(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 816 960 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.05.2021 Patentblatt 2021/18

(51) Int Cl.:
G08G 1/01 *(2006.01)* ***G08G 1/015*** *(2006.01)*
G08G 1/14 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **19206161.2**

(22) Anmeldetag: **30.10.2019**

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

(71) Anmelder: **Deutsche Telekom AG**
53113 Bonn (DE)

(72) Erfinder:
- **Dr. Lehmann, Heiko**
  12587 Berlin (DE)
- **Bietz, Theo**
  50937 Köln (DE)
- **Dr. Hetzer, Dirk**
  12683 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Braun-Dullaeus Pannen Emmerling**
Patent- & Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Platz der Ideen 2
40476 Düsseldorf (DE)

(54) **VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR VERFÜGBARKEITSPROGNOSE VON PARKPLÄTZEN**

(57) Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen, umfassend die folgenden mittels einer Recheneinheit durchgeführten Schritte:
- eine Verkehrsstrukturanalyse, bei der aus Zellen eines Zellengitters signifikante Zellen auf Grundlage eines durch Verkehrsdaten aus einem ersten Zeitraum gebildeten statischen Datensatzes ausgewählt werden;
- eine Berechnung, bei der auf Grundlage eines durch Verkehrsdaten der signifikanten Zellen aus einem zweiten Zweitraum gebildeten Echtzeit-Datensatzes für zumindest eine der Zellen des Zellengitters eine statistische Parkplatzsituation ermittelt wird, und
- bei der auf Grundlage eines durch Sensordaten der Zellen aus einem dritten Zeitraum gebildeten Sensor-Datensatzes für zumindest eine der Zellen des Zellengitterseine Sensorparkplatzsituation ermittelt wird; und
- eine Wahrscheinlichkeitsprognose, bei der auf Grundlage der statistischen Parkplatzsituation und der Sensorparkplatzsituation für zumindest eine der Zellen des Zellengitters eine Prognose an verfügbaren Parkplätzen durchgeführt wird.

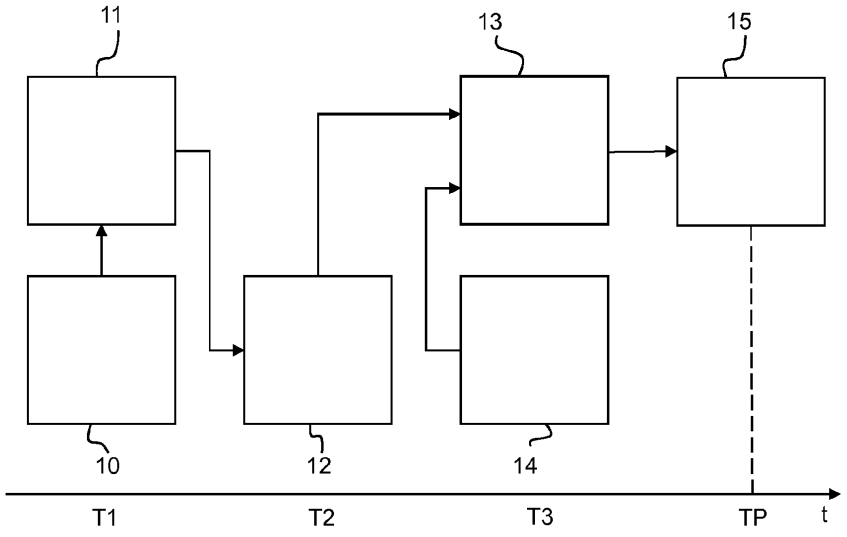

Fig. 2

EP 3 816 960 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen, insbesondere die Prognose von nichtkommerziellen Kfz-Parkplätzen, respektive "on-street" Parkplätzen, in urbanen Verkehrsräumen auf Basis von Mobilfunkdaten und weiteren Datensätzen. Zudem betrifft die Erfindung auch eine Anordnung zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen, die zur Durchführung des Verfahrens ausgebildet ist. Im Übrigen betriff die Erfindung ein auf einem mobilen Endgerät basierendes Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen, sowie ein zur Ausführung des Verfahrens vorgesehenes mobiles Endgerät und ein Computerprogrammprodukt.

[0002] Aufgrund zunehmender Restriktion und Bewirtschaftung, sowie wegen des erhöhten Verkehrsaufkommens sind nichtkommerzielle PKW-Parkplätze, die sogenannten "on-street" Parkplätze, in Innenstädten zu einer knappen Ressource geworden. Parksuchverkehre belasten die Umwelt und beeinträchtigen die Lebensqualität. So werden etwa 30 Prozent des innerstädtischen Verkehrs wird durch die Parkplatzsuche verursacht. Dabei produzieren Autofahrer pro Suche etwa 1,3 bis 1,5 kg CO2. Die Wahrscheinlichkeit, ohne dedizierte Applikation auf einem persönlichen Smartphone ("App") einen freien Parkplatz zu finden, liegt bei rund 30 Prozent. Mit Parkplatzsuchfunktionen erhöht sie sich auf rund 80 Prozent. Die Verfügbarkeit von Parkplätzen wird in einem gewünschten Bereich pro StraßenSegment angezeigt und eine App navigiert in einigen Städten den Fahrer auf direktem Wege dorthin. Die Nutzung von Mobilfunkdaten zur Parkplatzprognose lässt sich auf den gesamten Mobilfunkbereich eines oder verschiedener Mobilfunkprovider ausdehnen.

[0003] Verfügbaren Prognosedienste können in zwei Klassen eingeteilt werden: erstens die deterministischen Prognosen und zweites die wahrscheinlichkeitsbasierten Prognosen.

[0004] In die erste Klasse der deterministischen Prognosen fallen alle Erfassungen dedizierter Parkplätze über direkt zugewiesene Sensoren oder äquivalente Zustandserfassungen. Diese Art der Erfassung kommt insbesondere in bewirtschafteten Parkräumen (z.B. Parkhäusern) zum Einsatz. Über Portalanbindungen kann ein Belegungsbild der betrachteten Parkplätze direkt und online generiert werden. Diese Systeme verlangen erhebliche Investitionen.

[0005] Die zweite Klasse der wahrscheinlichkeitsbasierten Prognosen beruht auf statistischen Auswertungen und Modellen. Hierfür muss eine statistische Gesamtheit von Messwerten vorliegen, die eine Signifikanz sicherstellt und so eine Wahrscheinlichkeitsinterpretation erlaubt. In Erweiterung der klassischen mathematischen Statistik kommen auch Werkzeuge des sogenannten "Machine Learning" zum Einsatz, also mathematische Algorithmen, die aus großen Datensätzen Regeln oder Klassifikatoren ableiten können. Statistische Methoden kommen insbesondere zum Einsatz, wenn eine direkte Refinanzierung von Sensorausrüstung nicht möglich ist, beispielsweise im freien Parken am Straßenrand. Ein mögliches statische Verfahren ist beispielsweise die Erzeugung von Tagesgängen, wobei bezogen auf eine örtliche Einheit (z.B. Straßensegment, Stadtquartier) über einen längeren Zeitraum für einen vierundzwanzigstündigen Tagesverlauf in geeigneten Zeitintervallen (z.B. alle 10 Minuten, viertelstündlich, stündlich) die Parkraumverfügbarkeit erfasst wird. Die Vorhersage besteht dann auf der Annahme, dass wenn zu einem bestimmten Tageszeit an einem bestimmten Ort in der Vergangenheit mit hinreichender Konfidenz eine bestimmte Wahrscheinlichkeit für einen verfügbaren/freien Parkplatz bestanden hat, auch an einem anderen Tag in der Zukunft zu dieser Tageszeit ein freier Parkplatz zu finden ist.

[0006] Beim Machine Learning liegt beispielsweise ein Datensatz vor, der bestimmten Situationen eine Wahrscheinlichkeitsinterpretation zuweist. Zudem liegen Datenquellen vor, die einen inhärenten Bezug zur Parkraumbelegungssituation haben (z.B. Spurdaten von Fahrzeugbewegungen, Kameradaten, Kalenderdaten, Ultraschallsensoren, selektive Bodensensoren, etc.). Die Werkzeuge des Maschinellen Lernens erzeugen nun eine Abbildung dieser Daten auf die verifizierte Situation, das sogenannte Trainieren. Für die Anwendung zur Ausführungszeit wird das trainierte Modell auf die aktuelle Datenlage angewandt und so eine Prognose generiert.

