsschwellwerten, und georeferenzierte Sensordaten lediglich zu potentiell sicherheitskritischen Ereignissen bereitstellt, wobei die bereitgestellten Sensordaten vorzugsweise Informationen zum Bewegungsverhalten innerhalb eines Zeitfensters um das sicherheitskritische Ereignis enthalten; und/oder
- die Smartphone-Applikation eine Schnittstelle für georeferenzierte Nutzereingabedaten bezogen auf potentielle Gefahrenstellen bereitstellt.

[0086] Bei Nutzung einer zur Anwendung der Erfindung spezifischen Smartphone-Applikation zur Erkennung von potentiellen Gefahrenstellen kann weiterhin vorteilhaft vorgesehen werden, dass

- die Smartphone-Applikation bei Erkennung eines potentiell sicherheitskritischen Ereignisses entsprechenden Sensordaten zugehörige GPS-Koordinaten zur Georeferenzierung, sowie vorzugsweise zumindest einen Zeitstempel zuordnet und mit den Sensordaten dem Rechnersystem übermittelt;
- die Smartphone-Applikation, insbesondere bei Erkennung eines potentiell sicherheitskritischen Ereignisses und/oder bei Erkennung örtlicher Nähe zu einem als potentielle Gefahrenstelle identifizierten Segments, den Nutzer zur Eingabe von Nutzereingabedaten auffordert, umfassend zumindest eine Bestätigung hinsichtlich des Bestehens einer Gefahrenstelle, vorzugsweise weiterhin zur Eingabe einer Relevanzangabe bzgl. betroffener Verkehrsteilnehmertypen und/oder einer Gefahrenartangabe und/oder einer Kontextangabe und die Nutzereingaben als Nutzereingabedaten mit den Sensordaten dem Rechnersystem übermittelt; und/oder
- die Smartphone-Applikation auf Grundlage eines mittels integrierten Beschleunigungssensor ermittelten Bewegungsprofils zu einem potentiell sicherheitskritischen Ereignis eine Relevanzangabe bzgl. betroffener Verkehrsteilnehmertypen bereitstellt und mit den Sensordaten dem Rechnersystem übermittelt.

[0087] Die vorzugsweise jedem zu jeder identifizierten Gefahrenstelle zugeordnete Information umfasst bevorzugt eine Angabe zur Art der Gefahr. Hier kann ein rechentechnisches Bestimmen zumindest einer Gefahrenartangabe vorgesehen sein, wobei die Gefahrenartangabe aus Informationen von dem Segment zugeordneten Infrastrukturdaten und/oder Sensordaten und/oder Unfallmeldungen und/oder Nutzereingabedaten, vorzugsweise aus einer Kombination von Informationen aus zumindest zwei verschiedenen dieser Daten bestimmt wird.

[0088] Gegebenenfalls mit höherer Auflösung berechnete Gefahrenscores können durch eine Einteilung in eine reduzierte Anzahl an Gefahrenleveln ergonomischer darstellbar werden. Somit kann ein Zuordnen eines Gefahrenlevels, aus einer Anzahl diskreter Gefahrenlevel zu jedem Gefahrenscore, vorgesehen werden, wobei jedem Gefahrenlevel ein vordefinierter Wertebereich des Gefahrenscores zugeordnet ist.

[0089] Weiterhin kann ein rechentechnisches Ermitteln mehrerer Gefahrenscores für eine identifizierte Gefahrenstelle in Abhängigkeit jeweiliger Relevanzangaben dahingehend erfolgen, für welchen bzw. welche von mehreren verschiedenen Verkehrsteilnehmertypen, insbesondere Fußgänger, Radfahrer oder Kraftfahrzeugführer, eine Gefahr droht. Somit können teilnehmerspezifische Gefahrenscores zu verschiedenen Verkehrsteilnehmertypen zugeordnet werden.

[0090] In einer vorteilhaften Umsetzung erfolgt ein schrittweises Aktualisieren der in der digitalen Abbildung von Verkehrswegenetzen umfassten Daten, insbesondere der Gefahrenscores, wenn eine vorbestimmte Menge weiterer Sensordaten erfasst wurde und/oder eine vorbestimmte Menge weiterer Nutzereingabedaten erhoben wurde. Somit kann die Gefahrenstellenkarte schrittweise optimiert und laufend aktualisiert werden, ohne dass erheblicher Rechenaufwand anfällt, etwa für eine erneute Mustererkennung.

[0091] In einer Variante kann vorgesehen werden, dass die Datenerfassung von georeferenzierten Sensordaten, bezogen auf das Bewegungsverhalten eines Verkehrsteilnehmers, in veränderter Weise erfolgt bei Erkennung örtlicher Nähe des Verkehrsteilnehmers zu einem bereits als potentielle Gefahrenstelle identifizierten Segments, so kann dann die Datenerfassung von Sensordaten insbesondere mit erhöhter Sensitivität bzw. Intensität erfolgen. Dies kann z.B. über geeignete Programmierung einer Smartphone-Applikation realisiert werden und ermöglicht eine verbesserte Informationslage zu potentiellen Gefahrenstellen, was wiederum eine positive Rückkopplung zur Verbesserung der Mustererkennung ermöglicht.

[0092] Gemäß einem weiteren unabhängigen Aspekt betrifft die Erfindung eine digitale Gefahrenkarte, die gemäß einer der vorstehend erörterten Ausführungsformen generiert wurde, d.h. mit als Gefahrenstellen identifizierten Seg-

menten, insbesondere per Früherkennung identifizierten Gefahrenstellen zu denen keine Unfalldaten vorliegen, und/oder Segmente mit Gefahrenscore, insbesondere auf Grundlage der drei Datenquellen a) bis c) ermittelten Gefahrenscores.

[0093] Dementsprechend betrifft die Erfindung auch die Nutzung der resultierenden digitalen Gefahrenkarte (kartenartige digitale Verkehrswegnetz-Abbildung), welche gemäß einem der vorstehenden Ansätze unter Nutzung von von bereitgestellten georeferenzierten Unfalldaten, erhobenen georeferenzierten Nutzereingabedaten und erfassten georeferenzierten Sensordaten, als Gefahrenstellen identifizierte Segmente der Verkehrswege aufweist.

[0094] Die Erfindung betrifft somit insbesondere auch ein Rechnersystem, insbesondere Cloud-Rechnersystem, umfassend eine kartenartige digitale Verkehrswegnetz-Abbildung, welche gemäß einem Verfahren nach einer der vorstehenden erörterten Ausführungsformen generiert wurde, und insbesondere als Gefahrenstellen identifizierte Segmente mit Gefahrenscore aufweist.

[0095] Dieses System kann insbesondere genutzt werden zur Erzeugung von gefahrenstellenbezogenen Warnmeldungen an Verkehrsteilnehmer. Hierzu können mit dem Rechnersystem kommunizierende Endgeräte, Hierzu können mit dem Rechnersystem kommunizierende Endgeräte, auch in Fahrzeugen verbaute Endgeräte (z.B. Navigationsgeräte), aber insbesondere Smartphones, bei Erkennung örtlicher Nähe zu einem als Gefahrenstelle identifizierten Segment eine Warnmeldung ausgeben, insbesondere eine Warnmeldung umfassend eine Relevanzangabe und/oder Gefahrenartangabe und/oder eine Kontextangabe. Durch entsprechende Warnmeldung an die Verkehrsteilnehmer, insbesondere bei Früherkennung von Gefahrenstellen, kann die Verkehrssicherheit insgesamt spürbar verbessert werden, insbesondere auch für indirekt von der Warnung betroffene Verkehrsteilnehmertypen, z.B. Fußgänger oder Fahrradfahrer. Die Ausgabe von Warnmeldungen kann dabei insbesondere teilnehmertypenspezifisch bzw. in Abhängigkeit des Verkehrsteilnehmertyps erfolgen, und hierfür z.B. die Relevanzangabe oder dgl. nutzen.

[0096] Die resultierende Gefahrenkarte kann weiterhin in diversen weiteren Anwendungen vorteilhaft eingesetzt werden.

[0097] Eine vorteilhafte Anwendung liegt z.B. in der Ermittlung verkehrstechnisch sicherer Routenoptionen in einem Navigationssystem, insbesondere ergänzend zu vom Navigationssystem ermittelten schnellen und/oder ökologischen Routenoptionen. Dies kann dann auch früherkannte Gefahrenstellen berücksichtigen. Die Nutzung eines solchen Navigationssystems ist aber nicht nur für fahrende Verkehrsteilnehmer, sondern auch für nicht motorisierte Verkehrsteilnehmer, z.B. für die Ermittlung sicherer Schulwege für Kinder, vorteilhaft. Dies kann z.B. auch über eine webbasierte bzw. Serverlösung "offline" erfolgen.

[0098] Eine weitere vorteilhafte Anwendung liegt in der Optimierung von Lösungen zum autonomen oder teilautonomen Fahren. Das System kann zur Kommunikation, insbesondere gefahrenstellenrelevanter Information aus der digitalen Gefahrenkarte, mit autonom oder teilautonom fahrenden Fahrzeugen genutzt werden und erlaubt auf dieser Grundlage eine gezielte Beeinflussung des autonomen oder teilautonomen Fahrverhaltens in Abhängigkeit von Gefahrenstellen, insbesondere unter Berücksichtigung von Relevanz- und/oder Gefahrenart- und/oder Kontextangaben und oder zwecks Beeinflussung der Routenauswahl. So kann das Fahrverhalten automatisch, gezielt und besser an Bereiche mit hohem Gefahrenpotential angepasst werden.

