

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
01. Oktober 2020 (01.10.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/193154 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

A01B 69/04 (2006.01) G05D 1/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/056608

(22) Internationales Anmeldedatum:

12. März 2020 (12.03.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2019 204 237.6

27. März 2019 (27.03.2019) DE

(71) Anmelder: **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; Lö-  
wentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: **IKONEN, Tommy**; Fuchsweg 6, 88045 Fried-  
richshafen (DE). **ARAVA, Muralidhar**; Wendelgardstr.  
17, 88045 Friedrichshafen (DE). **KUHN, Jan-Frederik**;  
Eggenweg 11/3, 88046 Friedrichshafen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,

KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,  
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,  
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,  
SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,  
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,  
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,  
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,  
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,  
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

(54) Title: METHOD AND CONTROL DEVICE FOR CONTROLLING AN AGRICULTURAL VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND STEUEREINRICHTUNG ZUM STEUERN EINES LANDWIRTSCHAFTLICHEN  
FAHRZEUGS

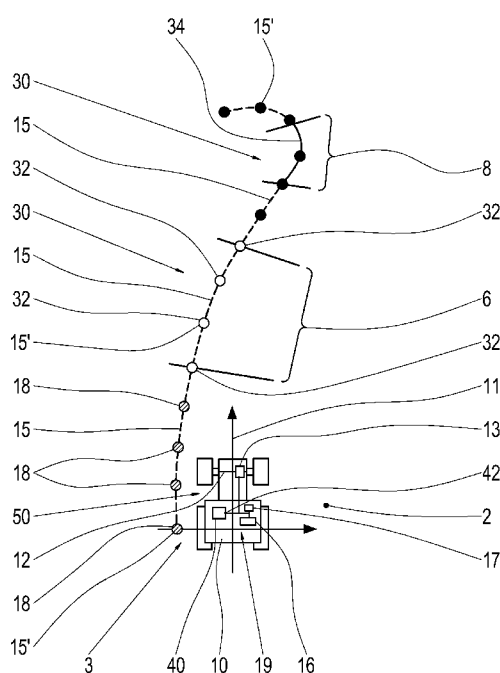


Fig. 1

(57) Abstract: The invention describes a method for controlling an agri-  
cultural vehicle on an agricultural area. Waypoint information is deter-  
mined along a path to be travelled along, and a geometric abstraction of a  
section of the path to be travelled along is determined on the basis there-  
of. At least one travel dynamics component of the agricultural vehicle is  
actuated on the basis of the geometric abstraction. The invention also de-  
scribes a control device for carrying out such a method, a control system  
with such a control device and an agricultural vehicle with this control  
system.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zum  
Steuern eines landwirtschaftlichen Fahrzeugs auf einer landwirtschaftli-  
chen Nutzfläche. Entlang eines zu befahrenden Pfads wird Wegpunktin-  
formation bestimmt und basierend darauf eine geometrische Abstraktion  
von einem zu befahrenden Abschnitt des Pfads bestimmt. Basierend auf  
der geometrischen Abstraktion wird zumindest eine Fahrdynamikkom-  
ponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs angesteuert. Die Erfindung  
beschreibt zudem eine Steuereinrichtung zum Durchführen eines derar-  
tigen Verfahrens, ein Steuerungssystem mit einer solchen Steuereinrich-  
tung und ein landwirtschaftliches Fahrzeug mit diesem Steuerungssys-  
tem.

WO 2020/193154 A1

Verfahren und Steuereinrichtung zum Steuern eines landwirtschaftlichen Fahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, eine Steuereinrichtung und ein Steuerungssystem zum Steuern eines landwirtschaftlichen Fahrzeugs auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Die Erfindung betrifft zudem ein landwirtschaftliches Fahrzeug mit einem derartigen Steuerungssystem.

Es ist bekannt, dass ein landwirtschaftliches Fahrzeug automatisiert auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche fahren kann. Dabei kann zumindest eine Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs automatisiert gesteuert werden.

Die Erfindung bezieht sich in einem Aspekt auf ein Verfahren zum Steuern eines landwirtschaftlichen Fahrzeugs auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Ein oder mehrere Schritte des Verfahrens können automatisiert durchgeführt werden.

Das Steuern des landwirtschaftlichen Fahrzeugs auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche kann eine Spurführung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs aufweisen. Die Spurführung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs kann ein Folgen beziehungsweise Abfahren von einer Fahrspur oder einer Trajektorie mit dem landwirtschaftlichen Fahrzeug aufweisen oder darauf basieren. Bei der Fahrspur kann es sich um eine vorbestimmte Fahrspur handeln. Bei der Trajektorie kann es sich um eine vorbestimmte Trajektorie handeln. Das landwirtschaftliche Fahrzeug kann so entlang der Fahrspur oder der Trajektorie automatisiert geführt beziehungsweise gesteuert werden. Für das Steuern des landwirtschaftlichen Fahrzeugs kann beispielsweise ein lateraler Abstand beziehungsweise ein Versatz zur Fahrspur beziehungsweise zur Trajektorie bestimmt und korrigiert werden. Für das Steuern des landwirtschaftlichen Fahrzeugs kann auch beispielsweise eine Orientierungsabweichung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs zur Fahrspur oder zur Trajektorie bestimmt und korrigiert werden. Das landwirtschaftliche Fahrzeug kann so in vorteilhafter Weise automatisch auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche gesteuert werden. Bei dem Steuern des landwirtschaftlichen Fahrzeugs auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche ist es somit nicht erforderlich, dass das landwirtschaftliche Fahrzeug aktiv von einem Fahrer gesteuert wird.

Das Steuern des landwirtschaftlichen Fahrzeugs auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche kann ein Steuern der Fahrdynamik des landwirtschaftlichen Fahrzeugs aufweisen. Das Steuern der Fahrdynamik kann ein Steuern der Querdynamik des landwirtschaftlichen Fahrzeugs aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann das Steuern des landwirtschaftlichen Fahrzeugs ein Steuern der Längsdynamik des landwirtschaftlichen Fahrzeugs aufweisen. Das Steuern des landwirtschaftlichen Fahrzeugs kann ein Lenken des landwirtschaftlichen Fahrzeugs auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche aufweisen. Dabei kann das landwirtschaftliche Fahrzeug querdynamisch gesteuert werden. Das Steuern des landwirtschaftlichen Fahrzeugs kann ein Beschleunigen beziehungsweise Antreiben des landwirtschaftlichen Fahrzeugs auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche aufweisen. Dabei kann das landwirtschaftliche Fahrzeug längsdynamisch gesteuert werden.