[0007] Zum Machine Learning sind im vorliegenden Kontext folgende Eigenschaften wichtig. Die Art und Weise, wie im Machine Learning eine Klassifikation von Input-Daten vorgenommen wird, bleibt immer opak; eine direkte Interpretation versagt sich. Daraus folgt, dass explizit verfügbares Wissen immer eine höhere Qualität besitzt als algorithmisch-statistische Schlüsse. Des weiteren haben Verfahren des Machine Learning Schwierigkeiten mit der Berücksichtigung von Daten auf verschiedenen Zeitskalen; dies betrifft im vorliegenden Kontext die Gegenüberstellung von validierten Tagesgängen (s.o.) und kurzfristigen Phänomenen (z.B. 15 min). Wird die Grundgesamtheit nicht richtig gewählt, werden Scheingenauigkeiten auf der Kurzfristskala erzeugt.

[0008] Aufgabe der zugrundeliegenden Erfindung ist es ein Verfahren für die Prognose von verfügbaren Parkplätzen zur Verfügung zu stellen, das besonders effizient ist, bzw. geringe Systemkosten aufweist, wobei die Genauigkeit der Prognose für verfügbare Parkplätze möglichst hoch ist und schnell mit möglichst geringem Rechenaufwand ermittelt wird. Zudem ist es Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung zur Verfügung zu stellen, die das Verfahren ausführen kann. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein auf einem mobilen Endgerät basierendes Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen zur Verfügung zu stellen, das effizient, präzise und schnell ist. Hinzu kommt die Zurverfügungstellung eines zur Ausführung des Verfahrens vorgesehen mobilen Endgerätes und eines entsprechenden Compu-

terprogrammprodukts.

[0009] Die vorliegende Erfindung löst diese Aufgabe durch ein Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen, umfassend die folgenden mittels einer Recheneinheit durchgeführten Schritte:

- eine Verkehrsstrukturanalyse, bei der aus Zellen eines Zellengitters signifikante Zellen auf Grundlage eines durch Verkehrsdaten aus einem ersten Zeitraum gebildeten statischen Datensatzes ausgewählt werden;
- eine Berechnung, bei der auf Grundlage eines durch Verkehrsdaten der signifikanten Zellen aus einem zweiten Zweitraum gebildeten Echtzeit-Datensatzes für zumindest eine der Zellen des Zellengitters eine statistische Parkplatzsituation, insbesondere eine statistische Parkplatzwahrscheinlichkeit, ermittelt wird, und
- bei der auf Grundlage eines durch Sensordaten der Zellen aus einem dritten Zeitraum gebildeten Sensor-Datensatzes für zumindest eine der Zellen des Zellengitters eine Sensorparkplatzsituation, insbesondere eine Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit, ermittelt wird; und
- eine Wahrscheinlichkeitsprognose, bei der auf Grundlage der statistischen Parkplatzsituation, insbesondere der statistischen Parkplatzwahrscheinlichkeit, und der Sensorparkplatzsituation, insbesondere der Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit, für zumindest eine der Zellen des Zellengitters eine Prognose an verfügbaren Parkplätzen durchgeführt wird.

[0010] Bei der Verkehrsstrukturanalyse werden aus der Gesamtheit der Zellen des Zellengitters die Zellen ausgewählt, die eine vergleichsweise hohe statistische Signifikanz haben. Auf Grundlage der signifikanten Zellen lässt sich mit einer hinreichenden statistischen Sicherheit eine Prognose für die anderen Zellen des Zellengitters erstellen. Beispielsweise hat sich gezeigt, dass für eine Stadt, die ein Zellengitter mit 250 Zellen aufweist, lediglich 9 signifikante Zellen ausreichen, um für alle Zellen des Zellengitters mit hinreichender Genauigkeit eine Prognose für die Parkplatzwahrscheinlichkeit zu erstellen. Die Berechnung der statistischen Parkplatzsituation wird auf Grundlage des Echtzeit-Datensatzes durchgeführt, wobei für den Echtzeit-Datensatz ausschließlich die Verkehrsdaten der signifikanten Zellen herangezogen werden. Da die Anzahl der signifikanten Zellen des Zellengitters deutlich geringer ist als die Anzahl aller Zellen des Zellengitters, müssen für die Bestimmung des Echtzeit-Datensatzes deutlich weniger Verkehrsdaten registriert und verarbeitet werden. Dies führt vorteilhafterweise zu einer erheblichen Steigerung der Effizienz und damit zur Reduzierung von Systemkosten. Beispielsweise konnten in einem Test durch das zugrundeliegende Verfahren die Systemkosten für die Bereitstellung von Verkehrsdaten in Form von Mobilfunkdaten um 90% reduziert werden. Insbesondere konnten die Systemkosten reduziert werden, weil die Anzahl der erforderlichen Zugriffe einer auf einem mobilen Endgerät befindlichen Anwendung auf einen Server, der sogenannten "API Calls", durch das Verfahren geringer ist.

[0011] Die einzelnen Schritte werden auf Grundlage unterschiedlicher Datensätze durchgeführt, so dass die Verkehrsstrukturanalyse unabhängig von der Berechnung der statistischen Parkplatzsituation und/oder der Sensorparkplatzsituation durchgeführt werden kann. Auf diese Weise lassen sich die verfügbaren Rechnerressourcen bedarfsgerecht einteilen. Für die Verkehrsstrukturanalyse kann beispielsweise ein längerer erster Zeitraum als Grundlage für den statischen Datensatz verwendet werden, ohne dass sich die rechenaufwendige Verkehrsstrukturanalyse negativ auf die Rechenzeit der Berechnung der statistischen Parkplatzsituation oder der Sensorparkplatzsituation auswirkt. Für die Berechnung der statistischen Parkplatzsituation wird demgegenüber der Echtzeit-Datensatz verwendet, der deutlich weniger Informationen enthält, weil er zum einen nur die Verkehrsdaten der signifikanten Zellen enthält und der zweite Zeitraum kürzer gewählt werden kann. Vorteilhafterweise wird dadurch weniger Rechenleistung und/oder Rechenzeit benötigt, so dass auch auf Grundlage eines kurz vor dem Prognosezeitpunkt gewonnenen Echtzeit-Datensatzes die statistische Parkplatzsituation mit hinreichender Genauigkeit ermittelt werden kann.

[0012] Für die Wahrscheinlichkeitsprognose wird die auf Grundlage des Echtzeit-Datensatzes ermittelte statistische Parkplatzsituation in Kombination mit der Sensorparkplatzsituation verwendet. Die Sensorparkplatzsituation wird anhand eines Sensor-Datensatzes ermittelt, der auf Sensordaten der Zellen des Zellengitters basiert. Der Sensor-Datensatz wird unabhängig von den anderen Datensätzen erstellt und repräsentiert eine direkte Messung der Parkplatzsituation. Die Sensordaten haben den Vorteil, dass sie unmittelbar auswertbar sind und keiner aufwendigen statistischen Berechnung bedürfen, so dass der Sensor-Datensatz relativ aktuell ist, also kurz vor dem Prognosezeitpunkt vorliegt. Durch die Kombination der statistischen Parkplatzsituation mit der Sensorparkplatzsituation lässt sich vorteilhafterweise eine höhere Genauigkeit bei der Prognose an verfügbaren Parkplätzen erzielen.

[0013] Bevorzugt wird für zumindest eine Zelle des Zellengitters ausgehend von den signifikanten Zellen auf Grundlage des Echtzeit-Datensatzes eine statistische Parkplatzwahrscheinlichkeit ermittelt. Die statistische Parkplatzwahrscheinlichkeit entspricht einer statistisch signifikanten Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein freier Parkplätze. Zudem wird bevorzugt für zumindest eine Zelle des Zellengitters auf Grundlage des Sensor-Datensatzes ein Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit ermittelt. Diese Werte geben die Wahrscheinlichkeit für einen freien/verfügbaren Parkplatz an. Vorzugsweise werden jeweils für eine Zelle die jeweilige statistische Parkplatzwahrscheinlichkeit und die jeweilige Sensorpark-

platzwahrscheinlichkeit ermittelt und für die Prognose verwendet.

[0014] Eine bevorzuge Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass bei der Verkehrsstrukturanalyse die Zellen des Zellengitters auf Grundlage des statischen Datensatzes identifiziert werden. Besonders bevorzugt wird die Größe, Form und/oder Position der Zellen anhand der Fahrzeugdichte, Straßendichte und/oder Parkplatzdichte bestimmt. Beispielsweise wird das Bezugsgebiet des statischen Datensatzes in eine Vielzahl von Zellen eines Zellengitters aufgeteilt, wobei die Zellen in Größe, Form und/oder Position variieren können. Insbesondere werden die Zellen so definiert, dass sie das Bezugsgebiet des statischen Datensatzes ohne Überlappungen möglichst vollständig abdecken. Die Identifizierung der Zellen des Zellengitters erfolgt vor der Auswahl der signifikanten Zellen. Vorteilhafterweise wird dadurch die Genauigkeit und die Effizienz der Prognose erhöht, weil die Zellen bereits so definiert werden können, dass bestimmte Zellen eine höhere statistische Signifikanz aufweisen. Bevorzugt weise die Zellen des Zellengitters einen Durchmesser vom 50 bis 5000 Metern auf, besonders bevorzugt 150 bis 2500 Meter.

