



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 206 091.1**

(22) Anmeldetag: **17.06.2022**

(43) Offenlegungstag: **28.12.2023**

(51) Int Cl.: **G06Q 50/06 (2012.01)**

**B60R 16/02 (2006.01)**

**G06V 30/19 (2022.01)**

(71) Anmelder:  
**Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter  
Haftung, 70469 Stuttgart, DE**

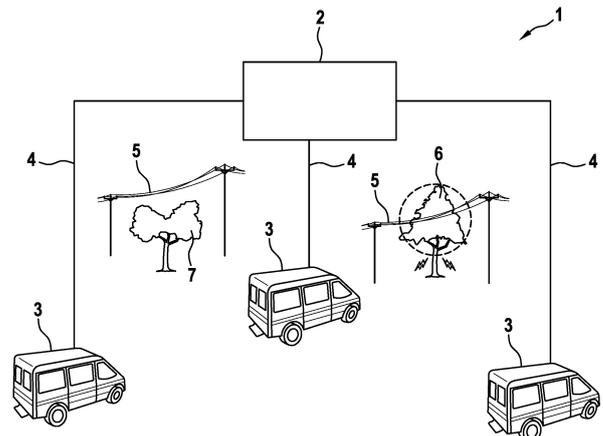
(72) Erfinder:  
**Bien, Tomasz, 71634 Ludwigsburg, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und System zur Überwachung von Stromleitungen gefährdenden Bäumen**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Überwachung von Stromleitungen (5) gefährdenden Bäumen (6) mithilfe eines Fahrzeugnetzwerks (1), das eine Mehrzahl von Fahrzeugen (3) und einen Zentralrechner (2) umfasst, wobei mindestens ein Fahrzeug (3) eine Bilderfassungssensorik, eine Bildverarbeitungseinheit und ein Lokalisierungssystem umfasst, und mit dem Zentralrechner (2) drahtlos datenleitend verbindbar ist, und wobei das Fahrzeugnetzwerk (1) ein bestimmtes Gebiet abdeckt und jedes Fahrzeug (3) innerhalb des Gebiets fahren kann, sodass die Stromleitungen (5) gefährdenden Bäume (6) innerhalb des Gebiets durch das mindestens ein Fahrzeug (3) während einer Fahrt automatisch überwacht werden können, umfassend zumindest folgende Schritt:

- Erfassen einer Bildinformation einer Umgebung durch die Bilderfassungssensorik eines betreffenden Fahrzeugs (3) während einer Fahrt,
- Ermitteln einer Bauminformation unter Berücksichtigung von Stromleitungen (5) basierend auf der erfassten Bildinformation durch die Bildverarbeitungseinheit des Fahrzeugs (3), und
- Senden der ermittelten Bauminformation und/oder einer durch eine Auswertungseinheit des Fahrzeugs (3) ausgewerteten Bauminformation durch das Fahrzeug (3) an den Zentralrechner (2).



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung von Stromleitungen gefährdenden Bäumen. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Fahrzeug und ein Fahrzeugnetzwerk zur Überwachung von Stromleitungen gefährdenden Bäumen.

**[0002]** Die regionale und überregionale Stromversorgung mit einem Stromnetz ist ein Mega-Cap-Geschäft mit einer Marktgröße von ca. 30 Milliarden US-Dollar weltweit und mit einer Wachstumsrate von ca. 5% pro Jahr. Die Stromleitungen eines Stromnetzes sind regional und überregional verteilt und führen bis zu Endverbrauchern (z. B. Haushalten). Je höher die Bevölkerungsdichte in einer Region ist, desto höher ist die Stromleitungsdichte in dieser Region.

**[0003]** Die Versorgungszuverlässigkeit des Stromnetzes ist besonders wichtig für Industrie und Gewerbe. Eine Stromversorgungsunterbrechung kann zu unvermeidlichen Schäden führen. Z. B. kann bei Aluminiumraffinerien eine Stromversorgungsunterbrechung zur Zerstörung der Aluminiumhütte führen.

**[0004]** Stromnetzbetreiber leisten einen enormen Aufwand, um die Stromnetze in den zulässigen Grenzen von Frequenz, Spannung und Leitungsbelastung zu betreiben. Allerdings können Bäume, die sich in der Nähe von Stromleitungen befinden, ebenfalls einen die Versorgungszuverlässigkeit beeinträchtigenden Faktor darstellen und müssen überwacht werden. Denn die Äste und Blätter von Bäumen können während des Wachstums mit einer Stromleitung in Kontakt kommen, sodass die Stromleitung unterbrochen wird, oder die betreffende Stromübertragungs- oder Stromverteilungsinfrastruktur durch einen daraus resultierenden Kurzschluss zerstört wird. Tatsächlich werden ca. 20 % der ungeplanten Stromausfälle durch Bäume und andere Vegetationen verursacht.