Bei dem landwirtschaftlichen Fahrzeug kann es sich um eine landwirtschaftliche oder forstwirtschaftliche Maschine, ein landwirtschaftliches oder forstwirtschaftliches Gerät oder ein landwirtschaftliches oder forstwirtschaftliches Nutzfahrzeug handeln. Es kann sich bei dem landwirtschaftlichen Fahrzeug um ein landwirtschaftliches Zugfahrzeug handeln, beispielsweise um einen Traktor. Es kann sich bei dem landwirtschaftlichen Fahrzeug auch um ein landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug handeln, beispielsweise um eine Erntemaschine. Bei der landwirtschaftlichen Nutzfläche kann es sich um eine zu bewirtschaftende landwirtschaftliche oder forstwirtschaftliche Fläche handeln. Beispielsweise kann die landwirtschaftliche Nutzfläche ein Acker, ein Feld mit angepflanzten oder abgeernteten Nutzpflanzen, eine Wiese oder einen Wald aufweisen.

In einem Schritt des Verfahrens wird ein Bestimmen von Wegpunktinformation entlang eines Pfads zum Befahren der landwirtschaftlichen Nutzfläche mit dem landwirtschaftlichen Fahrzeug durchgeführt. Bei dem Pfad kann es sich um die Fahrspur oder um die Trajektorie handeln.

Die Wegpunktinformation entlang des Pfads kann eine Vielzahl von Wegpunkten entlang des Pfads aufweisen. Die Vielzahl von Wegpunkten kann mindestens zwei Wegpunkte aufweisen. Bei den Wegpunkten kann es sich um entlang des Pfads äquidistant angeordnete Wegpunkte handeln. Alternativ oder zusätzlich kann es sich bei den Wegpunkten um Wegpunkte mit einem krümmungsbasierten Punktabstand entlang des

Pfads handeln. So können beispielsweise in einem kreisbogenförmigen Abschnitt des Pfads Wegpunkte mit einem Punktabstand bestimmt werden, welcher kleiner ist als ein Punktabstand von Wegpunkten in einem geradlinigen Abschnitt des Pfads. Die Wegpunktinformation entlang des Pfads kann in einem Koordinatensystem bestimmt werden. Bei dem Koordinatensystem kann es sich um ein fahrzeugbezogenes oder um nutzflächenbezogenes Koordinatensystem handeln.

In einem weiteren Schritt des Verfahrens wird ein Bestimmen von mindestens einer geometrischen Abstraktion von mindestens einem in Fahrtrichtung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs vorausliegenden Abschnitt des Pfads basierend auf der bestimmten Wegpunktinformation durchgeführt.

Bei der geometrischen Abstraktion von dem mindestens einen vorausliegenden Abschnitt des Pfads kann es sich um eine Auswahl der bestimmten Wegpunktinformation handeln. Bei der geometrischen Abstraktion von dem mindestens einen vorausliegenden Abschnitt des Pfads kann es sich ferner um eine geometrische Vereinfachung beziehungsweise Parametrisierung der bestimmten Wegpunktinformation handeln. Alternativ oder zusätzlich kann es sich bei der geometrischen Abstraktion von dem mindestens einen vorausliegenden Abschnitt des Pfads um eine mathematische beziehungsweise geometrische Funktion oder Kurve zur Approximation der bestimmten Wegpunktinformation handeln. Die Wegpunktinformation kann hierfür mathematische Stützpunkte aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann es sich bei der geometrischen Abstraktion von dem mindestens einen vorausliegenden Abschnitt des Pfads um ein Trassierungselement beziehungsweise um einen Trassierungsparameter basierend auf dem bestimmten Wegpunktinformation handeln.

Der Abschnitt des Pfads kann einen Teil beziehungsweise Bereich des Pfads aufweisen. Bei dem Abschnitt des Pfads kann es sich um einen geradlinigen oder gekrümmten Abschnitt des Pfads handeln. Handelt es sich bei dem Abschnitt des Pfads um einen geradlinigen Abschnitt, kann als geometrische Abstraktion beispielsweise eine Gerade bestimmt werden. Handelt es sich bei dem Abschnitt des Pfads um einen gekrümmten Abschnitt, kann als geometrische Abstraktion beispielsweise ein Kreisbogen oder eine Klothoide bestimmt werden.

In einem weiteren Schritt des Verfahrens wird ein Ansteuern von zumindest einer Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs basierend auf der bestimmten mindestens einen geometrischen Abstraktion zum Abfahren des Pfads mit dem landwirtschaftlichen Fahrzeug durchgeführt. Die geometrische Abstraktion kann hierfür von einer Fahrdynamiksteuerung angefordert werden, um die zumindest eine Fahrdynamikkomponente anzusteuern. Alternativ dazu kann die geometrische Abstraktion als Steuerbefehl an eine Fahrdynamiksteuerung übertragen werden, um die zumindest eine Fahrdynamikkomponente anzusteuern.

Bei der Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs kann es sich um eine Längsdynamikkomponente oder um eine Querdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs handeln. Die Querdynamikkomponente kann mindestens ein Bauteil einer Lenkung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs aufweisen. Die Längsdynamikkomponente kann mindestens ein Bauteil von einem Antrieb oder von einer Bremsanlage des landwirtschaftlichen Fahrzeugs aufweisen. Die Fahrdynamikkomponente kann ferner mindestens ein Bauteil von einem Antriebsstrang des landwirtschaftlichen Fahrzeugs aufweisen.

Im Rahmen der Erfindung kann Wegpunktinformation zum Befahren der landwirtschaftlichen Nutzfläche an eine Steuereinrichtung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs zum Ansteuern von der zumindest einen Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs übertragen werden. Basierend auf der bestimmten mindestens einen geometrischen Abstraktion, welche auf der Wegpunktinformation basiert, kann Wegpunktinformation mit der Erfindung variabel und flexibel übertragen werden. Die Wegpunktinformation und die geometrische Abstraktion können kontinuierlich beziehungsweise zyklisch, beispielsweise in einem vordefinierten zeitlichen Abstand, bestimmt werden. Auch die zumindest eine Fahrdynamikkomponente kann basierend auf derart kontinuierlich beziehungsweise zyklisch durchgeführten Bestimmungsschritten kontinuierlich beziehungsweise zyklisch angesteuert werden.