[0015] Eine weitere bevorzugte Ausführung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Auswahl der signifikanten Zellen anhand einer Hauptkomponentenanalyse des statischen Datensatzes erfolgt. Diese entspricht einer Dimensionsreduktion. Bei der Hauptkomponentenanalyse handelt es sich um ein bekanntes statistisches Verfahren zur Strukturierung von umfangreichen Datensätze, indem eine Vielzahl statistischer Variablen durch eine geringere Zahl möglichst aussagekräftiger Linearkombinationen (den "Hauptkomponenten") genähert wird. Die Auswahl der signifikanten Zellen anhand einer Hauptkomponentenanalyse hat den Vorteil, dass dadurch bekannte und bewährte Algorithmen zur Auswertung des statischen Datensatzes angewendet wenden können.

[0016] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung werden zur Verkehrsstrukturanalyse explizite Rahmenbedingungen, bzw. explizites Modelwissen, mit einer statistischen Auswertung verknüpft. Beispiele für explizites Modellwissen, respektive explizite Rahmenbedingungen, im betrachteten Sachgebiet städtischer Verkehrsflüsse sind:

- Fahrzeuge können (in einem statistisch relevanten Sinn; Unfälle oder Diebstähle fallen hier nicht ins Gewicht) weder erzeugt noch vernichtet werden. Dies bedeutet, dass bei geeigneter Wahl von Bezugsgebiet und Zeitintervall die Gesamtbilanz der Fahrzeuge Null ist (also alle Pendler im Mittel zu ihren Wohnungen zurückkehren oder alle Büroarbeitsplätze im Mittel abends verlassen werden).
- Fahrzeug, die aus einem Betrachtungsgebiet herausfahren, müssen in ein benachbartes Betrachtungsgebiet einfahren.
- Die Veränderung von Verkehrsstärken ist in einem statistischen Sinne stetig, Sprungverhalten von entsprechenden mathematischen Funktionen treten in der Realität nicht auf.
- Die Transportkapazität eines Straßensegments hat eine obere Grenze, die beispielsweise durch die geltende Höchstgeschwindigkeit, eine mittlere Fahrzeuglänge und den mittleren Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug gegeben ist.
- Der am Straßenrand verfügbare freie Parkraum (sofern nicht explizit bekannt oder über Verkehrsregelung eingeschränkt) hat eine berechenbare obere Grenze.

Durch die Verwendung von expliziten Rahmenbedingungen können bei der Identifizierung der Zellen und der Auswahl der signifikanten Zellen örtliche Gegebenheiten der Zellen berücksichtigt werden, so dass die Genauigkeit der Prognose erhöht wird.

[0017] Eine weitere Ausführung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der statische Datensatz und der Echtzeit-Datensatz auf Verkehrsdaten basieren, die aus Mobilfunkdaten gewonnen werden. Die Mobilfunkdaten basieren auf einer Gesamtheit von mobilen Endgeräten, insbesondere auf einer statistisch relevanten Stichprobe. Die Lokalisierung von mobilen Endgeräten, die entweder durch explizite GPS-Positionierung oder über die Einbuchung in Mobilfunkzellen erfolgt, ermöglicht ein sehr genaues Bild der Mobilitätsmuster in einem betrachteten Gebiet. Vorzugsweise wird die hohe Ereignisdichte von mobilfunkbasierten Datensätzen genutzt, um ein besonders akkurates Abbild der Verkehrssituation zu generieren. Auf Grundlage von Mobilfunkdaten lassen sich insbesondere Spurpfade der Endgeräte erzeugen, wobei diese Pfade mit geeigneten statistischen Filtern analysierbar sind. Besonders bevorzugt werden Verkehrsteilnehmer anhand ihrer Bewegungscharakteristik identifiziert werden. Auch lassen sich nach Parkplätzen suchende Fahrzeuge anhand ihres Beschleunigungs- und Abbremsverhaltens identifizieren. Vorteilhafterweise wird durch die hohe Ereignisdichte von Mobilfunkdaten die Genauigkeit der statistischen Berechnung erhöht. Die Nutzung von Mobilfunkdaten zur Parkplatzprognose lässt sich auf den gesamten Mobilfunkbereich eines oder verschiedener Mobilfunkprovider ausdehnen. Der statische Datensatz und der Echtzeit-Datensatz können jeweils auf mehreren Datensätzen beruhen. Insbesondere können Mobilfunkdaten für die Datensätze von unterschiedlichen Mobilfunkprovidern stammen.

[0018] Eine weitere Ausführung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der statische Datensatz offline vorliegt, d.h. auf Verkehrsdaten eines vorgelagerten ersten Zeitraums beruht, die bereits auf einem Speichermedium abgespeichert sind, und nicht erst noch unmittelbar vor dem Prognosezeitpunkt aufgenommen werden. Besonders bevorzugt umfasst der statistische Datensatz ein Bezugsgebiet, welches durch die Zellen des Zellengitters vollständig abgedeckt ist. Vorteilhaferweise können so bereits vorhandene Verkehrsdaten verwendet

werden, um die Verkehrsstrukturanalyse durchzuführen - eine langwierige Aufzeichnung von Verkehrsdaten entfällt. Somit erlaubt die Erfindung eine Kombination struktureller off-line Analyse mit Echtzeitdaten.

[0019] Eine weitere Ausführung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der Sensor-Datensatz auf Grundlage von Sensoren erstellt, die parkplatzrelevante Ereignisse registrieren, insbesondere wird ein Belegungsbild erzeugt. Bei den Sensoren handelt es sich beispielsweise um Bodensensoren, fahrzeugbasierte Sensoren, Abstandmeter, Kameras und/oder Infrastruktursensoren. Durch die kostengünstige und massenhafte Anbindung von Sensorinfrastrukturen können immer mehr Bereiche des Öffentlichen Lebens immer flächendeckender analytisch erfasst werden, darunter auch das Umfeld der kraftfahrzeuggebundenen Mobilität. Sensordaten sind zu unterscheiden in ortsfeste Einheiten, die Parkplatzbelegungen an einem Ort registrieren und mobilen Sensoren (z.B. in Kraftfahrzeugen verbauten), die eine Parkraumbelegung am Straßenrand erfassen. Beispielsweise wird der Sensor-Datensatz von einem Drittanbieter erstellt und zur weiteren Verwendung zur Verfügung gestellt.

[0020] Eine weitere Ausführung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Zeiträume auf denen die Datensätze basieren, unterschiedlich sind, wobei der erste Zeitraum des statischen Datensatzes vor dem zweiten Zeitraum des Echtzeit-Datensatzes und dem dritten Zeitraum des Sensor-Datensatzes liegt. Bevorzugt liegt der zweite Zeitraum des Echtzeit-Datensatzes zudem vor dem dritten Zeitraum des Sensor-Datensatzes. Vorzugsweise weisen die Zeiträume unterschiedliche zeitliche Größenordnungen auf, wobei insbesondere der erste Zeitraum des statischen Datensatzes Jahre vor dem Prognosezeitpunkt aufgezeichnet worden ist und Verkehrsdaten von Jahren berücksichtigt. Bevorzugt beginnt der erste Zeitraum ein bis zwei Jahre vor dem Prognosezeitpunkt und umfasst einen Zeitraum von mehreren Monaten, idealerweise einem Jahr, um saisonale Schwankungen im Verkehrsgeschehen statistisch zu erfassen. Der zweite Zeitraum des Echtzeit-Datensatzes beginnt bevorzug 1,5 bis 5Stunden vor dem Prognosezeitpunkt, besonders bevorzugt zwei bis drei Stunden, und umfasst einen Zeitraum von mindestens einer Stunde, um eine statistisch validierte Aussage über die Verkehrsbilanzen in den betrachteten Zellen zu erhalten. Der dritte Zeitraum des Sensor-Datensatzes beginnt bevorzugt 1 bis 15 Minuten vor dem Prognosezeitpunkt, besonders bevorzugt 5 bis 10 Minuten, und erhebt das aktuelle Bild der Sensordaten für das betrachtete Verkehrsgebiet, respektive Bezugsgebiet. Es hat sich herausgestellt, dass sich bei diesen Werten für die Zeiträume vorteilhafterweise eine möglichst präzise Prognose erzielen lässt.

[0021] Eine weitere Ausführung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass bei der Wahrscheinlichkeitsprognose eine geeignete mathematische Kombination aus der statistischen Parkplatzwahrscheinlichkeit und der Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit gebildet wird. Bevorzugt ist die Prognose an verfügbaren Parkplätzen für eine Zelle der geeignet gewichtete Mittelwert der statistischen Parkplatzwahrscheinlichkeit und der Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit ist. Vorteilhafterweise wird dadurch mit wenig Rechenaufwand eine Korrektur/Anpassung der statistischen Berechnung durch tatsächlich vorliegende Sensordaten erreicht.