**[0005]** Um das obig geschilderte Problem zu lösen, müssen die Bäume in der Nähe von Stromleitungen regelmäßig beschnitten werden. Dies ist eine gewaltige Aufgabe, mit der viele Menschen weltweit beschäftigt sind. Allein im US-Bundesstaat New Jersey mit ca. 8,8 Millionen Einwohnern arbeiten ca. 230 Menschen daran, Bäume in der Nähe von Stromleitungen zu beschneiden. Denn die beschnittenen Bäume können wieder wachsen und folglich die Stromleitungen wieder gefährden, daher besteht der Wunsch, die Bäume zu überwachen.

**[0006]** Derzeit können die Stromnetzbetreiber die Baumbeschneidungstermine nur basierend auf

einem sehr einfachen Modell schätzen. Es wird beispielsweise angenommen, dass beschnittene Bäume alle fünf Jahre Wachstumszeit brauchen, bevor sie wieder eine Gefahr für die Stromleitungen darstellen. Dieses Verfahren ist einerseits unzureichend und ungenau für die Überwachung von Stromleitungen gefährdenden Bäumen, und führt andererseits zu enormen Ineffizienzen und erhöhten Betriebskosten.

**[0007]** Es besteht daher der Wunsch, ein Verfahren zur Überwachung von Stromleitungen gefährdenden Bäumen anzugeben, mit dem die Bäume automatisch und effizient überwacht werden können.

## Offenbarung der Erfindung

**[0008]** Hierzu trägt ein Verfahren zur Überwachung von Stromleitungen gefährdenden Bäumen mithilfe eines Fahrzeugnetzwerks bei, das eine Mehrzahl von Fahrzeugen und einen Zentralrechner umfasst, wobei mindestens ein Fahrzeug eine Bilderfassungssensorik, eine Bildverarbeitungseinheit und ein Lokalisierungssystem umfasst, und mit dem Zentralrechner drahtlos datenleitend verbindbar ist, und wobei das Fahrzeugnetzwerk ein bestimmtes Gebiet abdeckt und jedes Fahrzeug innerhalb des Gebiets fahren kann, sodass die Stromleitungen gefährdenden Bäume innerhalb des Gebiets durch das mindestens ein Fahrzeug während einer Fahrt automatisch überwacht werden können, umfassend zumindest folgende Schritte:

- a) Erfassen einer Bildinformation einer Umgebung durch die Bilderfassungssensorik eines betreffenden Fahrzeugs während einer Fahrt,
- b) Ermitteln einer Bauminformation unter Berücksichtigung von Stromleitungen basierend auf der erfassten Bildinformation durch die Bildverarbeitungseinheit des Fahrzeugs, und
- c) Senden der ermittelten Bauminformation und/oder einer durch eine Auswertungseinheit des Fahrzeugs ausgewerteten Bauminformation durch das Fahrzeug an den Zentralrechner.

**[0009]** Es ist bekannt, dass die Positionsbestimmung und Navigation eines Fahrzeugs für das automatisierte oder autonome Fahren mit Hilfe von einem hochpräzisen Lokalisierungssystem erfolgen kann. Ein Fahrzeug als solches kann auch mittels einer Bilderfassungssensorik seine Umgebung „sehen“ und mittels eines Cloud Computing für dessen Steuerung drahtlos mit einem Remote Server kommunizieren. Darüber hinaus steigt die Rechenleistung von Computern nach dem Mooreschen Gesetz ständig an. Außerdem ist es bekannt, dass die Baummerkmale wie beispielsweise Baumstammdurchmesser und Baumhöhe mittels einer Bilderfassungsvorrichtung visuell erfasst werden können.

**[0010]** Es ist daher denkbar, die bereits in Fahrzeugen für das automatisierte oder autonome Fahren eingerichtete Sensorik auch zur automatischen Überwachung von Stromleitungen gefährdeten Bäumen zu verwenden.