[0099] Hierbei können Daten die erfindungsgemäß generiert wurden, z.B. Daten aus der digitalen Gefahrenkarte bzw. mit dem System erkannte und/oder bewertete Gefahrenstellen, insbesondere als Bestandteil des "Operational Design Domain" (ODD: im Sinne von SAE INTERNATIONAL. Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles. SAE international, 2018, 4970. Jg., Nr. 724, S. 1-5) genutzt werden.

[0100] Hierbei können Daten die erfindungsgemäß generiert wurden auch besonders vorteilhaft zur Bestimmung und/oder Optimierung des ODD eines autonom fahrenden Fahrzeugs (AV), insbesondere eines autonom fahrenden Fahrzeugs vom Typ L3+, insbesondere eines unbegrenzten ODD eines L5-AV (vgl. SAE a.a.O.) genutzt werden.

[0101] Eine weitere vorteilhafte Anwendung liegt in der Bereitstellung von Trainings-Datensatzes für das Training eines Machine-Learning-Modells zur Vorhersage potentieller Gefahrenstellen, z.B. zur rekursiven Optimierung bzw. Erweiterung der Abdeckung in der digitalen Gefahrenkarte selbst.

[0102] Das resultierende Machine-Learning-Modell kann insbesondere auch in einer Simulation zur Verkehrsplanung genutzt werden. So können verbesserte Analysetools für Verkehrsplaner bzw. Behörden realisiert werden, welche eine Gefahrensimulation bereits bei der Planung ermöglichen bzw. deutlich verbessern können.

[0103] Die Erfindung betrifft schließlich auch ein Rechnersystem, insbesondere ein Cloud-Rechnersystem, umfassend eine Anordnung mit mindestens einem Prozessor und mindestens einem Speicher, wobei die Anordnung erfindungsgemäß eingerichtet bzw. konfiguriert ist um ein Verfahren auszuführen, mit zumindest den Merkmalen aus Anspruch 1 bzw. aus Anspruch 2 und ggf. auch gemäß einem der davon abhängigen Unteransprüche.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0104] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind ohne Beschränkung des Schutzzumfangs der nachfolgenden, Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels anhand der beiliegenden Figuren zu entnehmen. Hierbei zeigen:

FIG. 1 ein schematisches Grundkonzept zur Datenverarbeitung, insbesondere zur Bestimmung eines sog. Gefahrenscore für ein Verkehrswegenetz;

FIG. 2 zeigt ein Datenflussschema zur datentechnischen Veranschaulichung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Früherkennung von Gefahrenstellen sowie des erfindungsgemäßen Rechnersystems;

FIG. 3 zeigt ein Flussdiagramm bzw. Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Früherkennung und Bewertung von Gefahrenstellen;

FIG. 4 zeigt rein beispielhafte User-Interface Ansichten einer App bzw. Webseite für gefahrenstellenbezogene Nutzereingaben die dem Rechnersystem bzw. Verfahren zugeführt bzw. von diesen erfasst werden; und

FIG. 5 zeigt eine beispielhafte Darstellung einer Gefahrenstellenkarte mit anhand von diskreten Gefahrenlevels angezeigten Gefahrenstellen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG ANHAND DER FIGUREN

[0105] FIG. 1 skizziert das zugrundeliegende Konzept einer Ausführungsform der Erfindung. Diese Ausführungsform sieht als ein Kernmerkmal die Verarbeitung und Analyse von Daten aus drei unabhängigen und unterschiedlichen Datenquellen für eine verkehrswegnetzweite Gefahrenstellenidentifizierung und/oder Gefahrenscore-Berechnung vor. Als erste Datenquelle werden Unfalldaten 1, insbesondere polizeilich und/oder durch Versicherungen registrierte Unfalldaten, herangezogen, die z.B. von den Polizeibehörden über IT-Systeme erfasst werden. Damit sind zumindest schwerwiegendere bereits geschehene Verkehrsunfälle abgedeckt, welche auch verschiedene Verkehrsteilnehmer betreffen können. Aus solchen Unfalldaten 1 allein lässt sich keine Aussage über Gefahrenstellen treffen, bei welchen noch kein Unfall aufgetreten ist. Des Weiteren wird bei leichteren Unfällen häufig die Polizei nicht informiert, sodass diese Unfallstellen in den Statistiken nicht auftauchen, bzw. die Erfassung solcher Unfälle durch Behörden ist nicht vorgeschrieben.

[0106] Eine resultierende Dunkelziffer von Bagatellunfällen sowie auch Beinaheunfälle und sonstige Konfliktsituationen sollen über zwei weitere Datenquellen aufgedeckt werden, nämlich einerseits über Gefahrenmeldungen der Verkehrsteilnehmenden in Form von Nutzereingabedaten 3 sowie über Sensordaten 2 (sog. Impulsdaten), welche aus Kraftfahrzeugen mit geeigneter Sensorik-Ausstattung und/oder von Smartphones, insbesondere bei kritischen Fahrmanövern (z.B. Ausweichen oder starkes Abbremsen) geliefert werden. Für die Generierung von Gefahrenmeldungen aus Nutzereingabedaten 3 wird eine Web-Plattform und/oder eine Smartphone-App bereitgestellt (vgl. FIG.4). Hier können Verkehrsteilnehmende für das gesamte Verkehrsnetz Gefahrenstellen auf einer digitalen Abbildung von Verkehrswegenetzen in Form einer digitalen, interaktiven Karte melden (siehe FIG. 4), kommentieren und bereits erfasste Gefahrenstellen validieren, falsifizieren und/oder bewerten. So können durch "Crowdsourcing" verkehrswegnetzweit Gefahrenstellen identifiziert werden.

[0107] FIG. 2 zeigt ein prinzipielles Datenflussschema, anhand dessen der Ablauf einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Identifizierung einer Gefahrenstelle in einer digitalen Abbildung von Verkehrswegenetzen, bzw. der sog. Gefahrenkarte, erläutert wird. Der Ansatz basiert auf dem in FIG. 1 dargestellten Konzept. Hier sind vier Datenquellen schematisch dargestellt in Form von digitalisierten georeferenzierten Unfalldaten 1, georeferenzierten Sensordaten 2, welche Sensoren generieren die von Verkehrsteilnehmern bzw. Fahrzeugen mitgeführt werden, georeferenzierten und auf potentielle Gefahrenstellen bezogene Nutzereingabedaten 3, sowie optionale, georeferenzierte Kontextdaten 4. Daten aus diesen Quellen 1, 2, 3, 4 werden von . von zumindest einem Rechnersystem z.B. einem Cloud-Computer-System 5 verarbeitet. Georeferenziert bedeutet vorliegend, dass den Daten zumindest eine auf die geographische Position bezogene Information zugeordnet ist, z.B. GPS-Koordinaten oder dgl.

[0108] Die digitalisierten georeferenzierten Unfalldaten 1 werden z.B. in Form einer Datenbank 1 dem Cloud-Computer-System 5 bereitgestellt. Diese georeferenzierten Unfalldaten 1 können vorab durch Behörden, wie z.B. Straßenverkehrsämtern und/oder Polizeibehörden, und/oder z.B. durch Versicherungen und/oder Fahrzeugvermietern erhoben bzw. erfasst worden sein und durch diese zur Verfügung gestellt worden sein, ggf. erfolgt hierzu eine Datenaufbereitung in geeignete vereinheitlichte Formate.

[0109] Die georeferenzierten Sensordaten 2 werden laufend und/oder sporadisch von dem Cloud-Computer-System 5 direkt oder indirekt erfasst, wobei diese georeferenzierten Sensordaten 2 von der Elektronik von am Verkehr teilnehmenden Fahrzeugen und/oder bevorzugt von Geräten, welche Verkehrsteilnehmer, wie z.B. Autofahrer, Fahrradfahrer oder E-Scooter-Fahrer, mitführen, insbesondere Smartphones, Smartwatches, Telematik-Tags, Navigationssysteme, IoT-Devices etc. generiert. Dabei umfassen die Sensordaten 2 (z.B. aus aus Gyroskop, Accelerometer, Magnetometer und Kamerasensoren) Bewegungswerte, insbesondere Beschleunigungswerte, und diesen zugeordnete Positionsangabedaten, z.B. GPS-Koordinaten. Die Sensordaten 2 können z.B. von einem oder mehreren nicht gezeigten Server

erfasst werden, mit welchen das Cloud-Computer-System 5 kommuniziert. Des Weiteren können die Sensordaten 2 bevorzugt Zeitangaben bzw. Zeitstempel umfassen, welche den Zeitpunkt der Datengenerierung angeben. In vorteilhafter Ausführungsform können die Sensordaten 2 auch Information zu dem entsprechenden Verkehrsteilnehmertyp umfassen, die sich inhärent aus der Datenquelle ergibt, z.B. bei einem Kfz-Navigationssystem oder einem Telematik-System, oder durch selbige ergänzt werden z.B. eine Smartphone-APP. Georeferenzierten Sensordaten 2 können laufend, automatisch durch das System gesammelt werden.