[0022] Eine weitere Ausführung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass das Verfahren eine Maschinenlernfunktion aufweist, bei der einer bestimmten Sensorparkplatzsituation eine bestimmte statistische Parkplatzsituation zugeordnet wird, insbesondere wobei die Verkehrsstrukturanalyse, die Berechnung und/oder die Wahrscheinlichkeitsprognose angepasst/korrigiert werden. Vorteilhaferweise wird durch eine Maschinenlernfunktion die Genauigkeit der Prognose verbessert. In einer beispielhaften Ausprägung der Erfindung beinhaltet die Maschinenlernfunktion die Abbildung eines Vektors von gemessenen Sensordaten an wenigen expliziten Orten zu einem Zeitpunkt auf die wahrscheinliche Parkplatzbelegungssituation zum selben Zeitpunkt für das gesamte betrachtete Verkehrsgebiet. Diese Abbildung fungiert dann als weiterer, nunmehr mathematisch erzeugter Datensatz für die zuvor beschriebene Datenfusion.

[0023] Eine weitere Ausführung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass bei der Wahrscheinlichkeitsprognose ein Korrekturfaktor verwendet wird, wenn ein systematischer Unterschied zwischen der statistischen Parkplatzwahrscheinlichkeit und der Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit vorliegt. Beispielsweise wird bei der Mittelwertbildung die statistische Parkplatzwahrscheinlichkeit mit einem Korrekturfaktor multipliziert, wenn die statistische Parkplatzwahrscheinlichkeit systematisch von der Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit abweicht. Bevorzugt ist der Korrekturfaktor variabel und wird in Abhängigkeit der Differenz zwischen den Wahrscheinlichkeiten angepasst.

[0024] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird zudem durch eine Anordnung zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen gelöst, umfassend:

- eine Speichereinheit, die dazu ausgebildet ist einen durch Verkehrsdaten aus einem ersten Zeitraum gebildeten statischen Datensatz zu speichern;
- eine Echtzeitdatenverarbeitungseinheit, die dazu ausgebildet ist durch Verkehrsdaten signifikanter Zellen aus einem zweiten Zweitraum einen Echtzeit-Datensatz zu bestimmen;
- eine Sensorkommunikationseinheit, die dazu ausgebildet aus Sensordaten aus einem dritten Zeitraum einen Sensor-Datensatz zu bestimmen; und eine
- Rechnereinheit, die dazu ausgebildet ist die Verfahrensschritte des vorgenannten Verfahrens auszuführen.

[0025] Die Anordnung ist dazu ausgebildet, das vorgenannte Verfahren durchzuführen. Dafür weist die Anordnung eine Speichereinheit für den statischen Datensatz, eine Echtzeitverarbeitungseinheit für den Echtzeit-Datensatz und eine Sensorkommunikationseinheit für den Sensor-Datensatz auf. Die Rechnereinheit ist dafür vorgesehen die Verfahrensschritte, die auf Grundlage der Datensätze durchgeführt werden, auszuführen. Mittels der Echtzeitverarbeitungseinheit werden die Mobilfunkdaten der signifikanten Zellen aus dem zweiten Zeitraum ausgewertet, um den Echtzeit-Datensatz zu bestimmen. Die Sensorkommunikationseinheit erhält die Sensordaten von den Sensoren, die parkplatzrelevante Ereignisse messen, beispielsweise Bodensensoren, fahrzeugbasierte Sensoren, Abstandmeter, Kameras und/oder Infrastruktursensoren. Aus den Sensordaten wird mittels der Sensorkommunikationseinheit der Sensor-Datensatz bestimmt. Die Recheneinheit ermittelt auf Grundlage der Datensätze die statistische Parkplatzsituation, insbesondere die statistische Parkplatzwahrscheinlichkeit, und die Sensorparkplatzsituation, insbesondere die Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit. Die Einheiten der Anordnung können räumlich getrennt voneinander angeordnet sein oder eine räumliche Einheit bilden. Vorzugsweise ist die Recheneinheit ein Server auf dem die Verfahrensschritte ausgeführt werden und mit dem die anderen Einheiten kommunizieren.

[0026] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird im Übrigen durch ein Computerprogrammprodukt gelöst, das bei der Ausführung des Programms durch eine Anordnung diese veranlasst, die Schritte des zuvor beschriebenen Verfahrens auszuführen. Durch das Computerprogrammprodukts wird die Anordnung mit der Speichereinheit, der Echtzeitdatenverarbeitungseinheit, der Sensorkommunikationseinheit und der Rechnereinheit so gesteuert, dass diese die Verkehrsstrukturanalyse, die Berechnung der statistischen Parkplatzsituation und der Sensorparkplatzsituation sowie die Wahrscheinlichkeitsprognose für zumindest eine Zelle des Zellengitters ausführt.

[0027] Die Aufgabe der zugrundeliegenden Erfindung wird zudem durch ein Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen gelöst, welches die folgenden mittels der Rechnereinheit und eines mobilen Endgerätes durchgeführten Schritte umfasst:

- Kommunikation des mobilen Endgerätes mit der Recheneinheit der zuvor beschriebenen Anordnung;
- Übermittlung von der Prognose an verfügbaren Parkplätzen für zumindest eine der Zellen des Zellengitters von der Recheneinheit zum mobilen Endgerät;
- Verwendung der Prognose an verfügbaren Parkplätzen für zumindest eine der Zellen des Zellengitters zur Wiedergabe einer Parkplatzsituation und/oder zur Navigation eines Nutzers des mobilen Endgerätes.

[0028] Das Verfahren basiert darauf, das ein mobiles Endgerät mit der zuvor beschriebenen Anordnung kommuniziert, wobei die von der Anordnung bestimmte Prognose für verfügbare Parkplätze für zumindest einer Zelle an das mobile Endgerät übermittelt wird. Die Prognose wird vom mobilen Endgerät verwendet, um die Parkplatzsituation wiederzugeben und/oder eine Navigation zu einem verfügbaren/freien Parkplatz durchzuführen. Beispielsweise wird für die Zellen in der sich das mobile Endgerät befindet und für benachbarte Zellen die jeweilige Prognose für verfügbare Parkplätze in Form eines nummerischen Wertes oder einer Farbskalierung angezeigt. Anhand dieser Information kann der Nutzer des mobilen Endgerätes die Zellen finden, in denen er am wahrscheinlichsten einen freien Parkplatz bekommt. Die Prognose kann aber beispielsweise auch von einer Navigationseinheit verwendet werden, wobei die Navigationseinheit den Nutzer automatisch zu der Zelle führt, in der der Nutzer am wahrscheinlichsten einen freien Parkplatz bekommt. Das mobile Endgerät kann beispielsweise ein Smartphone, ein Tablet, ein Navigationsgerät oder eine Kfz-Bordelektronik, beispielsweise ein Head-Up-Display, sein.

[0029] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird zudem durch ein weiteres Computerprogrammprodukt gelöst, das bei der Ausführung des Programms durch ein mobiles Endgerät dieses veranlasst, die Schritte des unmittelbar zuvor beschriebenen Verfahrens auszuführen.

[0030] Beispielsweise ist das Computerprogrammprodukt eine App, die auf dem mobilen Endgerät ausgeführt wird und dazu führt, dass das mobile Endgerät mit der Recheneinheit der Anordnung kommuniziert, wobei die Prognose für verfügbare Parkplätze an das mobile Endgerät übermittelt wird. Die übermittelte Prognose wird von der App verwendet, um die Parkplatzsituation wiederzugeben und/oder eine Navigation zu einem verfügbaren/freien Parkplatz durchzuführen.

[0031] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren erläutert:

Fig. 1a: zeigt eine schematische Darstellung eines durch Zellen gebildeten Zellengitters,

Fig. 1b: zeigt eine schematische Darstellung einer Zelle eines Zellengitters.

Fig. 2: zeigt schematisch die von einer Recheneinheit durchgeführten Verfahrensschritte zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen und die Datensätze auf denen diese basieren,

Fig. 3: zeigt eine schematische Darstellung einer Anordnung mit der Recheneinheit, die dazu eingerichtet ist das in Fig. 2 dargestellte Verfahren auszuführen, und

Fig. 4: zeigt schematisch die von einem mobilen Endgerät durchgeführten Verfahrensschritte zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen.

[0032] Nachfolgend werden Merkmale der vorliegenden Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsformen erläutert. Die vorliegende Offenbarung ist dabei nicht auf die konkret genannten Merkmalskombinationen beschränkt. Vielmehr lassen sich die hier genannten Merkmale beliebig zu erfindungsgemäßen Ausführungsformen kombinieren, sofern dies nachfolgend nicht ausdrücklich ausgeschlossen ist.