**[0011]** Hiervon ausgehend wird durch die Nutzung von in Fahrzeugen bereits bestehenden Hardware eine neue Möglichkeit zur Überwachung von Stromleitungen gefährdenden Bäumen beschrieben. Dazu wird ein Fahrzeugnetzwerk vorgeschlagen, welches einen Zentralrechner und eine Mehrzahl von Fahrzeugen umfasst. Das Fahrzeug ist bevorzugt ein automatisiertes oder autonomes Fahrzeug.

**[0012]** Bevorzugt umfasst jedes Fahrzeug mindestens eine Bilderfassungssensorik wie beispielsweise Laserscanner oder Kamera, somit kann gemäß Schritt a) eine Bildinformation einer Umgebung durch die Bilderfassungssensorik eines betreffenden Fahrzeugs während einer Fahrt erfasst werden. In einem automatisierten oder autonomen Fahrzeug wird normalerweise ein Laserscanner und/oder eine Kamera zur Erkennung von Hindernissen und/oder zur kartenbasierten Navigation eingerichtet. Dabei erfasst ohnehin der Laserscanner Punktwolken oder die Kamera erfasst Bilder rund um die Umgebung während der Fahrt. Die Punktwolken oder die Bilder rund um die Umgebung, die ursprünglich zur Erkennung von Hindernissen oder zur kartenbasierten Navigation erfasst werden, können hierbei in Form von einer Bildinformation auch unmittelbar zur Erkennung von Bäumen verwendet werden.

**[0013]** Gemäß Schritt b) wird eine Bauminformation unter Berücksichtigung von Stromleitungen basierend auf der in Schritt a) erfassten Bildinformation ermittelt. Dazu ist grundsätzlich nur eine zusätzliche Softwareanpassung, d. h. Software zur Erfassung von Baummerkmalen unter Berücksichtigung von Stromleitungen, erforderlich. Mit der Software können die Baummerkmale aus den von der Bilderfassungssensorik erfassten Bildinformationen während einer Fahrt extrahiert werden. Die Software kann in einer Bildverarbeitungseinheit abgelegt und durch diese Bildverarbeitungseinheit ausgeführt werden. Es ist möglich, einen bereits im Fahrzeug eingerichteten Bordcomputer als die Bildverarbeitungseinheit auszuführen oder eine zusätzliche Bildverarbeitungseinheit unabhängig vom Bordcomputer im Fahrzeug einzurichten.

**[0014]** Bevorzugt umfasst jedes Fahrzeug ein Lokalisierungssystem wie beispielsweise ein GNSS-basierendes oder ein GNSS- und INS-basierendes Lokalisierungssystem zur Bestimmung, wo sich die erkannten Bäume, die die Stromnetze gefährden, befinden.

**[0015]** Außerdem bevorzugt verbindet sich jedes Fahrzeug mit den Zentralrechner drahtlos datenleitend wie beispielsweise über WLAN und/oder Mobilfunknetz, somit kann gemäß Schritt c) die ermittelte Bauminformation und/oder einer durch eine Auswertungseinheit des Fahrzeugs ausgewerteten Bauminformation durch das Fahrzeug an den Zentralrechner gesendet werden. Dabei ist es möglich, die erkannten Bäume und deren Orte in Form von binären Dateninformationen an den Zentralrechner zu senden.

**[0016]** Wie oben beschrieben ist das Fahrzeugnetzwerk grundsätzlich ein verteiltes System mit Hilfe vom Cloud Computing. Der Zentralrechner kann sich irgendwo, z. B. in einem Computerraum eines Dienstleistungsunternehmens, befinden, welches berechtigt ist, Daten von Fahrzeugen des Fahrzeugnetzwerkes über eine drahtlose datenleitende Verbindung zu erhalten. Somit können die Fahrzeuge den Zentralrechner während ihrer Fahrt über ein Gebiet über die mit ihrer Bilderfassungssensorik „gesehenen“ Bäume informieren.

**[0017]** Grundsätzlich ist mit dem vorgeschlagenen Verfahren kein zusätzlicher Hardwareaufwand bezüglich der Fahrzeuge erforderlich. Es liegt vielmehr an einer Softwareanpassung an den Fahrzeugen. Daher kann das Fahrzeugnetzwerk mit der zunehmenden Zahl von Fahrzeugen zu einem großen Netzwerk mit der Zeit ständig erweitert werden. Somit kann ein Fahrzeugnetzwerk zur automatischen Überwachung von Stromleitungen gefährdeten Bäumen kostengünstig und praktisch aufgebaut werden. Dadurch können die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme gelindert oder zumindest teilweise gelöst werden.