[0110] Die georeferenzierten und auf potentielle Gefahrenstellen bezogenen Nutzereingabedaten 3 werden nutzerinitiiert oder systeminitiiert, mit oder ohne direkte Zeitbindung erhoben. Die Nutzereingabedaten 3 können ebenfalls über einen zwischengeschalteten Server (nicht gezeigt), z.B. einen Webserver erfasst werden, mit welchen das Cloud-Computer-System 5 kommuniziert. Die Eingabe kann von Nutzereingabedaten 3 kann durch einen Nutzer initiiert sein. Diese Nutzereingabedaten 3 umfassen subjektive Information zu zumindest einer, zumindest für den Nutzer als solche wahrgenommene, potentielle Gefahrenstelle, die Information umfassend georeferenzierte Positionsangaben, z.B. GPS-Koordinaten der potentiellen Gefahrenstelle und/oder Information bezüglich der Gefahrenart der potentiellen Gefahrenstelle und/oder Information bezüglich einer Relevanz der potentiellen Gefahrenstelle für einen oder mehrere unterschiedliche Verkehrsteilnehmertypen.

[0111] Optionale georeferenzierte Kontextdaten 4 werden automatisch laufend und/oder sporadisch erfasst, wobei die Kontextdaten 4 temporäre Informationen, insbesondere zeitabhängige Information, wie z.B. Wetterdaten und/oder Information zur Verkehrslage und/oder Information zur Jahreszeit umfasst.

[0112] Das Cloud-Computer-System 5 verarbeitet die erfassten georeferenzierten Daten zur Ermittlung einer Gefahrenstelle auf Grundlage der den Daten zugeordneten georeferenzierten Positionsangaben. Wurde eine Gefahrenstelle ermittelt, so erzeugt bzw. ändert das Cloud-Computer-System 5 einen entsprechend Datensatz bzw. ein entsprechendes Datenobjekt in der Gefahrenkarte.

[0113] Weiterhin kann das Cloud-Computer-System 5 georeferenzierte auf eine Gefahrenstelle bezogene Warnmeldung bzw. Warnung 7, auslösen welche von Endgeräten 6, insbesondere wenn diese sich dieser Gefahrenstelle geographisch nähern, empfangen, interpretiert und insbesondere für einen Nutzer z.B. visuell und/oder akustisch ausgegeben werden kann. Die Information aus dem Cloud-Computer-System 5 kann ebenfalls zur Kommunikation mit autonom oder teilautonom fahrenden Fahrzeugen zwecks Beeinflussung des autonomen oder teilautonomen Fahrverhaltens in Abhängigkeit von Gefahrenstellen genutzt werden. Optional kann die Warnung 7 eine Nutzerabfrage auslösen, welche Endgeräte 6 dazu bringt den Nutzer nach einer Verifizierung, Falsifizierung und/oder nach einem Kommentar bezogen auf die Gefahrenstelle zu fragen. Die Nutzerantwort 8 auf eine derartige Nutzerabfrage kann von Endgeräten 6 an das Cloud-Computer-System 5 übermittelt werden, zur Verifizierung, Falsifizierung und/oder Bewertung der Gefahrenstellen. So können Nutzereingabedaten 3 und/oder Nutzerantworten 8 vom Cloud-Computer-System 5 dazu verarbeitet werden, um z.B. durch Sensordaten 2 bereits identifizierte Gefahrenstellen zu überprüfen und/oder um bereits identifizierte Gefahrenstellen zu modifizieren.

[0114] Gemäß einer Realisierung ist vorteilhaft vorgesehen, entsprechend der die Unterscheidung nach Verkehrsteilnehmertyp auch eine angepasste Art der Ausgabe der Information vorgenommen wird: die relevante Information z.B. kann wahlweise an die Verkehrsteilnehmer akustisch, visuell und/oder haptisch übertragen werden. Je nach Verkehrsbeteiligtem kommen hierfür unterschiedlichste Aktoren-Einheiten in Betracht z.B. Smartwatches, Smartphones, Lenkradgriffe, Warntongebler (Klingel/Hupe etc.) Beleuchtung außen am Fahrzeug, Innenbeleuchtung im Fahrzeug usw. Besonders bevorzugt ist insoweit eine vom Verkehrsteilnehmertyp abhängige automatische Einstellung der Ausgabeart und des Ausgabeaktors (z.B. akustisch und haptisch an Fußgänger und Fahrradfahrer per Smartphone), visuell und übertragen. Die Warnung kann auch an andere Verkehrsteilnehmer gerichtet sein und muss nicht den Systemnutzer selbst abzielen (z.B. automatische Fahrradklingel bei Queren eines Fußgängerübergangs).

[0115] FIG. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Identifizierung und Verifizierung einer Gefahrenstelle durch georeferenzierte Informationen aus mehreren unterschiedlichen Datenquellen, insbesondere Unfalldaten 1 und Sensordaten 2 und Nutzereingabedaten 3, jeweils soweit vorhanden.

[0116] Im Ablauf nach FIG.3, ordnet Software in einem ersten Schritt 301 Informationen georeferenzierter Erkennungsdaten, Unfalldaten 1 und/oder Sensordaten 2 und/oder Nutzereingabedaten 3, entsprechend der georeferenzierten Positionsangaben, jeweils einem Segment der digitalen Karte zu.

[0117] Nach der Zuordnung der Informationen folgt in einem zweiten Schritt 302 ein Abgleich der einer georeferenzierten potentiellen Gefahrenstelle zugeordneten Informationen, insbesondere ein Abgleich von Informationen aus zumindest zwei verschiedenen Datenquellen 1, 2, 3. Wird ein vordefinierter Grad an Übereinstimmung der einer potentiellen Gefahrenstelle zugeordneten Informationen, z.B. aus zumindest zwei der drei unterschiedlichen Datenquellen 1, 2, 3, erreicht und/oder hinreichende Teilhäufigkeiten von kritischen Sensordaten 2 und/oder Nutzereingabedaten 3 erreicht und/oder wenn Informationen aus Unfalldaten 1 vorliegen, so kann mit einem dritten Schritt 303 fortgefahren werden. Da Informationen aus Unfalldaten 1 als behördlich validiert angesehen werden können, benötigen diese grundsätzlich keine Überprüfung und können als Grundlage für die Markierung bzw. Identifizierung (bereits bekannter) Gefahrenstellen genutzt werden.

[0118] Im dritten Schritt 303 wird ein Segment der digitalen Gefahrenkarte als Gefahrenstelle identifiziert und mit entsprechenden Daten im Datensatz bzw. Datenobjekt versorgt, u.a. mit einer Relevanzangabe dahingehend für welchen Verkehrsteilnehmertyp eine Gefahr droht, eine Gefahrenartangabe z.B. dahingehend, bei welchem Verkehrsverhalten Gefahr droht und eine Kontextangabe dahingehend, bei welchen Umwelteinflüssen bzw. Verkehrssituationen, an der Gefahrenstelle Gefahr droht. Zur Gewinnung dieser Daten können die Erkennungsdaten 1, 2, 3 und/oder zusätzliche Verkehrswegmetadaten, insbesondere umfassend Information bezüglich Wetterabhängigkeiten, Geschwindigkeitsrichtwertem, zeitabhängigem Verkehrsaufkommen etc. genutzt werden.

[0119] Wird im zweiten Schritt 302 der vordefinierte Grad an Übereinstimmung nicht erreicht und es existieren keine relevanten Unfalldaten 1, so folgt ein weiterer Prüfschritt 303'. Falls z.B. die Informationslage aus Sensordaten 2 oder Nutzereingabedaten 3 zu einem Segment, welchem keine Unfalldaten 1 zugeordnet sind, nicht hinreichend eindeutig ist, kann im Schritt 303' ein besonderer Datenabgleich erfolgen.

[0120] Im Schritt 303' werden insbesondere Nutzereingabedaten 2 und/oder Sensordaten 3 auf einen vordefinierten Grad an Merkmalsübereinstimmung bzw. Merkmalskorrelation untersucht. Das Rechnersystem 5 kann zwecks Früherkennung ein georeferenziertes Segment ohne Unfalldaten 1, als potentielle Gefahrenstelle identifizieren, wenn zu diesem Segment ein Datenabgleich der Sensordaten 3 hinreichende Merkmalsübereinstimmung bzw. Merkmalskorrelation mit Sensordaten 3 eines kritischen Ereignisses aufzeigt, was in einem weiteren Prüfschritt 304' geprüft wird.

[0121] Als Grundlage zum rechentechnischen Prüfen auf Merkmalsübereinstimmung bzw. Merkmalskorrelation kann z.B. durch das Rechnersystem 5 eine im Vorfeld erfolgte Klgestützte Mustererkennung genutzt werden, aufgrund derer eine Klassifizierung aller erfasster georeferenzierter Erkennungsdaten 1, 2, 3 in kritische Ereignisse erfolgt. Zur Mustererkennung kann eine an sich bekannte Technik genutzt werden, z.B. Mustererkennung mittels Dynamic Time Warping, Support Vector Machines, Random Forests und/oder künstlichen Neuronale Netzen (KNN).

[0122] Im Schritt 303' kann auf Grundlage einer so gewonnenen Klassifizierung kann der Datenabgleich von Sensordaten 3 mit entsprechenden Daten zu klassifizieren kritischen Ereignissen erfolgen.

[0123] Ergibt die Abstimmung im Prüfschritt 304' dass hinreichende Merkmalsübereinstimmung bzw. Merkmalskorrelation vorliegt wird das Segment wiederum im dritten Schritt 303 als Gefahrenstelle identifiziert und mit entsprechenden Daten versorgt. Wird im Schritt 304' keine hinreichende Merkmalsübereinstimmung bzw. Merkmalskorrelation festgestellt kann dies z.B. zur Modelloptimierung im Schritt 305' genutzt werden.