[0033] In Fig. 1a sind Zellen 1 eines Zellengitters 2 dargestellt. Durch die Zellen 1 des Zellengitters 2 ist ein bestimmtes Bezugsgebiet abgedeckt, wobei es sich bei beispielsweise um eine Stadt, ein Land oder einen wie auch immer definierten Verkehrsraum handeln kann. Die Zellen 1 können eine unterschiedliche Größe oder Form aufweisen. Die dargestellte Wabenform ist nur ein Beispiel. Bevorzugt decken die Zellen 1 des Zellengitters 2 das betreffende Bezugsgebiet vollständig ab, insbesondere ohne eine Überlappung von benachbarten Zellen 1. Wie in Fig. 1b dargestellt, repräsentiert eine Zelle 1 einen ausgewählten Bereich des Bezugsgebietes, in dem sich beispielsweise Parkplätze 4 und Straßen 5 befinden. In der Zellen 1 befinden diverse Verkehrsteilnehmer, beispielsweise Fahrzeuge 6a, 6b oder Fußgänger 6c. Durch Mobilfunkdaten der Verkehrsteilnehmer 6a, 6b, 6c lässt sich deren Position in Abhängigkeit von der Zeit entweder durch explizite GPS-Positionierung oder über die Buchung in Mobilfunkzellen ermitteln. Beispielsweise ist für die Verkehrsteilnehmer 6a, 6b, 6c eine Spurbildung möglich, wobei ein Pfad des entsprechenden Endgerätes als Datensatz vorliegt. Durch die große Anzahl an mobilen Endgeräten ergibt sich ein genaues Bild des Mobilitätsmusters in dem Bezugsgebiet. Auf Grundlage der Mobilfunkdaten der Verkehrsteilnehmer 6a, 6b, 6c als Verkehrsdaten, lässt sich eine wahrscheinlichkeitsbasierte Prognose für die Verfügbarkeit von Parkplätzen erstellen. Für die Parkplatzprognose werden idealerweise nur Mobilfunkdaten von Kraftfahrzeugen oder von in Fahrzeugen befindlichen mobilen Endgeräten genutzt. Der Datensatz wird entsprechend vorher in die unterschiedlichen Arten von Verkehrsteilnehmern aufgeteilt/gesplittet.

[0034] Eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen ist in Fig. 2 schematisch dargestellt. Das Verfahren basiert auf einer Verkehrsstrukturanalyse 11, einer Berechnung 13 und einer Wahrscheinlichkeitsprognose 15. Diese Verfahrensschritte werden auf Grundlage von unterschiedlichen Datensätzen 10, 12, 14 durchgeführt. Durch die mit t gekennzeichneter Zeitachse ist die zeitliche Abfolge der Durchführung der einzelnen Verfahrensschritte 10, 12, 14 dargestellt, wobei die Wahrscheinlichkeitsprognose 15 zum Prognosezeitpunkt TP stattfindet. Die Zeitachse ist nicht skalengetreu.

[0035] Die Verkehrsstrukturanalyse 11 wird auf Grundlage eines statischen Datensatzes 10 durchgeführt. Der statische Datensatz 10 basiert auf Verkehrsdaten aus einen ersten Zeitraum T1, wobei Verkehrsdaten aus allen Zellen 1 des Zellengitters 2 zugrunde gelegt werden. Der erste Zeitraum T1 liegt lange vor dem Prognosezeitpunkt TP und berücksichtigt Verkehrsdaten, die über längere Zeit aufgezeichnet worden. Vorzugsweise beginnt der erste Zeitraum T1 ein bis zwei Jahre vor dem Prognosezeitpunkt und umfasst einen Zeitraum von mehreren Monaten, idealerweise einem Jahr. Somit wird die Verkehrsstrukturanalyse 11 auf Grundlage eines Datensatzes erstellt, der eine hohe statistische Aussagekraft aufweist. Auf diese Weise werden saisonale Schwankungen im Verkehrsgeschehen statistisch erfasst.

[0036] Bei der Verkehrsstrukturanalyse 11 werden auf Grundlage des statischen Datensatzes 10 aus den Zellen 1 Zellengitters 2 signifikante Zellen 3 ausgewählt. Die signifikanten Zellen 3 weisen eine vergleichsweise hohe statistische Signifikanz auf, so dass sich auf Grundlage der signifikanten Zellen 3 eine statistische Prognose für anderen Zellen 1 Zellengitters 2 mit hinreichender statistischer Sicherheit erstellen lässt. Die Auswahl der signifikanten Zellen 3 erfolgt anhand einer Hauptkomponentenanalyse des statischen Datensatzes 10.

[0037] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung werden bei der Verkehrsstrukturanalyse 11 die Zellen 1 Zellengitters 2 auf Grundlage des statischen Datensatzes 10 identifiziert. Die Identifizierung der Zellen 1 erfolgt dabei vor der Auswahl der signifikanten Zellen 3. Im Rahmen der Identifizierung der Zellen 1 des Zellengitters 2 wird die Größe, Form und/oder Position der Zellen 1 festgelegt, wobei dieser anhand der Fahrzeugdichte, Straßendichte und/oder Parkplatzdichte erfolgt. Beispielsweise weisen Zellen 1 in Ballungsräumen eine geringere Größe auf, als Zellen 1 in ländlichen Räumen. Die Zellen 1 werden vorzugsweise so definiert, dass sie sich nicht überlappen und das betrachtete Bezugsgebiet möglichst vollständig abdecken.

[0038] Für die Berechnung 13 werden ein Echtzeit-Datensatz 12 und ein Sensor-Datensatz 14 verwendet.

[0039] Der Echtzeit-Datensatz 12 ist durch Verkehrsdaten der signifikanten Zellen 3 gebildet, wobei die Verkehrsdaten aus einem zweiten Zeitraum T2 herangezogen werden. Für den Echtzeit-Datensatz 12 werden Verkehrsdaten herangezogen, die kurz vor dem Prognosezeitpunkt TP liegen und über eine vergleichsweise kurze Zeit aufgezeichnet worden sind. Bevorzugt beginnt der zweite Zeitraum T2 zwei bis drei Stunden vor dem Prognosezeitpunkt und umfasst einen Zeitraum von mindestens einer Stunde.. Als Verkehrsdaten fungieren die Mobilfunkdaten der Verkehrsteilnehmer, die sich in dem zweiten Zeitraum T2 in den signifikanten Zellen 3 befinden. Dadurch lässt sich die Datenmenge der verwenden Daten für den Echtzeit-Datensatz 12 signifikant reduzieren, so dass die Effizienz des Prognoseverfahrens verbessert wird, bzw. die Systemkosten reduziert werden.

[0040] Bei der Berechnung 13 wird auf Grundlage des Echtzeit-Datensatzes 12 für zumindest eine der Zellen 1

des Zellengitters 2 eine statistische Parkplatzsituation ermittelt. Vorzugsweise wird für die zumindest eine Zelle 1 eine statistische Parkplatzwahrscheinlichkeit ermittelt, wobei der jeweiligen Zelle 1 beispielsweise ein numerischer Wert zwischen 0 und 1 zugewiesen wird. Die Ermittlung der statistischen Parkplatzsituation der jeweiligen Zelle 1 erfolgt dementsprechend auf Grundlage der Verkehrsdaten der signifikanten Zellen 3. Zur Berechnung wird ein zur Hauptkomponentenanalyse inverses statistisches Verfahren verwendet. Dadurch, dass der Echtzeit-Datensatz 12 vergleichsweise klein ist, lässt sich die statistische Parkplatzsituation schnell und mit weniger Rechenaufwand berechnen.

[0041] Der Sensor-Datensatz 14 basiert auf Sensordaten von Sensoren, die parkplatzrelevante Ereignisse registrieren. Bei den Sensordaten unterscheidet man ortsfeste Sensoren, die eine Parkplatzbelegung an einem Ort registrieren, und mobile beispielsweise an Kraftfahrzeugen verbaute Sensoren, die eine Parkplatzbelegung am Straßenrand erfassen. Für den Sensor-Datensatz 14 werden Sensordaten herangezogen, vor dem Prognosezeitpunkt TP liegen. Bevorzugt beginnt der dritte Zeitraum T3 5 bis 10 Minuten vor dem Prognosezeitpunkt und erhebt das aktuelle Bild der Sensordatenlagen für das betrachtete Verkehrsgebiet. Die Sensordaten werden für alle oder eine Auswahl an Zellen 1 Zellengitters 2 erfasst.