**[0018]** Ein Stromnetz besteht in der Regel aus einem überregionalen Übertragungsnetz sowie regionalen und lokalen Verteilungsnetzen. Mit dem beschriebenen Verfahren wird insbesondere der Baumbestand für die regionalen und lokalen Verteilungsnetzen überwacht. Die Stromleitungen meinen hierbei insbesondere Mittel- und Niederspannungsleitungen. Die Größe des Gebiets, das vom Fahrzeugnetzwerk abgedeckt wird, hängt von der Anzahl der verfügbaren Fahrzeuge und von der Abdeckung des verfügbaren Funknetzes ab. Die Bäume außerhalb des vom Fahrzeugnetz abgedeckten Gebiets können z.B. mit den dedizierten Dronenflügen überwacht werden.

**[0019]** Die Erfindung verwendet ein Fahrzeugnetzwerk mit automatisierten oder autonomen Fahrzeugen für die automatische Überwachung des Baumbestands in der Nähe von Stromleitungen. Die Überwachung basiert auf einer Bilderkennung und wird mit Hilfe von den bereits in den Fahrzeugen für das autonome Fahren eingerichteten Sensoren,

insbesondere von hochauflösenden Kameras und hochpräzisen GNSS-basierenden Lokalisierungssystemen durchgeführt. Dazu benötigt es grundsätzlich keinen zusätzlichen Hardwareaufbau in den Fahrzeugen, sondern es erfordert nur eine Softwareanpassung für die Erfassung von Bauminformationen in Bezug auf Stromleitungen. Über eine drahtlose Verbindung zwischen den Fahrzeugen und einem Zentralrechner können die durch die Fahrzeuge während ihrer Fahrt erfassten Bauminformationen an den Zentralrechner gesendet werden. Der Zentralrechner kann sich bei einem Dienstleister befinden. Der Dienstleister kann beispielsweise ein OEM (Original Equipment Manufacturer) oder ein anderes denkbare Unternehmen sein, welches berechtigt ist, die von den Fahrzeugen erfassten Bauminformationen zu erhalten. Nach dem Erhalten von Bauminformationen von Fahrzeugen kann der Zentralrechner den Stromversorgungsunternehmen bzw. den Stromnetzbetreibern (als Kundin des Dienstleisters bzw. die zuständige Abteilung für die Versorgungszuverlässigkeit des Stromnetzes) über die potentielle Gefährdungen informieren.

**[0020]** Mit dem beschriebenen Verfahren kann das Fahrzeugnetzwerk den Stromversorgungsunternehmen bzw. den Stromnetzbetreibern einen software- und datengestützten Dienst zur Unterstützung bei der Überwachung von Stromleitungen gefährdenden Bäumen anbieten. Im Gegensatz zu der bekannten ungenauen Modellannahme, handelt es sich hierbei um eine automatische und regelbasierte Überwachung. Der Zentralrechner kann der zuständigen Abteilung die baumrelevanten Informationen liefern, damit zeitgerecht geplant werden kann, wo und wann die Bäume beschnitten werden müssen, um die Überwachungskosten zu reduzieren, eine hohe Versorgungszuverlässigkeit des Stromnetzes aufrechtzuerhalten, und die Überwucherung der Bäumen in der Nähe von Stromleitungen zu vermeiden.

**[0021]** Es ist bevorzugt, wenn vor Schritt c) eine Ortungsinformation bezüglich der Bauminformation durch das Lokalisierungssystem erfasst wird, und in Schritt c) die erfasste Ortungsinformation an den Zentralrechner gesendet wird.

**[0022]** Das Lokalisierungssystem meint hierbei insbesondere ein GNSS-basiertes Lokalisierungssystem, das einen GNSS-Empfänger zur Erfassung von GNSS-Daten umfasst. Mittels der GNSS-Daten lassen sich der Ort- und/oder die Zeit bestimmen. GNSS ist die Abkürzung für globale Navigationssysteme (GPS, GLONASS, Galileo und Beidou) zur Positionsbestimmung und Navigation auf der Erde und in der Luft durch Empfang von Navigationssatellitensignalen (GNSS-Signalen). Das GNSS-basierte Lokalisierungssystem ist besonders vorteilhaft für die outdoor Positionsbestimmung und Navigation.