Beispielhafte Vorteile der Erfindungen beziehen sich auf ein Datenmanagement zum automatisierten Ansteuern eines landwirtschaftlichen Fahrzeugs. Mit der geometrischen

Abstraktion kann ein (Zwischen-)Speichern von Wegpunktinformation zum Ansteuern von der zumindest einen Fahrdynamikkomponente einen geringeren Speicherbedarf benötigen. Mit der geometrischen Abstraktion kann zudem ein Puffern von Wegpunktinformation zum Ansteuern von der zumindest einen Fahrdynamikkomponente einen geringeren Pufferbedarf benötigen. Mit der geometrischen Abstraktion kann ferner ein Kommunizieren von Wegpunktinformation zum Ansteuern von der zumindest einen Fahrdynamikkomponente eine geringere Kommunikationslast in einem Kommunikationskanal zum Übertragen der geometrischen Abstraktion zur Folge haben. Beispielsweise kann so beim Übertragen von der geometrischen Abstraktion über einen CAN-Bus an die Steuereinrichtung beziehungsweise an die Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs eine Bus-Last in dem CAN-Bus verringert werden.

Im Rahmen der Erfindung kann Wegpunktinformation durch das Bestimmen der mindestens einen geometrischen Abstraktion in Abhängigkeit von einer geometrischen Komplexität des abzufahrenden Pfads des landwirtschaftlichen Fahrzeugs übertragen werden. Die Komplexität des abzufahrenden Pfads kann beispielsweise einen Krümmungsverlauf des abzufahrenden Pfads aufweisen. Mit der Erfindung kann ein durch einzelne Wegpunkte diskret definierter Pfad zum Befahren der landwirtschaftlichen Nutzfläche durch das Bestimmen der geometrischen Abstraktion parametrisiert werden. So kann einerseits eine Bestimmungsgenauigkeit des Pfads erhöht werden und andererseits ein Bestimmungsvolumen des Pfads verringert werden. Die Wegpunktinformation entlang des Pfads kann beim Bestimmen von der mindestens einen geometrischen Abstraktion ferner interpoliert oder extrapoliert werden. So muss zum automatisierten Steuern des landwirtschaftlichen Fahrzeugs zum Abfahren des Pfads in vorteilhafter Weise nicht die gesamte vorbestimmte Wegpunktinformation des abzufahrenden Pfads verwendet werden.

Das Ansteuern von der zumindest einen Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs kann ein Vergleichen von der geometrischen Abstraktion des Abschnitts des Pfads mit einer aktuellen Lage des landwirtschaftlichen Fahrzeugs auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche aufweisen. Die Lage kann eine Position beziehungsweise eine Orientierung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche aufweisen. Zum Ansteuern der zumindest einen Fahrdynamikkomponente

des landwirtschaftlichen Fahrzeugs kann basierend auf einem derartigen Vergleich ein lateraler Abstand des landwirtschaftlichen Fahrzeugs zum abzufahrenden Pfad bestimmt werden. Alternativ oder zusätzlich kann basierend auf einem derartigen Vergleich eine Orientierungsabweichung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs zum abzufahrenden Pfad bestimmt werden. Das Ansteuern von der zumindest einen Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs kann ein Korrigieren des lateralen Abstands beziehungsweise der Orientierungsabweichung aufweisen.

Die zumindest eine Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs kann basierend auf einer Krümmung von dem mindestens einen in Fahrtrichtung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs vorausliegenden Abschnitts des Pfads, welche aus der bestimmten mindestens einen geometrischen Abstraktion abgeleitet werden kann, angesteuert werden. Die zumindest eine Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs kann basierend auf einem aus der Krümmung berechneten Lenkwinkel zum Lenken des landwirtschaftlichen Fahrzeugs angesteuert werden.

Eine Ausführungsform des Verfahrens weist als einen weiteren Schritt ein Erfassen von zumindest einem Abschnitt einer Linie auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche auf. Zumindest einer der Schritte des Bestimmens kann so in Abhängigkeit von dem zumindest einen erfassten Abschnitt der Linie durchgeführt werden. Die Wegpunktinformation kann entlang dem zumindest einen erfassten Abschnitt der Linie bestimmt werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Wegpunktinformation parallel beziehungsweise versetzt zu dem zumindest einen erfassten Abschnitt der Linie bestimmt werden. Der Pfad kann dem zumindest einen erfassten Abschnitt der Linie entsprechen, wobei der Pfad zumindest abschnittsweise entlang dem zumindest einen erfassten Abschnitt der Linie verlaufen kann. Alternativ oder zusätzlich kann der Pfad parallel beziehungsweise versetzt zu dem zumindest einen erfassten Abschnitt der Linie verlaufen.

Die mindestens eine geometrische Abstraktion kann auf zumindest einem erfassten Abschnitt einer Linie basieren. Es kann mindestens eine geometrische Abstraktion von mindestens einem in Fahrtrichtung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs vorausliegenden, zumindest einen erfassten Abschnitts einer Linie bestimmt werden. Der Schritt des Ansteuerns kann basierend auf der bestimmten mindestens einen geometrischen Abs-

traktion von dem mindestens einen in Fahrtrichtung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs vorausliegenden zumindest einen erfassten Abschnitts der Linie durchgeführt werden.

Der zumindest eine Abschnitt einer Linie auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche kann mit einer Umfelderkennungssensorik erfasst werden. Die Umfelderkennungssensorik kann auf dem landwirtschaftlichen Fahrzeug angebracht sein. Die Wegpunktinformation kann mit der Umfelderkennungssensorik erfasst werden. Die Wegpunktinformation kann auch aus Messdaten der Umfelderkennungssensorik abgeleitet werden.

Die Umfelderkennungssensorik kann einen distanzmessenden Sensor aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann die Umfelderkennungssensorik eine Kamera aufweisen. Der distanzmessende Sensor kann auch als ein scannender Sensor ausgebildet sein. Bei dem distanzmessenden Sensor kann es sich beispielsweise um einen Laserscanner, ein Radarmessgerät oder um ein Ultraschallmessgerät handeln. Der Laserscanner, das Radarmessgerät oder das Ultraschallmessgerät kann als ein zweidimensional oder dreidimensional scannender Sensor ausgebildet sein. Die Kamera kann als eine RGB-Kamera oder als eine Multispektralkamera ausgebildet sein. Die Wegpunktinformation kann aus einer mit dem Laserscanner oder mit dem Radarmessgerät erfassten Punktwolke der landwirtschaftlichen Nutzfläche, beispielsweise mit Methoden der Mustererkennung, abgeleitet werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Wegpunktinformation aus einem mit der Kamera erfassten Bild, beispielsweise mit Methoden der Bildverarbeitung, abgeleitet werden. Das Verfahren kann somit basierend auf dem Schritt des Erfassens von dem zumindest einen Abschnitt der Linie auch ein Erkennen von dem zumindest einen Abschnitt der Linie in den von der Umfelderkennungssensorik erfassten Messdaten aufweisen.