[0042] Bei der Berechnung 13 wird auf Grundlage des Sensor-Datensatzes 14 für zumindest eine der Zellen 1 des Zellengitters 2 eine Sensorparkplatzsituation berechnet. Vorzugsweise wird für zumindest eine Zelle 1 eine Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit ermittelt, wobei der jeweiligen Zelle beispielsweise ein numerischer Wert zwischen 0 und 1 zugeordnet wird. Durch Verwendung der aktuellen Sensordaten durch die Berechnung der Sensor Parkplatzsituation lässt sich die Genauigkeit der Prognose für verfügbare Parkplätze verbessern, weil zusätzlich zur statistischen Berechnung die tatsächlich vorliegende Situation berücksichtigt wird.

[0043] Die Wahrscheinlichkeitsprognose 15 für verfügbare Parkplätze wird zum Prognosezeitpunkt TP auf Grundlage der statistischen Parkplatzsituation und der Sensorparkplatzsituation durchgeführt. Vorzugsweise wird bei der Wahrscheinlichkeitsprognose 15 zumindest für eine Zelle 1 des Zellengitters 2 eine geeignete mathematische Kombination der statistischen Parkplatzwahrscheinlichkeit und der Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit gebildet. Bevorzugt handelt es sich dabei um einen geeignet gewichteten Mittelwert. Dadurch lässt sich die statistische Berechnung auf einfache Weise durch die mittels der Sensoren erfasste tatsächlich vorliegende Parkplatzsituation korrigieren.

In einer nicht dargestellten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verfügt dieses über eine Maschinenlernfunktion, bei der einer bestimmten Sensorparkplatzsituation eine bestimmte statistische Parkplatzsituation zugeordnet wird. Insbesondere wird durch die Maschinenlernfunktion die Verkehrsstrukturanalyse 11, die Berechnung 13 und/ oder die Wahrscheinlichkeitsprognose 15 angepasst oder korrigiert. Die Maschinenlernfunktion erzeugt eine Abbildung der statistischen Parkplatzsituation auf die Sensorparkplatzsituation, das sogenannte Tainieren. Für die Anwendung zum Prognosezeitpunkt wird das trainierte Modell auf die aktuelle Datenlage angewendet.

[0044] Ein praktisches Beispiel für eine Maschinenlernfunktion ist, dass bei der Wahrscheinlichkeitsprognose 15 ein Korrekturfaktor verwendet wird, wenn ein systematischer Unterschied zwischen der statistischen Parkplatzwahrscheinlichkeit und der Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit vorliegt. Wird beispielsweise festgestellt, dass für einen Zelle 1 die statistische Parkplatzwahrscheinlichkeit regelmäßig doppelt so hoch ist wie die Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit, wird die statistische Wahrscheinlichkeit für diese Zelle 1 mit einem Faktor von 0,5 multipliziert.

[0045] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Anordnung 20 und eines mobilen Endgerätes 30 zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen. Die Anordnung 20 verfügt über eine Speichereinheit 21, die dazu ausgebildet ist den statischen Datensatz 10 zu speichern und zur weiteren Berechnung, beispielsweise der Verkehrsstrukturanalyse 11, zur Verfügung zu stellen. Zudem weist die Anordnung 20 eine Echtzeitdatenverarbeitungseinheit 22 auf, die dazu ausgebildet ist den Echtzeit-Datensatz 12 aus den Verkehrsdaten der signifikanten Zellen 3 zu bestimmen. Hierfür ist die Echtzeitdatenverarbeitungseinheit 22 dazu in der Lage die Mobilfunkdaten der Verkehrsteilnehmer 6a, 6b, 6c, im zweiten Zeitraum T2 in den signifikanten Zellen 3 befinden, auszulesen und auszuwerten. Bei der Auswertung der Mobilfunkdaten werden insbesondere Verkehrsteilnehmer 6a, 6b, 6c anhand ihrer Bewegungscharakteristik identifiziert. Beispielsweise können nach einem Parkplatz suchende Fahrzeuge 6a anhand ihres Beschleunigungs- und Abbremsverhaltens identifiziert werden. Die Anordnung 20 weist zudem eine Sensorkommunikationseinheit 23 auf, die dazu eingerichtet ist aus Sensordaten den Sensor-Datensatz 14 zu bestimmen. Dazu stellt die Sensorkommunikationseinheit 23 eine Verbindung mit den im Bezugsgebiet vorhandenen Sensoren her und erstellt unmittelbar vor dem Prognosezeitpunkt TP eine Sensor-Datensatz 14. Die Verkehrsstrukturanalyse 11, die Berechnung 13 und die Wahrscheinlichkeitsprognose 15 werden mittels einer Recheneinheit 24 durchgeführt. Die Recheneinheit 24 ist dazu ausgebildet aus dem statischen Datensatz 10 die Zellen 1 des Zellengitters 2 zu identifizieren und die signifikanten Zellen 3 des Zellengitters 2 auszuwählen. Zudem wird mit der Recheneinheit 24 auf Grundlage des Echtzeit-Datensatzes 12 die statistische Parkplatzsituation und auf Grundlage des Sensor-Datensatzes 14 die Sensorparkplatzsituation berechnet. Die Komponenten der Anordnung 20 können räumlich getrennt sein oder eine räumliche Einheit bilden. Bevorzugt handelt es sich bei der Anordnung 20 und/oder der Recheneinheit 24 um einen Server.

[0046] Das mobile Endgerät 30 ist über ein Netzwerk 25 mit der Anordnung 20 verbunden. Bei dem mobilen Endgerät 30 handelt es sich beispielsweise um ein Smartphone, ein Navigationsgerät oder eine Bordelektronik eines Kraftfahrzeugs. Das mobile Endgerät 30 ist dazu ausgebildet mit der Anordnung 20, insbesondere deren Recheneinheit 24, zu kommunizieren und eine Prognose an verfügbaren Plätzen zumindest einer der Zellen 1 des Zellengitters 2 von der Anordnung 20 zu erhalten. Die von der Anordnung 20 erhaltenen Prognose wird mittels des mobilen Endgerätes 30 dazu verwendet die Parkplatzsituation wiederzugeben und/oder eine Navigation des Nutzers des mobilen Endgerätes 30 durchzuführen.

[0047] In Fig. 4 ist ein Verfahren dargestellt, bei dem die Prognose von verfügbaren Parkplätzen mittels der Anordnung 20 und des mobilen Endgerätes 30 durchgeführt wird. Zunächst wird eine Kommunikation 40 zwischen dem mobilen Endgerät 30 und der Anordnung 20 hergestellt oder durchgeführt. Während der Kommunikation 40 erfolgt eine Übermittlung 41 von der Prognose verfügbaren Parkplätzen für zumindest eine der Zellen 1 des Zellengitters 2 von der Anordnung 20 zum mobilen Endgerät 30. Unter Verwendung 42 der Prognose an verfügbaren Parkplätzen wird die Parkplatzsituation mittels des mobilen Endgerätes 30 wiedergegeben und/oder mittels des mobilen Endgerätes 30 zur Navigation eines Nutzers benutzt. Beispielsweise wird von dem mobilen Endgerät 30 die derzeitige Position erfasst und die Parkplatzsituation der entsprechenden Zelle 1 und/oder der benachbarten Zellen 1 durch numerische Werte oder eine Farbcodierung dargestellt. Das in Fig. 4 dargestellte Verfahren kann von einem auf dem mobilen Endgerät 30 ausgeführten Programmprodukt, respektive einer App, durchgeführt werden.

[0048] Von den Verfahren, der Anordnung und dem Programmprodukt profitieren Parkplatzsuchende, Städte sowie Umwelt gleichermaßen. Autofahrer kommen schneller und entspannter ans Ziel. Kommunen optimieren den Verkehr und steigern so die Attraktivität der Innenstädte für Anwohner, Handel und Touristik. Zudem wird die Luft weniger mit Schadstoffen belastet.