[0124] Im dritten Schritt 303 können der georeferenzierten potentiellen Gefahrenstelle zusätzliche Informationen u.a. z.B. aus georeferenzierten Kontextdaten 4 zugeordnet werden. Ergänzend oder alternativ kann im dritten Schritt 303 wird eine Nutzeranfrage generiert, welche zumindest einen Nutzer dazu auffordert die potentielle Gefahrenstelle durch eine Eingabe 4 zu validieren.

[0125] In einem vierten Schritt 304 werden die Daten zum Segment gespeichert und es erfolgt eine Bewertung durch Errechnen eines Gefahrenscore. Hierfür kann der Gefahrenscore berechnet werden, indem dieser in Abhängigkeit einer Gewichtung der Erkennungsdaten ermittelt wird mit jeweils unterschiedlichem Gewicht für Unfalldaten 1, Sensordaten 2 und Nutzereingabedaten 3, insbesondere mit höherem Gewicht von Unfalldaten 1 gegenüber Nutzereingabedaten 3 und/oder höherem Gewicht von Nutzereingabedaten 3 gegenüber Sensordaten 1.

[0126] Nachfolgend kann in einem fünften Schritt 305 die Aktualisierung der Gefahrenkarte erfolgen.

[0127] Eine wichtige Datenquelle des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Nutzereingabedaten 3. Versuche haben gezeigt, dass der Ansatz des sogenannten Crowdsourcings für eine proaktive Erfassung von Gefahrenstellen im Straßenverkehr grundsätzlich genutzt werden kann. Auf einer interaktiven Gefahrenstellenkarte, wie z.B. in FIG. 4 in Form einer App und einer Homepage dargestellt, können Nutzer Gefahrenmeldungen abgeben.

[0128] FIG. 4 zeigt eine Ausführungsform einer digitalen Gefahrenstellenkarte in einer App bzw. einer Homepage zur Generierung von Nutzereingabedaten 3, welche in einem erfindungsgemäßen Verfahren verwendbar ist (siehe FIG. 2 Bezugszeichen 3). Der Nutzer hat die Möglichkeit Information in Form einer Gefahrenrelevanz 401 (Relevanzangabe), einer Gefahrenart 402 (Gefahrenartangabe) sowie der genauen geographischen Position der Gefahrenstelle 405 (Georeferenzierung) anzugeben. Die Gefahrenrelevanz 401 gibt an für welche Verkehrsteilnehmertypen die Gefahrenstelle eine Gefahr darstellt. Des Weiteren bietet die Gefahrenstellenkarte die Möglichkeit auf eine Gefahrenstelle bezogene Kommentartexte 403 sowie Bilder 404 zu hinterlegen, sodass z.B. eine Gefahrenstelle für andere Nutzer nachvollziehbar beschrieben werden kann auch wenn dies z.B. ortsfremd sind und/oder um weitere Hinweise für etwaige Behörden/Ämter anzugeben. Diese Nutzereingabedaten 3 der Gefahrenstellenkarte können dann z.B. von einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens nach FIG. 2 von dem Cloud-Computer-System 5 erhoben werden. Des Weiteren bietet eine Ausführungsform einer Gefahrenstellenkarte die Möglichkeit bereits identifizierte Gefahrenstellen zur Validierung und Modifizierung zu bewerten und/oder fordert einen Nutzer dazu auf eine identifizierte Gefahrenstelle zu validieren (siehe FIG. 2 Bezugszeichen 8). Die Markierung einer Gefahrenstelle durch Nutzereingabe auf der interaktiven Karte läuft z.B. in drei Hauptschritten ab: Zunächst markiert der Verkehrsteilnehmer die entsprechende Stelle auf der Karte und kann dann die Art der Gefahr bestimmen zum Beispiel ob die Stelle unübersichtlich ist oder schlechte Straßenverhältnisse bietet (402). Im zweiten Schritt kann dann ausgewählt werden, für wen die Stelle eine Gefahrenquelle bietet: z.B. Fußgänger, Radfahrer, Motorradfahrer sowie Kraftfahrzeugfahrer (Pkw-, Lkw- oder Busfahrer) und generiert so

eine Gefahrenrelevanz 401 (Relevanzangabe). Im nächsten Schritt kann der genauere Gefahrenauslöser angegeben werden, wie zum Beispiel die unklare Verkehrsführung oder Wildwuchs am Fahrbahnrand. Weiterhin kann in der App bzw. Webseite (nicht gezeigt) vorgesehen sein, dass der Nutzer eine Kontextangabe dahingehend, bei welchen Umwelteinflüssen bzw. Verkehrssituationen, typischerweise an der Gefahrenstelle Gefahr droht.

[0129] FIG. 5 zeigt beispielhaft die mittels eines erfindungsgemäßen Verfahrens ermittelten Gefahrenlevel 502 in einer Gefahrenstellenkarte 500 für ein Stadtgebiet, wobei die ermittelten Gefahrenlevel 502 den Unfallhäufungsstellen 501, die von der Unfallkommission für den gleichen Zeitraum ermittelt wurden, gegenübergestellt sind. Die Gefahrenlevel sind farblich abgestuft: Je dunkler, umso gefährlicher ist ein Abschnitt bzw. ein Knotenpunkt. Die Unfallstellen bzw. Unfallhäufungsstellen sind als Kreise 501 dargestellt. Es ist zu sehen, dass Unfallstellen bzw. Unfallhäufungsstellen 501 nur einen Teil der als gefährlich identifizierten Straßenabschnitte und Knotenpunkte 502 abdecken. Zusätzlich variiert das Gefahrenlevel 503 zwischen 5 Stufen (von 1 bis 5) an den Unfallhäufungen 501. Somit wird nicht nur zwischen dem Vorhandensein einer gefährlichen Stelle und der Abwesenheit einer gefährlichen Stelle differenziert. Auf diese Weise können mit dem Gefahrenscore weitere Informationen über die Verkehrssicherheit ermittelt und für Nutzer ergonomisch dargestellt werden. Neben Gefahrenstellen, die unabhängig von Umfeldfaktoren zu jeder Zeit bestehen, gibt es Gefahrenstellen, die nur in bestimmten Kontextsituationen bestehen, z.B. bei Starkregen, nachts oder bei hoher Verkehrsstärke. Damit Warnungen nur in der entsprechenden Kontextsituation ausgegeben werden, wird die Datenbank mit weiteren Kontextdaten 4 wie Wetterdaten und Verkehrsdaten angereichert. So kann die Gefahrenbewertung mittels Gefahrenscore dynamisch die jeweilige Kontextsituation berücksichtigen und für die jeweiligen Nutzergruppen den optimalen Informationsgehalt vermitteln. Mittels einer, beispielhaft und auszugsweise in FIG. 5 dargestellten, Gefahrenstellenkarte 500 lassen sich die Ergebnisse der durch ein erfindungsgemäßes Verfahren ermittelten Gefahrenlevel 502 verifizieren und zeigen zugleich, dass die Unfalldaten 1 in Form von Unfallhäufungen (Kreis) 501 nicht ausreichen, um möglichst alle gefährlichen Stellen eines Verkehrswegnetzes zu identifizieren. Versuche zeigten, dass die mittels eines erfindungsgemäßen Verfahrens ermittelte Gefahrenkarte unter anderem auch zur Früherkennung struktureller Gefahren im Straßenverkehr geeignet ist.

Bezugszeichenliste

FIG.1-3		304'	zweiter Prüfschritt
1	Unfalldaten	305'	Optimierungsschritt
2	Sensordaten	FIG.4	
3	Nutzereingabedaten	401	Gefahrenrelevanz (Relevanzangabe)
4	Kontextdaten		
5	Cloud-Computer-System	402	Gefahrenart (Gefahrenartangabe)
6	Endgeräte	403	Kommentartext
7	Warnung	404	Bild
8	Nutzerantwort	405	Position der Gefahrenstelle (Georeferenzierung)
FIG.3		FIG.5	
301	erster Schritt	500	Gefahrenstellenkarte
302	zweiter Schritt	501	Unfallhäufungsstelle
303	dritter Schritt	502	Straßenabschnitt/ Knotenpunkt
304	vierter Schritt	503	Gefahrenlevel
305	fünfter Schritt		
303'	erster Prüfschritt		

Patentansprüche

1. Computergestütztes Verfahren zur frühzeitigen Erkennung von strukturellen Gefahrenstellen im Straßenverkehr anhand einer digitalen Verkehrswegnetz-Abbildung mittels eines Rechnersystems, das Verfahren umfassend die folgenden Schritte:

- Bereitstellen einer digitalen kartenartigen Abbildung von mindestens einem Verkehrswegnetz, insbesondere umfassend Infrastrukturdaten, wobei die kartenartige Abbildung in einen Rechnerspeicher des Rechnersystems ladbar ist bzw. geladen wird;
- Unterteilen der kartenartigen Abbildung in eine Vielzahl georeferenzierter Segmente von Verkehrswegen durch das Rechnersystems;
- Bereitstellen von digitalisierten georeferenzierten Unfalldaten, umfassend statistische Unfalldaten, insbeson-