Der zumindest eine Abschnitt der Linie kann einen geradlinigen Verlaufsabschnitt oder einen gekrümmten Verlaufsabschnitt aufweisen. Bei dem zu erfassenden zumindest einen Abschnitt der Linie auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche kann es sich um eine linienförmige Erhöhung oder Vertiefung auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche handeln. Bei der zu erfassenden Linie beziehungsweise bei dem zu erfassenden zumindest einen Abschnitt der Linie auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche kann es sich ferner um eine Kante, einen (erhöhten oder vertieften) Verlauf, eine Grenze oder um eine Rinne

auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche handeln. Bei der Rinne kann es sich beispielsweise um eine Fahrzeugspur in einem Bewuchs oder auf einer Geländeoberfläche der landwirtschaftlichen Nutzfläche handeln. Bei einem erhöhten Verlauf kann es sich beispielsweise um einen Schwad handeln. Bei dem zu erfassenden zumindest einen Abschnitt der Linie kann es sich ferner um eine Vegetationslinie oder um eine Geländelinie handeln. Bei der Vegetationslinie kann es sich beispielsweise um eine Mähkante oder um eine Schnittkante auf einem Feld handeln. Bei der Geländelinie kann es sich beispielsweise um eine Grubberkante auf einem Acker handeln.

Eine weitere Ausführungsform des Verfahrens weist als einen weiteren Schritt ein Erfassen von einer Position des landwirtschaftlichen Fahrzeugs auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche mit zumindest einer Komponente eines Satellitenpositionierungssystems auf. Bei der Komponente des Satellitenpositionierungssystems kann es sich beispielsweise um einen GNSS-Empfänger handeln. Zumindest einer der Schritte des Bestimmens kann so in Abhängigkeit von einem vordefinierten Pfad zum Befahren der landwirtschaftlichen Nutzfläche und der erfassten Position des landwirtschaftlichen Fahrzeugs durchgeführt werden. Die Wegpunktinformation kann abzufahrende Fahrzeugpositionen in einem Koordinatensystem des Satellitenpositionierungssystems aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann die Wegpunktinformation versetzt zu den abzufahrenden Fahrzeugpositionen bestimmt werden. Der Pfad kann die Fahrzeugpositionen aufweisen, wobei der Pfad zumindest abschnittsweise entlang den Fahrzeugpositionen verlaufen kann. Alternativ oder zusätzlich kann der Pfad versetzt zu den Fahrzeugpositionen verlaufen.

Die mindestens eine geometrische Abstraktion kann auf den abzufahrenden Fahrzeugpositionen basieren. Es kann mindestens eine geometrische Abstraktion von mindestens einer in Fahrtrichtung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs vorausliegenden Fahrzeugposition bestimmt werden. Der Schritt des Ansteuerns kann basierend auf der bestimmten mindestens einen geometrischen Abstraktion von der mindestens einen in Fahrtrichtung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs vorausliegenden Fahrzeugposition durchgeführt werden.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens weist der Schritt des Bestimmens von Wegpunktinformation ein Bestimmen von mindestens einer Koordinate eines zu befahrenden Wegpunkts entlang des Pfads auf. Die Wegpunktinformation kann Wegpunktkoordinaten aufweisen. Die Wegpunktinformation kann in einem Fahrzeugkoordinatensystem beziehungsweise in einem fahrzeugbezogenen Koordinatensystem bestimmt werden. Bei dem Fahrzeugkoordinatensystem kann es sich um ein mit dem landwirtschaftlichen Fahrzeug mitfahrendes Koordinatensystem handeln. Die Wegpunktinformation kann ferner in einem Nutzflächenkoordinatensystem beziehungsweise in einem nutzflächenbezogenen Koordinatensystem bestimmt werden. Bei dem Nutzflächenkoordinatensystem kann es sich um ein räumlich festes Koordinatensystem, beispielsweise um ein Koordinatensystem eines Satellitenpositionierungssystems, handeln.

Die Wegpunktinformation kann Lageinformation von mindestens einem zu befahrenden Wegpunkt aufweisen. Zusätzlich kann die Wegpunktinformation Höheninformation von mindestens einem zu befahrenden Wegpunkt aufweisen. Ein zu befahrender Wegpunkt entlang des Pfads kann zweidimensionale beziehungsweise lagemäßige Koordinaten in einem der beschriebenen Koordinatensysteme aufweisen. Alternativ kann ein zu befahrender Wegpunkt entlang des Pfads dreidimensionale Koordinaten in einem der beschriebenen Koordinatensysteme aufweisen. Die dreidimensionalen Koordinaten können die zweidimensionalen beziehungsweise lagemäßigen Koordinaten und Höheninformation aufweisen.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens weist der Schritt des Bestimmens von Wegpunktinformation ein Bestimmen von mindestens einer Fahrtgeschwindigkeit des landwirtschaftlichen Fahrzeugs zum Befahren des Pfads auf. Die Wegpunktinformation kann zusätzlich zu einer Lageinformation von einem zu befahrenden Wegpunkt auch Metainformation zu dem zu befahrenden Wegpunkt aufweisen. Bei der Metainformation kann es sich um Information handeln, welche nicht die Lage oder Höhe eines Wegpunkts definiert. Bei der Metainformation kann es sich um Information handeln, wie dieser Wegpunkt mit dem landwirtschaftlichen Fahrzeug befahren werden soll. Die Fahrtgeschwindigkeit des landwirtschaftlichen Fahrzeugs zum Befahren eines Wegpunkts ist ein Beispiel für eine derartige Metainformation. Weitere Beispiele können eine