Bezugszeichenliste:

[0049]

1	Zelle
2	Zellengitter
3	signifikante Zelle
4	Parkplatz
5	Straße
6a	Verkehrsteilnehmer / Kfz (parkplatzsuchend)
6b	Verkehrsteilnehmer / Kfz (nicht parkplatzsuchend)
6c	Verkehrsteilnehmer/ Fußgänger
10	statischer Datensatz
11	Verkehrsstrukturanalyse
12	Echtzeit-Datensatz
13	Berechnung
14	Sensor-Datensatz
15	Wahrscheinlichkeitsprognose
20	Anordnung
21	Speichereinheit
22	Echtzeitdatenverarbeitungseinheit
23	Sensorkommunikationseinheit
24	Rechnereinheit
25	Netzwerk
30	mobiles Endgerät
40	Kommunikation
41	Übermittlung der Prognose
42	Verwendung (Wiedergabe/Navigation)
T1	erster Zeitraum
T2	zweiter Zeitraum
T3	dritter Zeitraum
TP	Prognosezeitpunkt

Patentansprüche

1. Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen, umfassend die folgenden mittels einer Recheneinheit (24) durchgeführten Schritte:

   - eine Verkehrsstrukturanalyse (11), bei der aus Zellen (1) eines Zellengitters (2) signifikante Zellen (3) auf Grundlage eines durch Verkehrsdaten aus einem ersten Zeitraum (T1) gebildeten statischen Datensatzes (10) ausgewählt werden;
   - eine Berechnung (13), bei der auf Grundlage eines durch Verkehrsdaten der signifikanten Zellen (3) aus einem zweiten Zweitraum (T2) gebildeten Echtzeit-Datensatzes (12) für zumindest eine der Zellen (1) des Zellengitters (2) eine statistische Parkplatzsituation, insbesondere eine statistische Parkplatzwahrscheinlichkeit, ermittelt wird, und
   - bei der auf Grundlage eines durch Sensordaten der Zellen (1) aus einem dritten Zeitraum (T3) gebildeten Sensor-Datensatzes (14) für zumindest eine der Zellen (1) des Zellengitters (2) eine Sensorparkplatzsituation, insbesondere eine Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit, ermittelt wird; und
   - eine Wahrscheinlichkeitsprognose (15), bei der auf Grundlage der statistischen Parkplatzsituation, insbesondere der statistischen Parkplatzwahrscheinlichkeit, und der Sensorparkplatzsituation, insbesondere der Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit, für zumindest eine der Zellen (1) des Zellengitters (2) eine Prognose an verfügbaren Parkplätzen durchgeführt wird.

2. Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Verkehrsstrukturanalyse (11) die Zellen

(1) des Zellengitters (2) auf Grundlage des statischen Datensatzes (10) identifiziert werden, insbesondere wobei die Größe, Form und/oder Position der Zellen (1) anhand der Fahrzeugdichte, Straßendichte und/oder Parkplatzdichte bestimmt werden.

3. Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswahl der signifikanten Zellen (3) anhand einer Hauptkomponentenanalyse des statischen Datensatzes (10) erfolgt, oder einem anderen mathematischen Verfahren zur Dimensionsreduktion.

4. Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Verkehrsstrukturanalyse (11) explizite Rahmenbedingungen mit einer statistischen Auswertung verknüpft werden, insbesondere wobei die Rahmenbedingungen beispielsweise sind, dass die Gesamtbilanz an Fahrzeugen bei geeigneter Wahl von Bezugsgebiet und Zeitintervall gleich null ist, dass die Änderung des Verkehrs stetig verläuft, dass die Transportkapazität eines Straßensegments eine obere Grenze aufweist, und/oder dass der verfügbare Parkraum eines Straßensegments eine obere Grenze aufweist.

5. Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der statische Datensatz (10) und der Echtzeit-Datensatz (12) auf Verkehrsdaten basieren, die aus Mobilfunkdaten gewonnen werden, insbesondere wobei Verkehrsteilnehmer anhand ihrer Bewegungscharakteristik identifiziert werden, und insbesondere wobei nach Parkplätzen suchende Fahrzeuge anhand ihres Beschleunigungs- und Abbremsverhaltens identifiziert werden.

6. Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der statische Datensatz (10) off-line vorliegt, insbesondere wobei der statistische Datensatz (10) ein Bezugsgebiet umfasst, welches durch die Zellen (1) des Zellengitters (2) vollständig abgedeckt ist.

7. Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor-Datensatz (14) auf Grundlage von Sensoren erstellt, die parkplatzrelevante Ereignisse registrieren, beispielsweise handelt es sich bei den Sensoren um Bodensensoren, fahrzeugbasierte Sensoren, Abstandmeter, Kameras und/oder Infrastruktursensoren.

8. Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeiträume (T1, T2, T3) unterschiedlich sind, wobei der erste Zeitraum (T1) vor dem zweiten Zeitraum (T2) und dem dritten Zeitraum (T3) liegt, insbesondere wobei der zweite Zeitraum (T2) vor dem dritten Zeitraum (T3) liegt.

9. Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Wahrscheinlichkeitsprognose (15) ein Mittelwert aus der statistischen Parkplatzwahrscheinlichkeit und der Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit gebildet wird.

10. Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren eine Maschinenlernfunktion aufweist, bei der einer bestimmten Sensorparkplatzsituation eine bestimmte statistische Parkplatzsituation zugeordnet wird, insbesondere um die Verkehrsstrukturanalyse (11), die Berechnung (13) und/oder die Wahrscheinlichkeitsprognose (15) anzupassen und/oder zu korrigieren.

11. Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen nach Anspruch 9 und 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Wahrscheinlichkeitsprognose (15) ein Korrekturfaktor verwendet wird, wenn ein systematischer Unterschied zwischen der statistischen Parkplatzwahrscheinlichkeit und der Sensorparkplatzwahrscheinlichkeit vorliegt.

12. Anordnung (20) zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen, umfassend

- eine Speichereinheit (21), die dazu ausgebildet ist einen durch Verkehrsdaten aus einem ersten Zeitraum (T1) gebildeten statischen Datensatz (10) zu speichern;
- eine Echtzeitdatenverarbeitungseinheit (22), die dazu ausgebildet ist durch Verkehrsdaten signifikanter Zellen (3) aus einem zweiten Zweitraum (T2) einen Echtzeit-Datensatz (12) zu bestimmen;
- eine Sensorkommunikationseinheit (23), die dazu ausgebildet aus Sensordaten aus einem dritten Zeitraum (T3) einen Sensor-Datensatz (14) zu bestimmen; und eine
- Rechnereinheit (24), die dazu ausgebildet ist die Verfahrensschritte des Anspruchs 1 auszuführen.

13. Verfahren zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen, umfassend die folgenden mittels einer Recheneinheit (24) und eines mobilen Endgeräts (30) durchgeführten Schritte:

- Kommunikation (40) eines mobilen Endgerätes (30) mit der Recheneinheit (24) einer Anord-

nung (20) gemäß Anspruch 12;
- Transmission (41) von der Prognose an verfügbaren Parkplätzen für zumindest eine der Zellen (1) des Zellengitters (2) von der Recheneinheit (24) zum mobilen Endgerät (30);
- Verwendung (42) der Prognose an verfügbaren Parkplätzen für zumindest eine der Zellen (1) des Zellengitters (2) zur Wiedergabe einer Parkplatzsituation und/oder zur Navigation eines Nutzers des mobilen Endgerätes (30).

14. Mobiles Endgerät (30) zur Prognose von verfügbaren Parkplätzen, das dazu ausgebildet ist

- mit einer Anordnung (20) aus Anspruch 12 zu kommunizieren;
- von der Anordnung (20) die Prognose an verfügbaren Parkplätzen für zumindest eine der Zellen (1) des Zellengitters (2) abzurufen; und
- die abgerufene Prognose für zumindest eine Zelle (1) des Zellengitters (2) zur Widerzugabe einer Parkplatzsituation und/oder für die Navigation des Nutzers des mobilen Endgerätes (30) zu verwenden.

15. Computerprogrammprodukt, das bei der Ausführung des Programms durch ein mobiles Endgerät (30) dieses veranlasst, die Schritte des Verfahrens nach Anspruch 13 auszuführen.