- dere in Form zumindest einer Datenbank, welche durch das Rechnersystem verarbeitbar sind;
- Datenerheben, insbesondere durch das Rechnersystem, von georeferenzierten Nutzereingabedaten bezogen auf potentielle Gefahrenstellen;
 - Datenerfassen, insbesondere durch das Rechnersystem, von georeferenzierten Sensordaten bezogen auf Bewegungsmerkmale von Verkehrsteilnehmern, insbesondere basierend auf Beschleunigungsmesswerten, welche von Sensoren generierbar sind bzw. generiert werden, die von Verkehrsteilnehmern oder Fahrzeugen mitgeführt werden;
 - Zuordnen von Unfalldaten, Nutzereingabedaten und Sensordaten zu Segmenten, entsprechend jeweils diesen Daten zugehöriger Georeferenzierung, durch das Rechnersystem, sodass Segmente der kartenartigen Abbildung zugeordnete Erkennungsdaten, jeweils umfassend Unfalldaten, Sensordaten und/oder Nutzereingabedaten, aufweisen;
 - wobei das Rechnersystem zumindest für Segmente mit Erkennungsdaten zu diesen Erkennungsdaten jeweils eine Auswertung, umfassend mindestens eine Häufigkeitsermittlung und/oder einen Datenabgleich, durchführt und wobei das Rechnersystem zwecks Früherkennung ein georeferenziertes Segment mit Erkennungsdaten, welchem keine Unfalldaten zugeordnet sind, als potentielle Gefahrenstelle identifiziert,
 - wenn diesem Segment mit vorbestimmter Häufigkeit Nutzereingabedaten und Sensordaten zugeordnet worden sind;
 - und/oder
 - wenn zu diesem Segment ein Datenabgleich von Nutzereingabedaten und/oder Sensordaten einen vordefinierten Grad an Merkmalsübereinstimmung bzw. Merkmalskorrelation aufzeigt; und
 - wobei das Rechnersystem als Gefahrenstelle identifizierte Segmente in der kartenartigen Abbildung kennzeichnet und diesen vorzugsweise einen rechentechnisch ermittelten Gefahrenscore zuordnet.

2. Computergestütztes Verfahren zur Ermittlung eines Gefahrenscores einer georeferenzierten, strukturellen Gefahrenstelle in einer digitalen Verkehrswegnetz-Abbildung, insbesondere eines gemäß dem Verfahren nach Anspruch 1 als Gefahrenstelle identifizierten Segments, durch zumindest ein Rechnersystem, das Verfahren umfassend zumindest:

- Datenerheben von georeferenzierten Nutzereingabedaten bezogen auf potentielle Gefahrenstellen;
- Zuordnen von bereitgestellten georeferenzierten Unfalldaten, erhobenen georeferenzierten Nutzereingabedaten und erfassten georeferenzierten Sensordaten zu Segmenten, entsprechend jeweils diesen Daten zugehöriger Georeferenzierung, durch das Rechnersystem, sodass Segmente der kartenartigen Abbildung zugeordnete Erkennungsdaten, jeweils umfassend Unfalldaten, Sensordaten und/oder Nutzereingabedaten, aufweisen;
- rechentechnisches Ermitteln eines Gefahrenscores für Segmente der kartenartigen Abbildung mit zugeordneten Erkennungsdaten durch Bewerten dieser Erkennungsdaten,
 - wobei der Gefahrenscore eines georeferenzierten Segments mit Erkennungsdaten, welchem keine Unfalldaten zugeordnet sind, in Abhängigkeit von zugeordneten Nutzereingabedaten ermittelt, insbesondere validiert bzw. relativ erhöht wird;
 - und/oder
 - wobei der Gefahrenscore in Abhängigkeit einer Gewichtung der Erkennungsdaten ermittelt wird mit jeweils unterschiedlichem Gewicht für Unfalldaten, Sensordaten und Nutzereingabedaten, insbesondere mit höherem Gewicht von Unfalldaten gegenüber Nutzereingabedaten und/oder höherem Gewicht von Nutzereingabedaten gegenüber Sensordaten;
- Zuordnen jeweils ermittelter Gefahrenscores zu den Segmenten mit zugeordneten Erkennungsdaten.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die bewegungsbezogenen Sensordaten ein Typmerkmal umfassen, welches angibt, von welchem Verkehrsteilnehmertyp die Sensordaten stammen und eine Unterscheidung von zumindest zwei verschiedenen Verkehrsteilnehmertypen, insbesondere Kraftfahrzeugen und Zweirädern, ermöglicht; und/oder zumindest für Segmente mit Erkennungsdaten zu diesen Erkennungsdaten, insbesondere zu Sensordaten mit Typmerkmal, jeweils eine informatische Mustererkennung, insbesondere KI-gestützte Mustererkennung, durchgeführt wird und eine Klassifizierung in kritische Ereignisse erfolgt, insbesondere durch das Rechnersystem, und

der Datenabgleich von Nutzereingabedaten und/oder Sensordaten mit entsprechenden Daten zu klassifizieren kritischen Ereignissen erfolgt,

wobei insbesondere das Rechnersystem zwecks Früherkennung ein georeferenziertes Segment mit Erkennungsdaten, welchem keine Unfalldaten zugeordnet sind, als potentielle Gefahrenstelle identifiziert, wenn zu diesem Segment ein Datenabgleich der Sensordaten hinreichende Merkmalsübereinstimmung bzw. Merkmalskorrelation mit Sensordaten eines kritischen Ereignisses aufzeigt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Gefahrenstelle identifizierten Segmenten jeweils ein Datenobjekt zugeordnet wird, welches zumindest einen rechentechnisch ermittelten Gefahrenscore umfasst, wobei das Datenobjekt vorzugsweise weiterhin umfasst:

- zumindest eine Relevanzangabe dahingehend für welchen bzw. welche von mehreren verschiedenen Verkehrsteilnehmertypen, insbesondere Fußgänger, Radfahrer oder Kraftfahrzeugführer, eine Gefahr droht, wobei die Relevanzangabe vorzugsweise aus den zugeordneten Erkennungsdaten bestimmt wird; und/oder

- zumindest eine Gefahrenartangabe dahingehend, bei welchem Verkehrsverhalten, welcher Situation und/oder zwischen welchen Verkehrsteilnehmern an der Gefahrenstelle Gefahr droht, wobei die Gefahrenartangabe vorzugsweise aus den zugeordneten Erkennungsdaten bestimmt wird; und/oder

- zumindest eine Kontextangabe dahingehend, bei welchen Umwelteinflüssen bzw. Verkehrssituationen, an der Gefahrenstelle Gefahr droht, wobei die Kontextangabe vorzugsweise bestimmt wird aus den zugeordneten Erkennungsdaten und/oder aus zusätzlichen Verkehrswegmetadaten, insbesondere umfassend Information bezüglich Wetterabhängigkeiten, Geschwindigkeitsrichtwertem, zeitabhängigem Verkehrsaufkommen oder dgl.; und/oder

wobei jedes einer Gefahrenstelle zugeordnete Datenobjekt mehrere teilnehmertypenspezifische Gefahrenscores aufweist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, insbesondere nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**

das rechentechnische Ermitteln eines Gefahrenscores jeweils teilnehmertypenspezifisch bzw. in Abhängigkeit des Verkehrsteilnehmertyps erfolgt, und jeder ermittelte Gefahrenscore genau einem von mehreren vordefinierten Verkehrsteilnehmertypen zugeordnet wird; und/oder

die Gefahrenscores mit dem Segment bzw. Datenobjekt mehrdimensional auf teilnehmertypenspezifischen Achsen verknüpft sind; und/oder

das Datenerheben von georeferenzierten Nutzereingabedaten bezogen auf potentielle Gefahrenstellen laufend und/oder sporadisch über eine Internet-Schnittstelle des Rechnersystems erfolgt, welche mit mindestens einem Server, insbesondere Webserver, verbunden ist, der eine Nutzerschnittstelle für Nutzereingabedaten bereitstellt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Unterteilen der kartenartigen Abbildung in eine Vielzahl georeferenzierter Segmente ein variables Unterteilen in Segmente unterschiedlicher geographische Länge umfasst, insbesondere in Abhängigkeit von Verkehrsweginfrastruktur und/oder in Abhängigkeit von zugeordneten Erkennungsdaten und/oder in Abhängigkeit identifizierter Gefahrenstellen, sodass eine hinreichende örtliche Diskriminierung von Gefahrenstellen erfolgt; und/oder das Zuordnen von Unfalldaten, Sensordaten und Nutzereingabedaten zu einzelnen Segmenten das Ermitteln eines geographischen Abstands zwischen den Erkennungsdaten aus deren Georeferenzierung umfasst und die Zuordnung auf Grundlage relativer Abstände erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Datenerfassen Sensordaten

basierend auf Beschleunigungsmesswerten aus unterschiedlichen Quellen erfasst werden, insbesondere Sensordaten eines ersten Typs, welche aus Sensorwerten aus der Fahrzeugausrüstung, insbesondere Fahrzeugsensorik bzw. Telematikausrüstung, von Fahrzeugen, insbesondere von Kraftfahrzeugen, generiert werden, sowie zumindest Sensordaten eines zweiten Typs, welche aus Sensorwerten von Beschleunigungssensoren in von Verkehrsteilnehmern mitgeführten, tragbaren Mobilgeräten, insbesondere Smartphones, generiert werden; und/oder die Sensordaten vorzugsweise mit Zeitstempeln versehen sind, wobei die Zeitstempel beim Datenabgleich hinsichtlich eines vordefinierten Grads an Merkmalsübereinstimmung bzw. an Merkmalskorrelation genutzt werden, insbesondere dahingehend ob die Zeitstempel innerhalb eines vordefinierten Zeitbereichs voneinander zeitlich beabstandet sind oder tageszeitbezogen korrelieren.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, insbesondere nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** georeferenzierten Sensordaten durch eine anwendungsspezifische Smartphone-Applikation zur Erkennung von potentiellen Gefahrenstellen bereitgestellt werden, wobei