Beschleunigung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs beim Befahren des Wegpunkts oder eine Lenkungsconfiguration beim Befahren des Wegpunkts sein.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens weist der Schritt des Bestimmens von Wegpunktinformation ein Bestimmen der Wegpunktinformation in einem fahrzeugbezogenen Koordinatensystem auf. Die Wegpunktinformation und die geometrische Abstraktion können somit in einem lokalen Koordinatensystem bestimmt werden. Somit kann in vorteilhafter Weise beim Durchführen des Verfahrens auf eine Koordinatentransformation verzichtet werden.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens weist der Schritt des Bestimmens von der mindestens einen geometrischen Abstraktion ein Auswählen von Wegpunktinformation aus der entlang des Pfads bestimmten Wegpunktinformation entlang des mindestens einen Abschnitts des Pfads auf. Gemäß einer derartigen Auswahl kann mindestens ein Wegpunkt aus der bestimmten Wegpunktinformation ausgewählt werden. Es können mindestens zwei Wegpunkte, beispielsweise drei oder vier Wegpunkte, ausgewählt werden, um die geometrische Abstraktion, zu bestimmen. Entsprechend der Anzahl an ausgewählten Wegpunkte können diese mit einem Polynom entsprechender Ordnung approximiert werden. Die geometrische Abstraktion kann mindestens einen ausgewählten Wegpunkt aufweisen, basierend auf welchem die zumindest eine Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs angesteuert werden kann. Somit kann zum Ansteuern von der zumindest einen Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs ein punktweises Übertragen von Wegpunktinformation durchgeführt werden. Somit kann in vorteilhafter Weise nicht die gesamte Wegpunktinformation beziehungsweise alle Wegpunkte eines Pfads zum Steuern des landwirtschaftlichen Fahrzeugs übertragen werden, sondern lediglich mindestens ein ausgewählter Punkt, welcher zum Ansteuern von der zumindest einen Fahrdynamikkomponente verwendet werden kann.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens weist der Schritt des Bestimmens von der mindestens einen geometrischen Abstraktion ein Berechnen von einer mathematischen Wegpunktverlaufsfunktion für den mindestens einen Abschnitt des Pfads auf. Der mindestens eine Abschnitt des Pfads kann so basierend auf der Wegpunktinforma-

tion entlang des Abschnitts des Pfads mathematisch approximiert werden. Die mathematische Wegpunktverlaufsfunktion kann eine Interpolation beziehungsweise Extrapolation der bestimmten Wegpunktinformation, welche in dem mindestens einen Abschnitt des Pfads liegt, aufweisen. Die mathematische Wegpunktverlaufsfunktion kann ein Polynom oder einen Spline aufweisen, welche basierend auf der Wegpunktinformation als mathematische Stützstellen abgeleitet werden können. Somit kann das Ansteuern von der zumindest einen Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs auf mathematischen Parametern beziehungsweise Koeffizienten von der Wegpunktverlaufsfunktion basieren.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens weist der Schritt des Bestimmens von der mindestens einen geometrischen Abstraktion ein Berechnen von einer Krümmungsinformation zu dem mindestens einen Abschnitt des Pfads auf. Die Krümmungsinformation kann eine Krümmung beziehungsweise einen Radius des mindestens einen Abschnitts des Pfads aufweisen. Basierend auf der Krümmung beziehungsweise dem Radius kann ein Lenkwinkel zum Ansteuern von der zumindest einen Fahrdynamikkomponente berechnet werden. Bei dem Lenkwinkel kann es sich um einen aktuellen oder zukünftigen Lenkwinkel handeln. Das Ansteuern von der zumindest einen Fahrdynamikkomponente kann somit auch krümmungsbasiert erfolgen.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens weist der Schritt des Bestimmens von der mindestens einen geometrischen Abstraktion ein Bestimmen von mindestens einer geometrischen Abstraktion von mindestens einem in Fahrtrichtung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs vorausliegenden und zum landwirtschaftlichen Fahrzeug beabstandeten Abschnitt des Pfads auf. Der vorausliegende und beabstandete Abschnitt des Pfads kann einen Vorausschaubereich entlang des abzufahrenden Pfads definieren. Der beabstandete Abschnitt des Pfads kann durch eine Entfernung von dem landwirtschaftlichen Fahrzeug zu dem beabstandeten Abschnitt definiert werden. Bei der Entfernung kann es sich um einen Vorausschauhorizont handeln, ab welchem die geometrische Abstraktion bestimmt wird. Der vorausliegende und beabstandete Abschnitt kann ferner durch eine weitere Entfernung vom landwirtschaftlichen Fahrzeug bis zu einem Abschnittsende des vorausliegenden und beabstandeten Abschnitts des Pfads definiert werden. Bei der weiteren Entfernung kann es sich um eine Vorausschaugrenze han-

deln, bis zu welcher der vorausliegende beabstandete Abschnitt des Pfads entlang des Pfads definiert werden kann. Bei der geometrischen Abstraktion kann es sich somit um eine entlang des Pfads vorausseilende bereichsweise geometrische Abstraktion handeln. Bis zu dem beabstandeten Abschnitt des Pfads kann Information zu einem abzufahren- den Pfad bereits gepuffert werden.

Eine weitere Ausführungsform des Verfahrens weist als einen weiteren Schritt ein Bestimmen von dem mindestens einen in Fahrtrichtung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs vorausliegenden und zum landwirtschaftlichen Fahrzeug beabstandeten Abschnitt des Pfads in Abhängigkeit von einer aktuellen Fahrtgeschwindigkeit des landwirtschaftlichen Fahrzeugs auf. Zumindest eine der beiden beschriebenen Entfernungen zum Definieren des vorausliegenden beabstandeten Abschnitts kann so in Abhängigkeit von der aktuellen Fahrtgeschwindigkeit des landwirtschaftlichen Fahrzeugs definiert werden. Der vorausliegende beabstandete Abschnitt des Pfads kann, je größer die Fahrtgeschwindigkeit des landwirtschaftlichen Fahrzeugs ist, in einer umso größeren Entfernung zum landwirtschaftlichen Fahrzeug entlang des Pfads in Fahrtrichtung vor diesem definiert werden.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens weist der Schritt des Bestimmens von der mindestens einen geometrischen Abstraktion ein Bestimmen von zwei geometrischen Abstraktionen von zwei in Fahrtrichtung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs vorausliegenden, verschiedenen Abschnitten des Pfads auf. Ein Abschnitt der beiden Abschnitte kann so zum Ansteuern einer Querdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs im Schritt des Ansteuerns berücksichtigt werden. Der andere Abschnitt der beiden Abschnitte kann so ferner zum Ansteuern von einer Längsdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs im Schritt des Ansteuerns berücksichtigt werden.