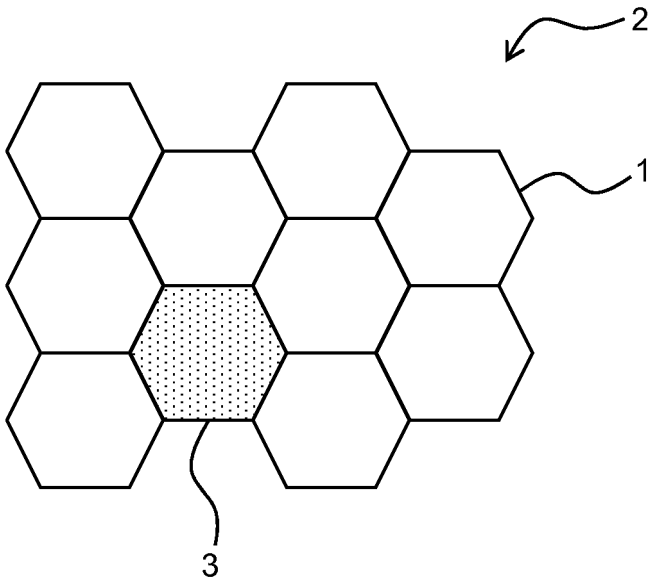

Fig. 1a

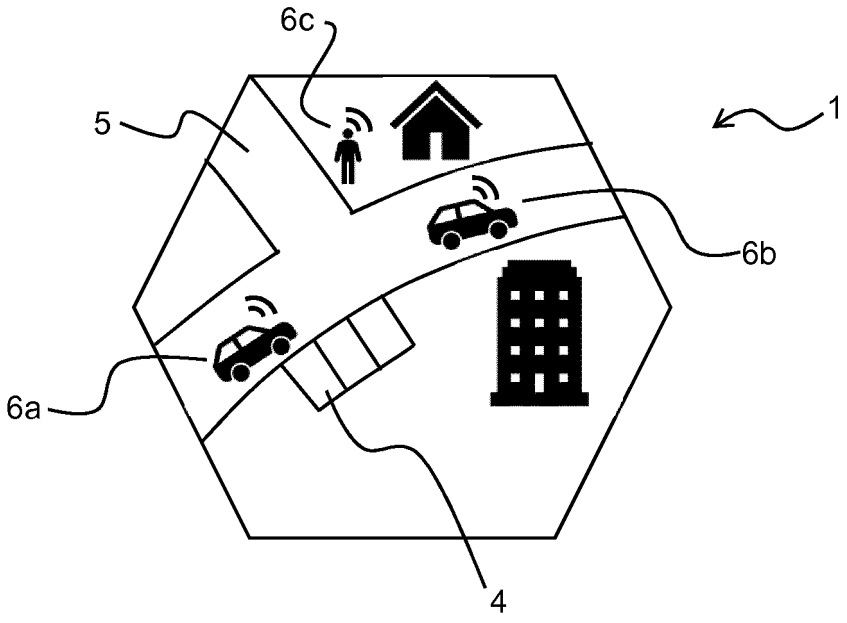

Fig. 1b

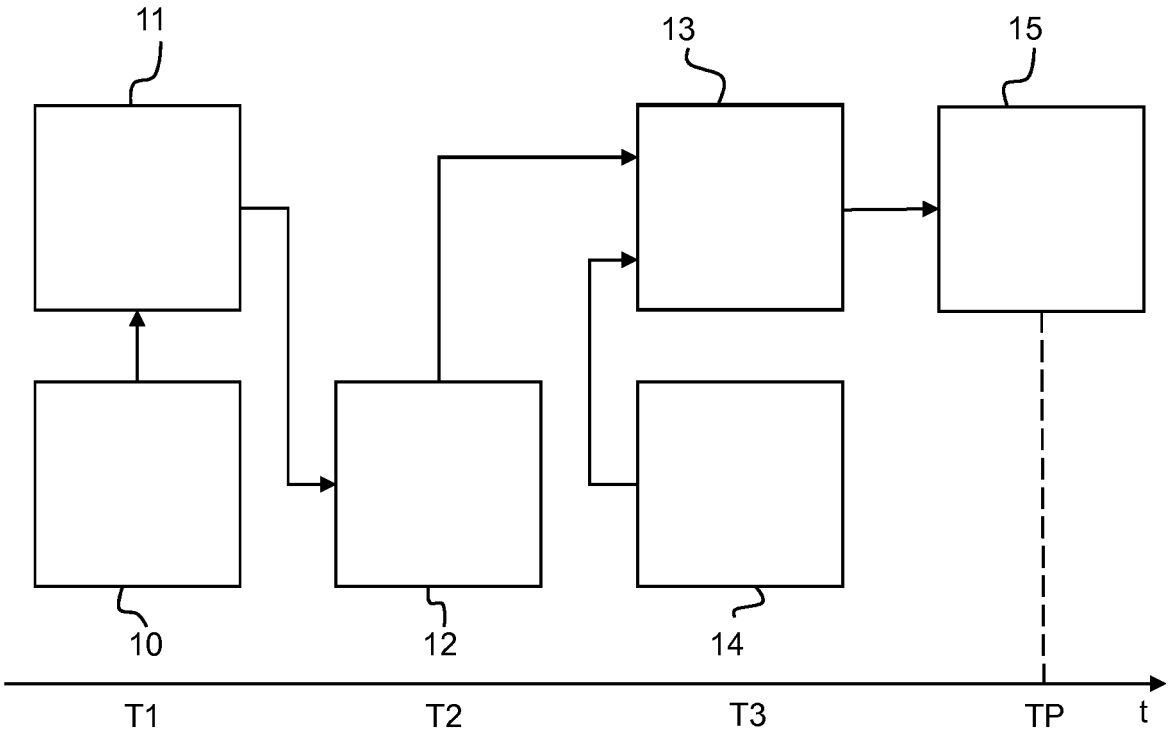

Fig. 2

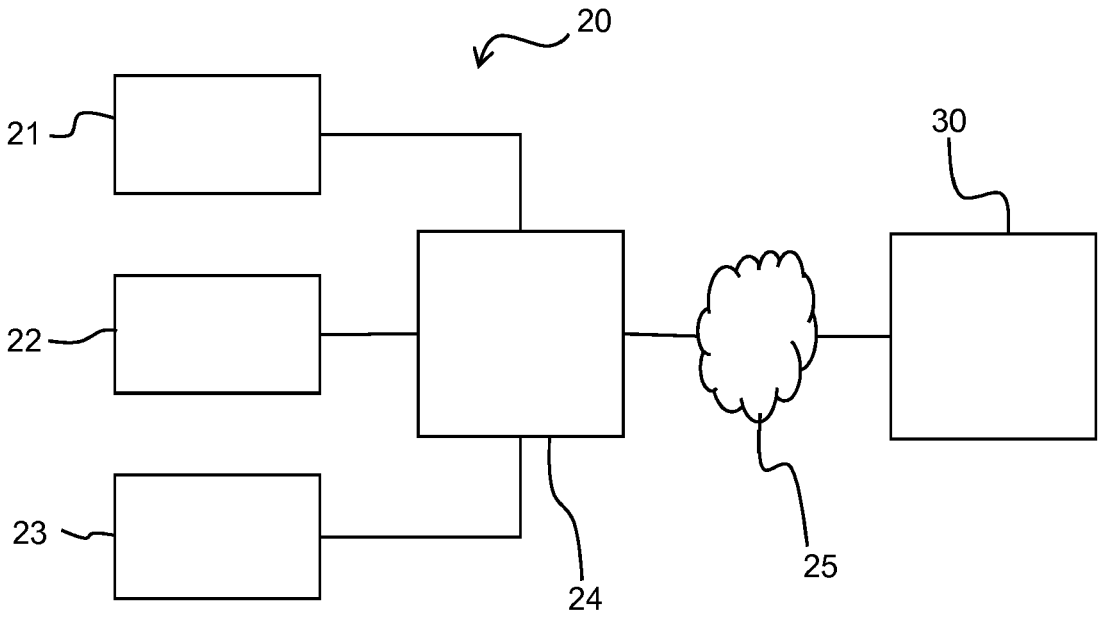

Fig. 3

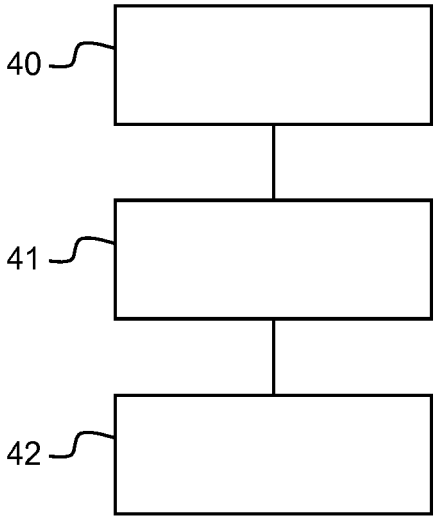

Fig. 4

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 20 6161

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2013 211632 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 24. Dezember 2014 (2014-12-24)	13-15	INV. G08G1/01 G08G1/015
A	* Zusammenfassung; Abbildungen * * Absätze [0005] - [0007], [0012] - [0020], [0022], [0023], [0026] * -----	1-12	G08G1/14
X	US 8 484 151 B1 (LOOKINGBILL ANDREW [US]) 9. Juli 2013 (2013-07-09)	13-15	
A	* Zusammenfassung; Abbildungen * * Spalte 2, Zeilen 41-65 * * Spalte 3, Zeilen 20-57 * * Spalte 5, Zeile 55 - Spalte 6, Zeile 11 * * Spalte 10, Zeile 29 - Spalte 11, Zeile 28 * -----	1-12	
X	US 2017/191849 A1 (AGAM SHARON [IL] ET AL) 6. Juli 2017 (2017-07-06)	13-15	
A	* Zusammenfassung; Abbildungen * * Absätze [0027] - [0030], [0047], [0052] - [0060], [0063] - [0066], [0075] - [0080] * -----	1-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) G08G

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	19. Mai 2020	Roost, Joseph

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

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 19 20 6161

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.

19-05-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013211632 A1	24-12-2014	DE 102013211632 A1	24-12-2014
		WO 2014202362 A1	24-12-2014
US 8484151 B1	09-07-2013	KEINE	
US 2017191849 A1	06-07-2017	KEINE	

EPO FORM P0461

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