- 5 - die Smartphone-Applikation vorzugsweise eingerichtet ist, potentiell sicherheitskritische Ereignisse zu erkennen, insbesondere auf Grundlage einer Überschreitung von Beschleunigungsschwellwerten, und georeferenzierte Sensordaten lediglich zu potentiell sicherheitskritischen Ereignissen bereitstellt, wobei die bereitgestellten Sensordaten vorzugsweise Informationen zum Bewegungsverhalten innerhalb eines Zeitfensters um das sicherheitskritische Ereignis enthalten; und/oder
- 10 - die Smartphone-Applikation eine Schnittstelle für georeferenzierte Nutzereingabedaten bezogen auf potentielle Gefahrenstellen bereitstellt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- 15 - die Smartphone-Applikation bei Erkennung eines potentiell sicherheitskritischen Ereignisses entsprechenden Sensordaten zugehörige GPS-Koordinaten zur Georeferenzierung, sowie vorzugsweise zumindest einen Zeitstempel zuordnet und mit den Sensordaten dem Rechnersystem übermittelt;
- die Smartphone-Applikation, insbesondere bei Erkennung eines potentiell sicherheitskritischen Ereignisses und/oder bei Erkennung örtlicher Nähe zu einem als potentielle Gefahrenstelle identifizierten Segments, den Nutzer zur Eingabe von Nutzereingabedaten auffordert, umfassend zumindest eine Bestätigung hinsichtlich des Bestehens einer Gefahrenstelle, vorzugsweise weiterhin zur Eingabe einer Relevanzangabe bzgl. betroffener Verkehrsteilnehmertypen und/oder einer Gefahrenartangabe und/oder einer Kontextangabe und die Nutzereingaben als Nutzereingabedaten mit den Sensordaten dem Rechnersystem übermittelt; und/oder
- 20
- die Smartphone-Applikation auf Grundlage eines mittels integrierten Beschleunigungssensor ermittelten Bewegungsprofils zu einem potentiell sicherheitskritischen Ereignis eine Relevanzangabe bzgl. betroffener Verkehrsteilnehmertypen bereitstellt und mit den Sensordaten dem Rechnersystem übermittelt.
- 25

10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** rechentechnisches Ermitteln eines Gefahrenscores für eine identifizierte Gefahrenstelle durch Berechnen, wobei das Berechnen eine Gewichtung von georeferenziert zugeordneten Sensordaten unter Verwendung vordefinierter Gewichtungsfaktoren umfasst, und wobei vorzugsweise zumindest einige georeferenzierte Sensordaten eines ersten Typs in Abhängigkeit eines vordefinierten Grades an Übereinstimmung mit Merkmalen georeferenziert zugeordneter Nutzereingabedaten und/oder weiteren georeferenziert zugeordneten Sensordaten eines zweiten Typs gewichtet werden;

30

und/oder

35 rechentechnisches Ermitteln eines Gefahrenscores für eine identifizierte Gefahrenstelle durch Berechnen, wobei das Berechnen die Verarbeitung mittels einer KI, insbesondere unter Anwendung eines neuronalen Netztes und/oder Mustererkennung durch das zumindest eine Rechnersystem, unter Berücksichtigung ereignisbezogener Merkmale der Infrastrukturdaten, umfasst.

40 11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 4, **gekennzeichnet durch** rechentechnisches Bestimmen zumindest einer Gefahrenartangabe zu jeder identifizierten Gefahrenstelle, wobei die Gefahrenartangabe aus Informationen von dem Segment zugeordneten Infrastrukturdaten und/oder Sensordaten und/oder Unfallmeldungen und/oder Nutzereingabedaten, vorzugsweise aus einer Kombination von Informationen aus zumindest zwei verschiedenen dieser Daten bestimmt wird.

45 12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet durch**

- Zuordnen eines Gefahrenlevels aus einer Anzahl diskreter Gefahrenlevel zu jedem Gefahrenscore, wobei jedem Gefahrenlevel ein vordefinierter Wertebereich des Gefahrenscores zugeordnet ist; und/oder
- 50 - rechentechnisches Ermitteln mehrerer Gefahrenscores für eine identifizierte Gefahrenstelle in Abhängigkeit jeweiliger Relevanzangaben dahingehend für welchen bzw. welche von mehreren verschiedenen Verkehrsteilnehmertypen, insbesondere Fußgänger, Radfahrer oder Kraftfahrzeugführer, eine Gefahr droht und Zuordnen eines jeweiligen Gefahrenscores zu verschiedenen Verkehrsteilnehmertypen.

55 13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet durch**

- schrittweises Aktualisieren der in der digitalen Abbildung von Verkehrswegenetzen umfassten Daten, insbesondere der Gefahrenscores, wenn eine vorbestimmte Menge weiterer Sensordaten erfasst und/oder eine

vorbestimmte Menge weiterer Nutzereingabedaten erhoben wurde; und/oder
- durch angepasste Datenerfassung von georeferenzierten Sensordaten, bezogen auf das Bewegungsverhalten eines Verkehrsteilnehmers, insbesondere mit erhöhter Sensitivität bzw. Intensität, bei Erkennung örtlicher Nähe des Verkehrsteilnehmers zu einem bereits als potentielle Gefahrenstelle identifizierten Segments.

5

14. Rechnersystem, insbesondere Cloud-Rechnersystem, umfassend eine kartenartige digitale Verkehrswegnetz-Abbildung, welche gemäß einem Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 13 als Gefahrenstellen identifizierte Segmente mit Gefahrenscore aufweist.

15. Verfahren zur Erzeugung von gefahrenstellenbezogenen Warnmeldungen an Verkehrsteilnehmer, wobei mit dem Rechnersystem nach Anspruch 14 kommunizierende Endgeräte, insbesondere Smartphones und/oder Navigationsgeräte, bei Erkennung örtlicher Nähe zu einem als Gefahrenstelle identifizierten Segment eine Warnmeldung ausgeben, insbesondere eine Warnmeldung umfassend eine Relevanzangabe und/oder Gefahrenartangabe und/oder eine Kontextangabe.

15

16. Verwendung des Rechnersystems nach Anspruch 14

- zur Ermittlung verkehrstechnisch sicherer Routenoptionen in einem Navigationssystem, insbesondere ergänzend zu vom Navigationssystem ermittelten schnellen und/oder ökologischen Routenoptionen; oder
- zur Kommunikation mit autonom oder teilautonom fahrenden Fahrzeugen zwecks Beeinflussung des autonomen oder teilautonomen Fahrverhaltens in Abhängigkeit von Gefahrenstellen, insbesondere unter Berücksichtigung von Relevanz- und/oder Gefahrenart- und/oder Kontextangaben und oder zwecks Beeinflussung der Routenauswahl; oder
- zur Bestimmung und/oder Optimierung des ODD eines autonom fahrenden Fahrzeugs (AV), insbesondere eines autonom fahrenden Fahrzeugs vom Typ L3+, insbesondere in einem unbegrenzten ODD eines L5-AV; oder
- zur Bereitstellung eines Datensatzes für das Training eines Machine-Learning-Modells zur Vorhersage potentieller Gefahrenstellen, wobei das Machine-Learning-Modell insbesondere zur Optimierung der kartenartigen digitale Verkehrswegnetz-Abbildung und/oder in einer Simulation zur Verkehrsplanung genutzt wird.