Eine erste geometrische Abstraktion in dem einen Abschnitt der beiden Abschnitte kann zum Lenken des landwirtschaftlichen Fahrzeugs beim Ansteuern von einer Lenkung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs berücksichtigt werden. Der andere Abschnitt der beiden Abschnitte kann ferner zum Ansteuern von einem Antrieb des landwirtschaftlichen Fahrzeugs berücksichtigt werden. Das jeweilige Ansteuern kann ein aktuelles oder

zukünftiges Ansteuern für ein entsprechendes Lenken oder Antreiben des Fahrzeugs sein.

Mindestens einer der beiden vorausliegenden, verschiedenen Abschnitte des Pfads kann beabstandet zum Fahrzeug in Fahrtrichtung des Fahrzeugs vor diesem definiert werden. Die beiden vorausliegenden, verschiedenen Abschnitte können sich ferner überlappen oder zueinander beabstandet sein. Der eine Abschnitt der beiden Abschnitte zum Ansteuern der Querdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs kann weniger beabstandet zum landwirtschaftlichen Fahrzeug definiert werden als der andere Abschnitt der beiden Abschnitte zum Ansteuern von der Längsdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs. Somit kann basierend auf einem näher an dem landwirtschaftlichen Fahrzeug liegenden, ersten Vorausschaubereich beziehungsweise in einem Nahbereich eine Lenkung gesteuert beziehungsweise geregelt werden. Zudem kann basierend auf einem weiter entfernten, zweiten Vorausschaubereich beziehungsweise Fernbereich dagegen eine Fahrtgeschwindigkeit beziehungsweise Beschleunigung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs gesteuert beziehungsweise geregelt werden. Mindestens einer der beiden Abschnitte kann in Abhängigkeit einer aktuellen Fahrdynamikgröße, beispielsweise einer aktuellen Fahrtgeschwindigkeit, festgelegt werden. Es kann auch der Abstand von mindestens einem der beiden Abschnitte derart festgelegt werden.

Die Erfindung bezieht sich in einem weiteren Aspekt auf eine Steuereinrichtung zum Durchführen der Schritte des Verfahrens nach dem vorhergehenden Aspekt. Bei der Steuereinrichtung kann es sich um die Steuereinrichtung zum Ansteuern von der zumindest einen Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs handeln.

Die Steuereinrichtung weist eine Bestimmungseinheit zum Bestimmen von Wegpunktinformation entlang eines Pfads zum Befahren einer landwirtschaftlichen Nutzfläche auf. Die Steuereinrichtung weist zudem eine Abstraktionseinheit zum Bestimmen von mindestens einer geometrischen Abstraktion von mindestens einem in Fahrtrichtung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs vorausliegenden Abschnitt des Pfads basierend auf der bestimmten Wegpunktinformation auf. Eine Bestimmungseinheit zum Bestimmen von der mindestens einen geometrischen Abstraktion kann die Bestimmungseinheit zum

Bestimmen von der Wegpunktinformation und die Abstraktionseinheit zum Bestimmen von der mindestens einen geometrischen Abstraktion aufweisen. Die beschriebenen Einheiten können ein integraler Bestandteil der Steuereinrichtung sein.

Die Steuereinrichtung weist zudem eine Schnittstelle zum Ausgeben eines Steuerbefehls zum Ansteuern von zumindest einer Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs basierend auf der bestimmten mindestens einen geometrischen Abstraktion zum Abfahren des Pfads auf. Die Schnittstelle zum Ausgeben des Steuerbefehls kann mit mindestens einer von einer Querdynamikkomponente und einer Längsdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs verbunden sein. Beispielsweise kann die Schnittstelle mit einer Lenkung beziehungsweise mit einer Lenkungssteuereinrichtung oder mit einem Antrieb beziehungsweise mit einer Antriebssteuereinrichtung verbunden sein.

Die Erfindung bezieht sich in einem weiteren Aspekt auf ein Steuerungssystem mit einer Steuereinrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt. Das Steuerungssystem weist mindestens eine Fahrdynamiksteuereinrichtung zum Empfangen von einem von der Steuereinrichtung ausgegebenen Steuerbefehl auf. Bei dem Steuerbefehl handelt es sich um einen der beschriebenen Steuerbefehle.

Bei der Fahrdynamiksteuereinrichtung kann es sich um eine Querdynamiksteuereinrichtung zum Steuern einer Querdynamik des landwirtschaftlichen Fahrzeugs handeln. Alternativ oder zusätzlich kann es sich bei der Fahrdynamiksteuereinrichtung um eine Längsdynamiksteuereinrichtung zum Steuern von einer Längsdynamik des landwirtschaftlichen Fahrzeugs handeln. Bei der Querdynamiksteuereinrichtung kann es sich um eine Steuereinrichtung zum Steuern der Lenkung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs beziehungsweise um eine Lenkungssteuerung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs handeln. Bei der Längsdynamiksteuereinrichtung kann es sich um eine Steuereinrichtung zum Steuern des Antriebs des landwirtschaftlichen Fahrzeugs beziehungsweise um eine Antriebssteuerung des landwirtschaftlichen Fahrzeugs handeln.

Die Erfindung betrifft in einem weiteren Aspekt ein landwirtschaftliches Fahrzeug mit einem Steuerungssystem nach dem vorhergehenden Aspekt zum Steuern des landwirt-

schaftlichen Fahrzeugs auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Bei dem landwirtschaftlichen Fahrzeug kann es sich um eines der beschriebenen landwirtschaftlichen Fahrzeuge handeln.

Das landwirtschaftliche Fahrzeug kann als ein automatisiertes landwirtschaftliches Fahrzeug ausgebildet sein. Das landwirtschaftliche Fahrzeug kann auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche in einem automatisierten Betrieb beziehungsweise autonom betrieben werden.

Fig. 1 zeigt in einer Draufsicht ein landwirtschaftliches Fahrzeug mit einem Steuerungssystem und einer Steuereinrichtung nach einer jeweiligen Ausführungsform der Erfindung auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche zum Erläutern eines Verfahrens zum Steuern des landwirtschaftlichen Fahrzeugs gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm von Verfahrensschritten zum Durchführen des Verfahrens zum Steuern des landwirtschaftlichen Fahrzeugs gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 1 zeigt ein landwirtschaftliches Fahrzeug 10 beim Befahren einer landwirtschaftlichen Nutzfläche 2. Das landwirtschaftliche Fahrzeug 10 befährt die landwirtschaftliche Nutzfläche 2 entlang eines Pfads 15, wobei das landwirtschaftliche Fahrzeug 10 aktuell einen lateralen Versatz 3 zum Pfad 15 aufweist. Der laterale Versatz 3 ist ein eingestellter lateraler Versatz 3 oder ein zu korrigierender lateraler Versatz 3. Der laterale Versatz 3 entspricht einer Abszisse in einem Fahrzeugkoordinatensystem 19 des landwirtschaftlichen Fahrzeugs 10.