**[0023]** Denn ein anspruchsvolles Lokalisierungssystem z. B. für das autonome Fahren umfasst ohnehin eine GNSS-basierende Navigationskomponente und die Bilderfassungssensorik zur Erkennung von Hindernissen. Es ist daher auch denkbar, die Bilderfassungssensorik und die Bildverarbeitungseinheit sowie die Auswertungseinheit in dem GNSS-basierten Lokalisierungssystem zu integrieren.

**[0024]** Dabei bezieht sich die zusätzliche Bildverarbeitungseinheit sowie die Auswertungseinheit im Wesentlichen auf nur eine Softwareanpassung, welche die Recheneinheit des Lokalisierungssystems ebenfalls übernehmen kann. Mit einem solchen ALL-in-One Lokalisierungssystem wird der Aufbau des Fahrzeugnetzwerkes vereinfacht.

**[0025]** Es ist bevorzugt, wenn zwischen Schritt b) und Schritt c) die Bauminformation durch eine Auswertungseinheit des Fahrzeugs ausgewertet wird, um Stromleitungen gefährdende Bäume zu erkennen, deren Äste und Blätter während des Wachstums mit einer Stromleitung in Kontakt kommen können, und in Schritt c) die ausgewertete Bauminformation mit der Information der erkannten Bäume an den Zentralrechner gesendet wird. Hierbei übernimmt das betreffende Fahrzeug die Auswertungsaufgabe. Somit kann die zu sendende Datenmenge an den Zentralrechner erheblich reduziert werden. Dies ist besonders vorteilhaft für Gebiete, wo das Funknetz schwach ist.

**[0026]** Es ist außerdem bevorzugt, wenn in Schritt c) die ermittelte Bauminformation an den Zentralrechner gesendet wird, und nach Schritt c) der Zentralrechner die Bauminformation auswertet, um Stromleitungen gefährdende Bäume zu erkennen, deren Äste und Blätter während des Wachstums mit einer Stromleitung in Kontakt kommen können. Hierbei übernimmt der Zentralrechner die Auswertungsaufgabe, somit kann die Rechenleistung des Bordcomputers am Fahrzeug reduziert werden.

**[0027]** Es ist bevorzugt, wenn in Schritt a) die Bildinformation durch einen Laserscanner (z. B. LIDAR), eine Kamera, und/oder eine 360° sphärische Kamera erfasst wird.

**[0028]** Ein Laserscanner, insbesondere ein dreidimensionaler (3D) Laserscanner, kann hochgenaue und dichte 3D-Punktwolken erzeugen und normalerweise in einem Fahrzeug für die Erkennung von Hindernissen und/oder für die indoor-Navigation eingerichtet werden. Ebenfalls kann mit einem Laserscanner eine Bauminformation wie beispielsweise Baumstammdurchmesser, Baumhöhe, Blattflächendichte, Baumvolumen, Biomasse und/oder Blattneigungswinkel während einer Fahrt eines mit dem Laserscanner versehenen Fahrzeugs erfasst werden. Insbesondere ist das Sichtfeld des Laser-

scanners größer, wenn die Erfassung der Bauminformation während einer Bewegung durchgeführt wird, sodass die maximale Messentfernung z. B. 100 Meter sein kann. Mit dem Laserscanner kann die Bauminformation von großen Flächen mit zahlreichen Bäumen leicht erfasst werden.

**[0029]** Es ist auch möglich, eine Bildinformation durch eine Kamera zu erfassen. Dabei kann die Kamera während einer Fahrt eines mit der Kamera versehenen Fahrzeugs eine Vielzahl von zweidimensionalen (2D) Bildern aufnehmen, aus welchen ein dreidimensionales (3D) Bild rekonstruiert werden kann. Basierend auf dem rekonstruierten 3D Bild kann die Bauminformation erfasst werden. Bevorzugt ist die Kamera eine 360° sphärische Kamera, welche Bilder in alle Richtungen aufnehmen kann, deren Sichtfeld somit omnidirektional ist, sodass die Bauminformation von großen Flächen mit zahlreichen Bäumen leicht erfasst werden kann.

**[0030]** Es ist außerdem bevorzugt, wenn in Schritt b) die Bauminformation durch folgende Teilschritte ermittelt werden:

- 1) Rekonstruieren einer 3D-Bildinformation aus der erfassten Bildinformation basierend auf dem SFM-Ansatz ,
- 2) Ermitteln der Bauminformation basierend auf der rekonstruierten 3D-Bildinformation.