20

25

30

35

40

45

50

55

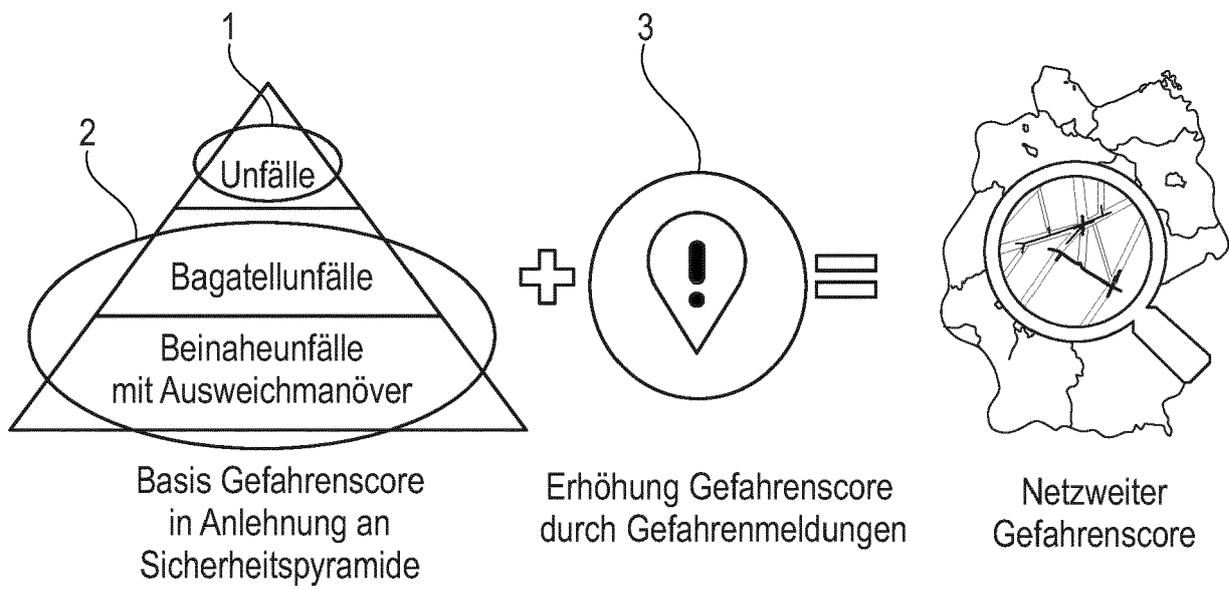


Fig. 1

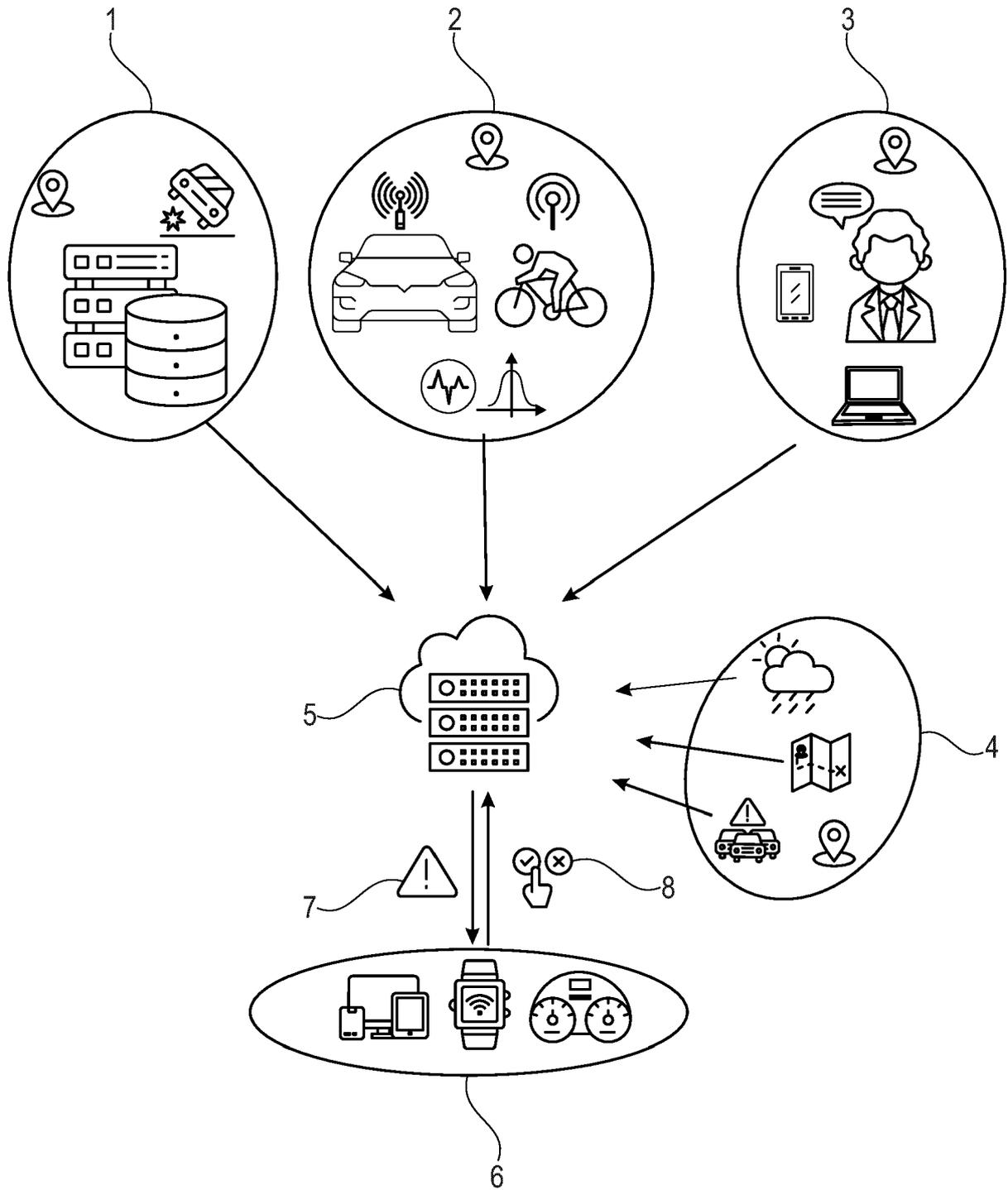


Fig. 2

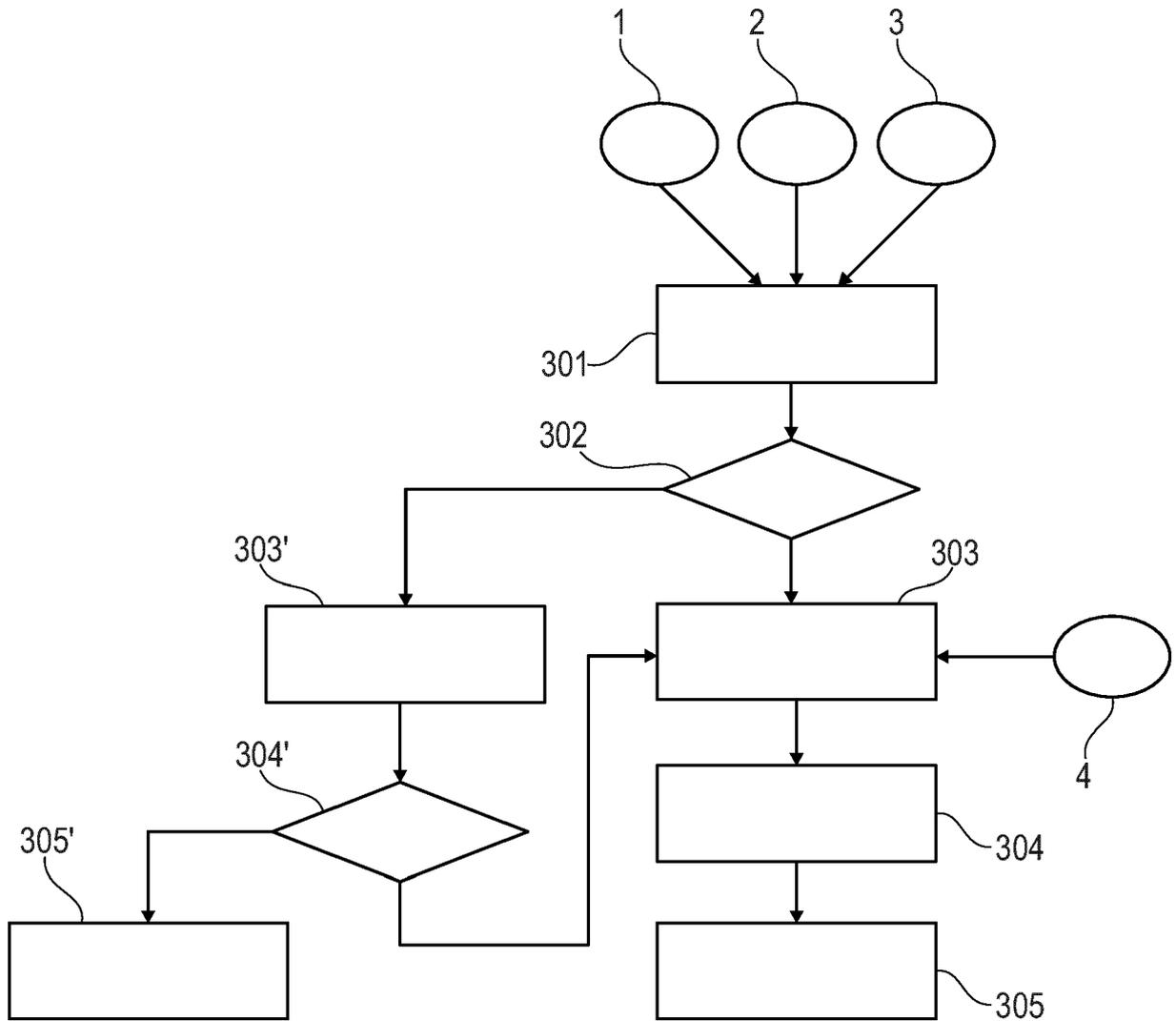


Fig. 3

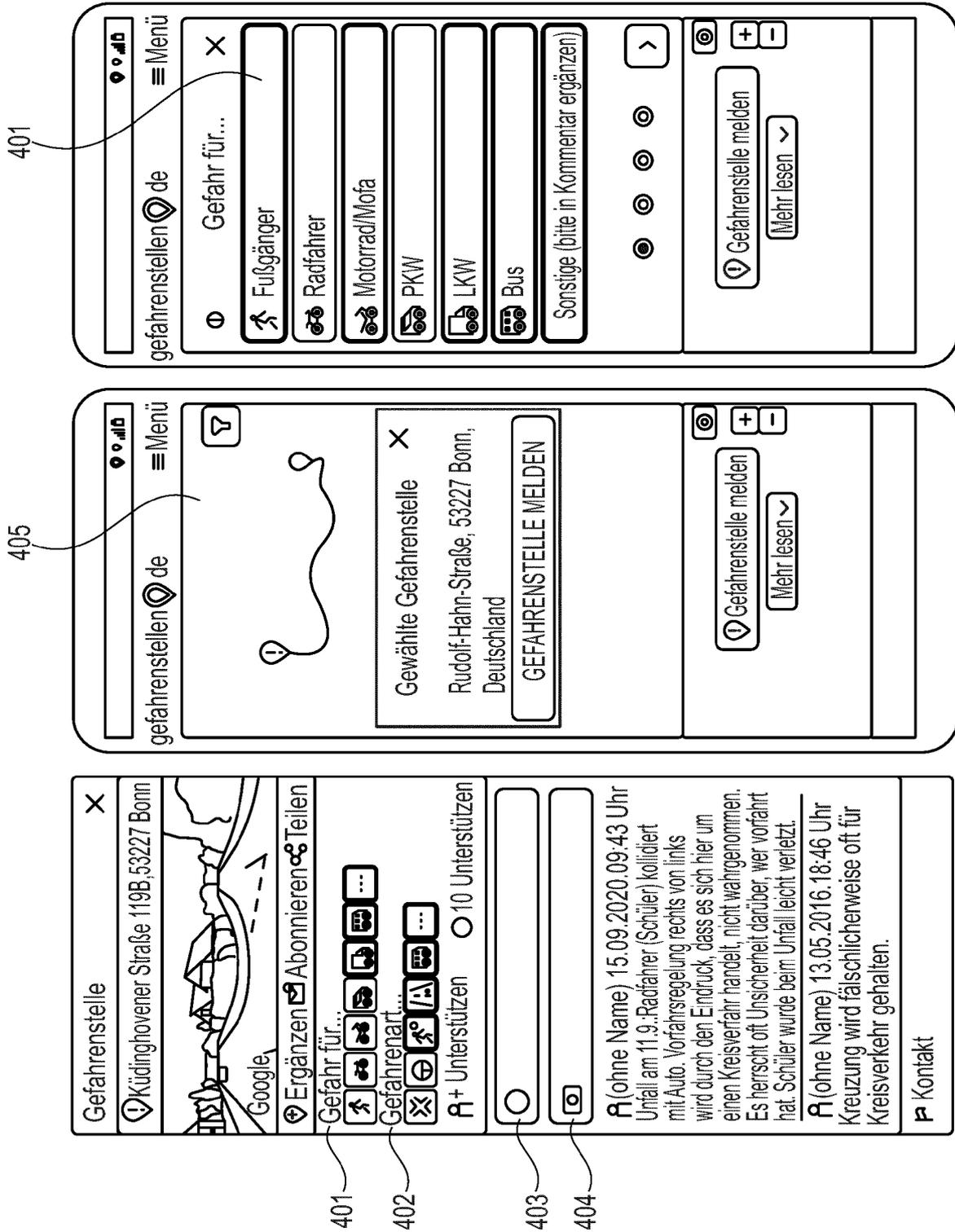


Fig. 4

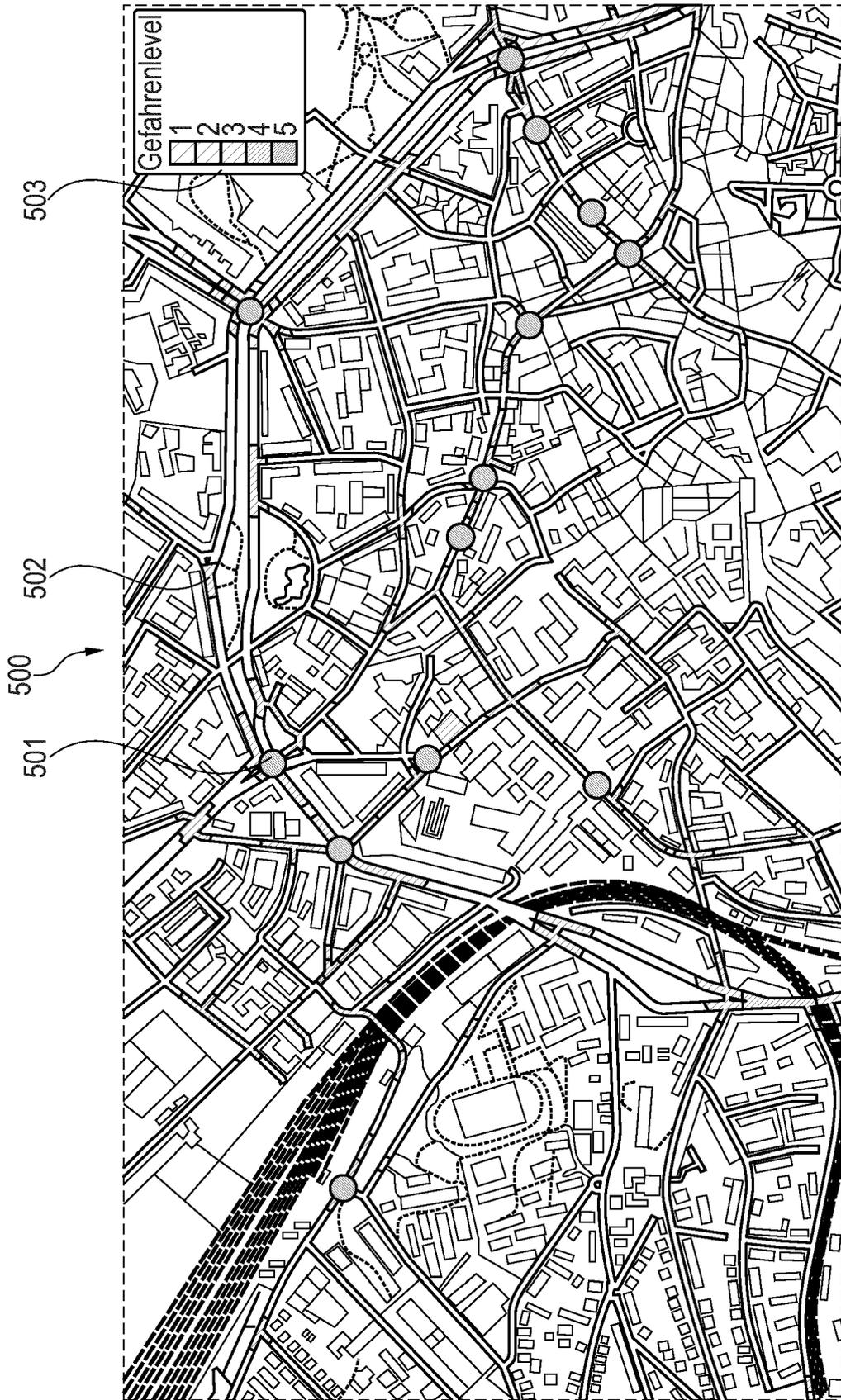


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 16 1919

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04-C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2019 203405 A1 (AUDI AG [DE]) 16. April 2020 (2020-04-16)	1-5, 10-16	INV. G08G1/01
Y	* Absätze [0001], [0002], [0005], [0007] - [0009], [0018] - [0020], [0024] - [0026], [0027], [0030] - [0039], [0041], [0044], [0052] *	6-9	G08G1/0967
Y	US 2017/241791 A1 (MADIGAN REGINA [US] ET AL) 24. August 2017 (2017-08-24) * Absätze [0007], [0045], [0047], [0060] *	6	
A	DE 10 2020 108531 A1 (DAIMLER AG [DE]) 20. August 2020 (2020-08-20) * Absätze [0006], [0010] *	1-16	
A	US 2016/379485 A1 (ANASTASSOV ANTON [NL] ET AL) 29. Dezember 2016 (2016-12-29) * Absätze [0043], [0060], [0112] *	1-16	
A	DE 10 2010 055370 A1 (DAIMLER AG [DE]) 21. Juni 2012 (2012-06-21) * Absätze [0009] - [0013], [0022], [0023] *	1-16	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC) G08G
A	DE 10 2019 209294 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 25. Juni 2020 (2020-06-25) * Absätze [0030], [0033] *	1-16	