Der Pfad 15 zum Befahren der landwirtschaftlichen Nutzfläche 2 ist durch eine Vielzahl von Wegpunkten 15' entlang des Pfads 15 definiert. In einer Ausführungsform definieren die Wegpunkte 15' den abzufahrenden Pfad 15. In Fahrtrichtung 11 vor dem landwirtschaftlichen Fahrzeug 10 liegen bereits gepufferte Wegpunkte 18, basierend auf welchen das landwirtschaftliche Fahrzeug 10 den Pfad 15 aktuell und versetzt abfährt. Die Ordinate des Fahrzeugkoordinatensystems 19 entspricht der Fahrtrichtung 11. Ent-

lang des Pfad 15 sind in der gezeigten Ausführungsform zwei vorausliegende Abschnitte 6, 8 entlang des Pfads 15 definiert. Der erste Abschnitt 6 ist in Fahrtrichtung 11 des landwirtschaftlichen Fahrzeugs 10 beabstandet zu diesem definiert. Der zweite Abschnitt 8 ist in Fahrtrichtung 11 des landwirtschaftlichen Fahrzeugs 10 auch beabstandet zu diesem definiert, wobei der zweite Abschnitt 8 in Fahrtrichtung 11 des landwirtschaftlichen Fahrzeugs 10 zudem beabstandet zum ersten Abschnitt 6 definiert ist. Beide Abschnitte 6, 8 weisen eine jeweilige geometrische Abstraktion 30 des Pfads 15 auf.

Die geometrische Abstraktion 30 des ersten Abschnitts 6 weist eine Auswahl von Wegpunktkoordinaten 32 der Wegpunkte 15' des Pfads 15 auf. Der zweite Abschnitt 8 weist als geometrische Abstraktion 30 eine Krümmung 34 des zweiten Abschnitts 8 auf. Die Krümmung 34 ist basierend auf einer Auswahl von Wegpunkten 15' in dem zweiten Abschnitt 8 berechnet.

Zum Ansteuern von einer Lenkung 12 des landwirtschaftlichen Fahrzeugs 10, welche in der gezeigten Ausführungsform als eine Vorderachslenkung ausgebildet ist, wird eine Lenkungssteuerung 13 von einer Steuereinrichtung 40 des landwirtschaftlichen Fahrzeugs 10 angesteuert. Zum Ansteuern der Lenkung 12 über die Lenkungssteuerung 13 werden nicht die Wegpunkte 15' entlang des Pfads 15 von der Steuereinrichtung 40 zur Lenkungssteuerung 13 übertragen, sondern die geometrische Abstraktion 30 des ersten Abschnitts 6. Die Steuereinrichtung 40 übermittelt basierend auf der geometrischen Abstraktion 30 des ersten Abschnitts 6 über eine Ausgabeschnittstelle 42 zum Ansteuern der Lenkung 12 einen Steuerbefehl an die Lenkungssteuerung 13.

Zum Ansteuern von einem Antrieb 16 des landwirtschaftlichen Fahrzeugs 10 wird zumindest die geometrische Abstraktion 30 des zweiten Abschnitts 8 an eine Antriebssteuerung 17 übertragen. Die Antriebssteuerung 17 steuert basierend auf der zumindest einen geometrischen Abstraktion 30 des Abschnitts 8 den Antrieb 16 des landwirtschaftlichen Fahrzeugs 10. Die Steuereinrichtung 40 übermittelt basierend auf der geometrischen Abstraktion 30 des zweiten Abschnitts 8 über die Ausgabeschnittstelle 42 einen weiteren Steuerbefehl zum Steuern des Antriebs 16 an die Antriebssteuerung 17.

Die Steuereinrichtung 40, die Lenkungssteuerung 13 und die Antriebssteuerung 17 bilden ein Steuerungssystem 50 zum Steuern der Längsdynamik und Querdynamik des landwirtschaftlichen Fahrzeugs 10.

Fig. 2 zeigt Verfahrensschritte S1 bis S4 zum Steuern des in Fig. 1 gezeigten landwirtschaftlichen Fahrzeugs 10 auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche 2. Die Schritte S1 bis S4 sind in einer Schleife kontinuierlich wiederholbar.

In einem ersten Schritt S1 erfolgt eine Linienfassung. In diesem Schritt S1 wird der in Fig. 1 gezeigte Pfad 15 mit einer in Fig. 1 nicht gezeigten Umfelderkennungssensorik des landwirtschaftlichen Fahrzeugs 10 erfasst. In einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Pfad 15 um den Grat eines Schwads auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche 2, welchen das landwirtschaftliche Fahrzeug 10 lateral versetzt, wie in Fig. 1 gezeigt, abfahren soll.

In einem zweiten Schritt S2 erfolgt eine Pfadbestimmung. In einem ersten Unterschritt S2a des zweiten Schritts S2 erfolgt eine Wegpunktinformationsbestimmung. Die in Fig. 2 gezeigten Wegpunkte 15' entlang des im ersten Schritt S1 erfassten Pfads 15 werden bestimmt. Basierend auf den bestimmten Wegpunkten 15' entlang des Pfads 15 wird in einem weiteren zweiten Unterschritt S2b des zweiten Schritts S2 eine Abstraktionsbestimmung durchgeführt. In diesem zweiten Unterschritt S2b werden die geometrischen Abstraktionen 30 der zwei in Fahrtrichtung 11 des Fahrzeugs 10 vorausliegenden Abschnitte 6, 8 des abzufahrenden Pfads 15 bestimmt.

In einem weiteren dritten Schritt S3 wird eine Fahrdynamikansteuerung durchgeführt. Mit der in Fig. 1 gezeigten Steuereinrichtung 40 wird die Lenkungssteuerung 13 zum Lenken des landwirtschaftlichen Fahrzeugs 10 basierend auf zumindest einer der geometrischen Abstraktionen 30 angesteuert. In diesem dritten Schritt S3 wird zudem mit der Steuereinrichtung 40 die Antriebssteuerung 17 zum Antreiben des landwirtschaftlichen Fahrzeugs 10 basierend auf zumindest einer der geometrischen Abstraktionen 30 angesteuert. In einem weiteren vierten Schritt S4 wird die landwirtschaftliche Nutzfläche 2 mit dem landwirtschaftlichen Fahrzeug 10 basierend auf dem dritten Schritt S3 abgefahren.