**[0031]** Structure from Motion (SFM) ist eine Methode 3D Informationen durch die Überlappung zeitversetzter 2D Bilder zu gewinnen, wobei die Parallaxe ausgenutzt wird. Mit dem SFM-Ansatz ist es besonders vorteilhaft, die Bauminformation während einer Bewegung zu erfassen.

**[0032]** Weiter wird ein Fahrzeug vorgeschlagen, umfassend

- eine Bilderfassungssensorik zum Erfassen einer Bildinformation einer Umgebung des Fahrzeugs während einer Fahrt,
- eine Bildverarbeitungseinheit zum Ermitteln einer Bauminformation unter Berücksichtigung von Stromleitungen basierend auf einer Bildinformation, und
- ein Lokalisierungssystem zum Erfassen einer Ortungsinformation bezüglich einer Bauminformation, wobei

das Fahrzeug mit einem Zentralrechner drahtlos datenleitend verbindbar ist, um eine Bauminformation und eine Ortungsinformation bezüglich dieser Bauminformation an den Zentralrechner zu senden.

**[0033]** Es ist bevorzugt, wenn das Fahrzeug eine Auswertungseinheit zur Auswertung einer Bauminformation umfasst, um Stromleitungen gefährdende

Bäume zu erkennen, deren Äste und Blätter während des Wachstums mit einer Stromleitung in Kontakt kommen können.

**[0034]** Dazu ist es denkbar, ein Computerprogramm zur Durchführung eines hier beschriebenen Verfahrens anzuwenden. Dies betrifft mit anderen Worten insbesondere ein Computerprogramm(-produkt), umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programmes durch einen Computer diesen veranlassen, ein hier beschriebenes Verfahren auszuführen.

**[0035]** Es ist außerdem denkbar, ein maschinenlesbares Speichermedium anzuwenden, auf dem das hier vorgeschlagene Computerprogramm gespeichert ist. Regelmäßig handelt es sich bei dem maschinenlesbaren Speichermedium um ein computerlesbares Datenträger.

**[0036]** Das Speichermedium mit dem gespeicherten Computerprogramm kann in dem Steuergerät der jeweiligen Lokalisierungssysteme und/oder in dem Zentralrechner eingerichtet werden.

**[0037]** Weiter wird ein Fahrzeugnetzwerk zur Überwachung von Stromleitungen gefährdenden Bäumen vorgeschlagen, umfassend einen Zentralrechner und eine Mehrzahl von Fahrzeugen, wobei mindestens ein Fahrzeug

- eine Bilderfassungssensorik zum Erfassen einer Bildinformation einer Umgebung des Fahrzeugs während einer Fahrt,
- eine Bildverarbeitungseinheit zum Ermitteln einer Bauminformation unter Berücksichtigung von Stromleitungen basierend auf einer Bildinformation,
- ein Lokalisierungssystem zum Erfassen einer Ortungsinformation bezüglich einer Bauminformation umfasst, und

mit dem Zentralrechner drahtlos datenleitend verbunden ist, um eine Bauminformation und eine Ortungsinformation bezüglich dieser Bauminformation an den Zentralrechner zu senden.

**[0038]** Mit dem Fahrzeugnetzwerk ist hierbei im Wesentlichen ein verteiltes System gemeint, das einen Zusammenschluss unabhängiger Computer (Steuergeräte der Lokalisierungssysteme und Zentralrechner) darstellt, welches sich als Dienstleister für den Benutzer (z. B. Stromversorgungsunternehmen) als ein einziges System präsentieren.

**[0039]** Es ist bevorzugt, wenn das mindestens ein Fahrzeug eine Auswertungseinheit zur Auswertung einer Bauminformation umfasst, um Stromleitungen gefährdende Bäume zu erkennen, deren Äste und Blätter während des Wachstums mit einer Stromleitung in Kontakt kommen können.

**[0040]** Es ist bevorzugt, wenn der Zentralrechner dazu eingerichtet ist, eine Bauminformation auszuwerten, um Stromleitungen gefährdende Bäume zu erkennen, deren Äste und Blätter während des Wachstums mit einer Stromleitung in Kontakt kommen können.

**[0041]** Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der **Fig. 1** erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die **Fig. 1** schematischer Natur ist. Weiter ist darauf hinzuweisen, dass die in der **Fig. 1** gezeigten Merkmale nicht zwingend in der dargestellten Kombination verwendet werden müssen, vielmehr sind Teilmerkmale extrahierbar und mit anderen Erläuterungen der Beschreibung kombinierbar. Etwas anderes soll nur dann gelten, wenn dies hier explizit als eine zwingende Merkmalskombination ausgewiesen ist.