Y	US 2021/181753 A1 (LIKHTERMAN ALEKSANDR [US] ET AL) 17. Juni 2021 (2021-06-17) * Absätze [0031], [0037], [0059], [0075] *	7-9	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 7. Juli 2023	Prüfer Fagundes-Peters, D
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 23 16 1919

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

07-07-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102019203405 A1	16-04-2020	KEINE	
US 2017241791 A1	24-08-2017	CA 3015235 A1	31-08-2017
		EP 3420313 A1	02-01-2019
		US 2017241791 A1	24-08-2017
		WO 2017146790 A1	31-08-2017
DE 102020108531 A1	20-08-2020	CN 115362483 A	18-11-2022
		DE 102020108531 A1	20-08-2020
		EP 4128187 A1	08-02-2023
		US 2023137142 A1	04-05-2023
		WO 2021191051 A1	30-09-2021
US 2016379485 A1	29-12-2016	KEINE	
DE 102010055370 A1	21-06-2012	KEINE	
DE 102019209294 A1	25-06-2020	KEINE	
US 2021181753 A1	17-06-2021	US 10915105 B1	09-02-2021
		US 2021181753 A1	17-06-2021
		US 2023185305 A1	15-06-2023

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102020108531 A1 [0009] [0035]
- DE 102019203405 A1 [0010] [0035]
- WO 2017146790 A1 [0013]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **B. RYDER ; A. DAHLINGER et al.** Spatial prediction of traffic accidents with critical driving events - Insights from a nationwide field study. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2019, vol. 124, ISSN 0965-8564, 611-626 [0007]
- Operational Design Domain. **BESTANDTEIL.** Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles. SAE international, 2018, vol. 4970, 1-5 [0099]