**[0042]** **Fig. 1** zeigt schematisch und beispielhaft ein Fahrzeugnetzwerk 1 zur Überwachung von Stromleitungen 5 gefährdenden Bäumen 6. Das Fahrzeugnetzwerk 1 umfasst einen Zentralrechner 2 und eine Mehrzahl von Fahrzeugen 3 (hier werden beispielhaft drei Fahrzeuge 3 gezeigt). Die Fahrzeuge 3 können innerhalb des vom Fahrzeugnetzwerk 1 abgedeckten Gebiet fahren. Der Zentralrechner 2 kann sich in einem Computerraum (nicht gezeigt) eines Dienstleistungsunternehmens befinden. Jedes Fahrzeug 3 ist mit dem Zentralrechner 2 durch eine drahtlose Verbindung 4 datenleitend verbunden.

**[0043]** Jedes Fahrzeug 3 umfasst eine Bilderfassungssensorik (nicht gezeigt) zum „Sehen“ der Umgebung während seiner Fahrt, eine Bildverarbeitungseinheit (nicht gezeigt) zum Erkennen von Bäumen 6, 7 unter Berücksichtigung von Stromleitungen 5 aus der „gesehenen“ Umgebung, und ein GNSS-basiertes Lokalisierungssystem (nicht gezeigt) zum Bestimmen, wo sich die Bäume 6, 7 befinden. Optional kann jedes Fahrzeug 3 eine Auswertungseinheit (nicht gezeigt) umfassen, um auszuwerten, ob die erkannten Bäume 6, 7 die Stromleitungen 5 gefährdenden Bäume 6 oder die Stromleitungen 5 nicht gefährdenden Bäume 7 sind, sodass nur die Stromleitungen 5 gefährdenden Bäume 6 mit deren Ortsinformationen dem Zentralrechner 2 durch die drahtlose Verbindung 4 übermittelt werden können. Optional kann der Zentralrechner 2 die Auswertungsaufgabe übernehmen, sodass die Bäume 6, 7 in der Nähe der Stromleitungen 5 mit deren Ortsinformationen dem Zentralrechner 2 übermittelt werden sollen.

**[0044]** Mit der Erfindung kann das Fahrzeugnetzwerk 1 den Stromversorgungsunternehmen bzw. der Stromnetzvertreibern einen software- und daten-gestützten Dienst zur Unterstützung bei der Überwachung von Stromleitungen 5 gefährdenden Bäumen 6 anbieten. Im Gegensatz zu der bekannten ungenauen Modellannahme, handelt es sich hierbei um

eine automatische und regelbasierte Überwachung. Der Zentralrechner 2 kann der zuständigen Abteilung des Stromnetzbetreibers die baumrelevanten Informationen liefern, damit zeitgerecht geplant werden kann, wo und wann die Bäume 6 beschnitten werden müssen, um die Überwachungskosten zu reduzieren, eine hohe Versorgungszuverlässigkeit des Stromnetzes aufrechtzuerhalten, und die Überwachung der Bäumen 6, 7 in der Nähe von Stromleitungen 5 zu vermeiden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung von Stromleitungen (5) gefährdenden Bäumen (6) mithilfe eines Fahrzeugnetzwerks (1), das eine Mehrzahl von Fahrzeugen (3) und einen Zentralrechner (2) umfasst, wobei mindestens ein Fahrzeug (3) eine Bilderfassungssensorik, eine Bildverarbeitungseinheit und ein Lokalisierungssystem umfasst, und mit dem Zentralrechner (2) drahtlos datenleitend verbindbar ist, und wobei das Fahrzeugnetzwerk (1) ein bestimmtes Gebiet abdeckt und jedes Fahrzeug (3) innerhalb des Gebiets fahren kann, sodass die Stromleitungen (5) gefährdenden Bäume (6) innerhalb des Gebiets durch das mindestens eine Fahrzeug (3) während einer Fahrt automatisch überwacht werden können, umfassend zumindest folgende Schritte:

a) Erfassen einer Bildinformation einer Umgebung durch die Bilderfassungssensorik eines betreffenden Fahrzeugs (3) während einer Fahrt,  
 b) Ermitteln einer Bauminformation unter Berücksichtigung von Stromleitungen (5) basierend auf der erfassten Bildinformation durch die Bildverarbeitungseinheit des Fahrzeugs (3), und  
 c) Senden der ermittelten Bauminformation und/oder einer durch eine Auswertungseinheit des Fahrzeugs (3) ausgewerteten Bauminformation durch das Fahrzeug (3) an den Zentralrechner (2).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei vor Schritt c) eine Ortungsinformation bezüglich der Bauminformation durch das Lokalisierungssystem erfasst werden, und in Schritt c) die erfasste Ortungsinformation an den Zentralrechner (2) gesendet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei zwischen Schritt b) und Schritt c) die Bauminformation durch eine Auswertungseinheit des Fahrzeugs (3) ausgewertet wird, um Stromleitungen (5) gefährdende Bäume (6) zu erkennen, deren Äste und Blätter während des Wachstums mit einer Stromleitung (5) in Kontakt kommen können, und in Schritt c) die ausgewertete Bauminformation mit der Information der erkannten Bäume (6) an den Zentralrechner (2) gesendet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in Schritt c) die ermittelte Baum-

information an den Zentralrechner (2) gesendet wird, und nach Schritt c) der Zentralrechner (2) die Bauminformation auswertet, um Stromleitungen (5) gefährdende Bäume (6) zu erkennen, deren Äste und Blätter während des Wachstums mit einer Stromleitung (5) in Kontakt kommen können.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in Schritt a) die Bildinformation durch einen Laserscanner, eine Kamera, und/oder eine 360° sphärische Kamera erfasst wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in Schritt b) die Bauminformation durch folgende Teilschritte ermittelt werden:

- 1) Rekonstruieren einer 3D-Bildinformation aus der erfassten Bildinformation basierend auf dem SFM-Ansatz ,
- 2) Ermitteln der Bauminformation basierend auf der rekonstruierten 3D-Bildinformation.

7. Fahrzeug (3), umfassend

- eine Bilderfassungssensorik zum Erfassen einer Bildinformation einer Umgebung des Fahrzeugs (3) während einer Fahrt,
- eine Bildverarbeitungseinheit zum Ermitteln einer Bauminformation unter Berücksichtigung von Stromleitungen (5) basierend auf einer Bildinformation, und
- ein Lokalisierungssystem zum Erfassen einer Ortungsinformation bezüglich einer Bauminformation, wobei das Fahrzeug (3) mit einem Zentralrechner (2) drahtlos datenleitend verbindbar ist, um eine Bauminformation und eine Ortungsinformation bezüglich dieser Bauminformation an den Zentralrechner (2) zu senden.

8. Fahrzeug (3) nach Anspruch 7, umfassend eine Auswertungseinheit zur Auswertung einer Bauminformation, um Stromleitungen (5) gefährdende Bäume (6) zu erkennen, deren Äste und Blätter während des Wachstums mit einer Stromleitung (5) in Kontakt kommen können.

9. Fahrzeugnetzwerk (1) zur Überwachung von Stromleitungen (5) gefährdenden Bäumen (6), umfassend einen Zentralrechner (2) und eine Mehrzahl von Fahrzeugen (3), wobei mindestens ein Fahrzeug (3)

- eine Bilderfassungssensorik zum Erfassen einer Bildinformation einer Umgebung des Fahrzeugs (3) während einer Fahrt,
- eine Bildverarbeitungseinheit zum Ermitteln einer Bauminformation unter Berücksichtigung von Stromleitungen (5) basierend auf einer Bildinformation,
- ein Lokalisierungssystem zum Erfassen einer Ortungsinformation bezüglich einer Bauminformation umfasst, und mit dem Zentralrechner (2) drahtlos datenleitend verbunden ist, um eine Bauminformation und eine Ortungsinformation bezüglich

dieser Bauminformation an den Zentralrechner (2) zu senden.

10. Fahrzeugnetzwerk (1) nach Anspruch 9, wobei das mindestens eine Fahrzeug (3) eine Auswertungseinheit zur Auswertung einer Bauminformation umfasst, um Stromleitungen (5) gefährdende Bäume (6) zu erkennen, deren Äste und Blätter während des Wachstums mit einer Stromleitung (5) in Kontakt kommen können.

11. Fahrzeugnetzwerk (1) nach Anspruch 9, wobei der Zentralrechner (2) dazu eingerichtet ist, eine Bauminformation auszuwerten, um Stromleitungen (5) gefährdende Bäume (6) zu erkennen, deren Äste und Blätter während des Wachstums mit einer Stromleitung (5) in Kontakt kommen können.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