Bezugszeichen

|      |                                |
|------|--------------------------------|
| 2    | landwirtschaftliche Nutzfläche |
| 3    | Versatz                        |
| 6, 8 | vorausliegender Abschnitt      |
| 10   | landwirtschaftliches Fahrzeug  |
| 11   | Fahrtrichtung                  |
| 12   | Lenkung                        |
| 13   | Lenkungssteuerung              |
| 15   | Pfad                           |
| 15'  | Wegpunkt                       |
| 16   | Antrieb                        |
| 17   | Antriebssteuerung              |
| 18   | gepufferte Wegpunkte           |
| 19   | Fahrzeugkoordinatensystem      |
| 30   | geometrische Abstraktion       |
| 32   | Wegpunktkoordinaten            |
| 34   | Krümmung                       |
| 40   | Steuereinrichtung              |
| 42   | Ausgabeschnittstelle           |
| 50   | Steuerungssystem               |
|      |                                |
| S1   | Linienfassung                  |
| S2   | Pfadbestimmung                 |
| S2a  | Wegpunktinformationsbestimmung |
| S2b  | Abstraktionsbestimmung         |
| S3   | Fahrdynamikansteuerung         |
| S4   | Nutzflächenbefahrung           |

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines landwirtschaftlichen Fahrzeugs (10) auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche (2), mit den Schritten:
  - Bestimmen (S2a) von Wegpunktinformation entlang eines Pfads (15) zum Befahren der landwirtschaftlichen Nutzfläche (2) mit dem landwirtschaftlichen Fahrzeug (10),
  - Bestimmen (S2b) von mindestens einer geometrischen Abstraktion (30) von mindestens einem in Fahrtrichtung (11) des landwirtschaftlichen Fahrzeugs (10) vorausliegenden Abschnitts (6) des Pfads (15) basierend auf der bestimmten Wegpunktinformation, und
  - Ansteuern (S3) von zumindest einer Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs (10) basierend auf der bestimmten mindestens einen geometrischen Abstraktion (30) zum Abfahren (S4) des Pfads (15) mit dem landwirtschaftlichen Fahrzeug (10).
2. Verfahren nach Anspruch 1, mit dem weiteren Schritt eines Erfassens (S1) von zumindest einem Abschnitt einer Linie auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche (2), wobei zumindest einer der Schritte des Bestimmens (S2a, S2b) in Abhängigkeit von dem zumindest einen erfassten Abschnitts der Linie durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, mit dem weiteren Schritt eines Erfassens (S1) von einer Position des landwirtschaftlichen Fahrzeugs (10) auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche (2) mit zumindest einer Komponente eines Satellitenpositionierungssystems, wobei zumindest einer der Schritte des Bestimmens (S2a, S2b) in Abhängigkeit von einem vordefinierten Pfad zum Befahren der landwirtschaftlichen Nutzfläche (2) und der erfassten Position des landwirtschaftlichen Fahrzeugs (10) durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Bestimmens (S2a) von Wegpunktinformation ein Bestimmen von mindestens einer Koordinate eines zu befahrenden Wegpunkts (15') entlang des Pfads (15) aufweist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Bestimmens (S2a) von Wegpunktinformation ein Bestimmen von mindestens einer Fahrtge-

schwindigkeit des landwirtschaftlichen Fahrzeugs (10) zum Befahren des Pfads (15) aufweist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Bestimmens (S2a) von Wegpunktinformation ein Bestimmen der Wegpunktinformation in einem fahrzeugbezogenen Koordinatensystem (19) aufweist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Bestimmens (S2b) von der mindestens einen geometrischen Abstraktion (30) ein Auswählen von Wegpunktinformation aus der entlang des Pfads (15) bestimmten Wegpunktinformation entlang des mindestens einen Abschnitts (6) des Pfads (15) aufweist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Bestimmens (S2b) von der mindestens einen geometrischen Abstraktion (30) ein Berechnen von einer mathematischen Wegpunktsverlaufsfunktion für den mindestens einen Abschnitt (6) des Pfads (15) aufweist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Bestimmens (S2b) von der mindestens einen geometrischen Abstraktion (30) ein Berechnen von einer Krümmungsinformation zu dem mindestens einen Abschnitt (6) des Pfads (15) aufweist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Bestimmens (S2b) von der mindestens einen geometrischen Abstraktion (30) ein Bestimmen von mindestens einer geometrischen Abstraktion (30) von mindestens einem in Fahrtrichtung (11) des landwirtschaftlichen Fahrzeugs (10) vorausliegenden und zum landwirtschaftlichen Fahrzeug (10) beabstandeten Abschnitts (6) des Pfads (15) aufweist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, mit dem weiteren Schritt eines Bestimmens von dem mindestens einem in Fahrtrichtung (11) des landwirtschaftlichen Fahrzeugs (10) vorausliegenden und zum landwirtschaftlichen Fahrzeug (10) beabstandeten Abschnitts (6)

des Pfads (15) in Abhängigkeit von einer aktuellen Fahrtgeschwindigkeit des landwirtschaftlichen Fahrzeugs (10).

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Bestimmens (S2b) von der mindestens einen geometrischen Abstraktion (30) ein Bestimmen von zwei geometrischen Abstraktionen (30) von zwei in Fahrtrichtung (11) des landwirtschaftlichen Fahrzeugs (10) vorausliegenden, verschiedenen Abschnitten (6, 8) des Pfads (15) aufweist, wobei ein Abschnitt (6) der beiden Abschnitte (6, 8) zum Ansteuern einer Querdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs (10) und der andere Abschnitt (8) der beiden Abschnitte (6, 8) zum Ansteuern von einer Längsdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs (10) im Schritt des Ansteuerens (S3) berücksichtigt wird.

13. Steuereinrichtung (40) zum Durchführen der Schritte eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Bestimmungseinheit zum Bestimmen von Wegpunktinformation entlang eines Pfads (15) zum Befahren einer landwirtschaftlichen Nutzfläche (2), einer Abstraktionseinheit zum Bestimmen von mindestens einer geometrischen Abstraktion von mindestens einem in Fahrtrichtung (11) des landwirtschaftlichen Fahrzeugs (10) vorausliegenden Abschnitt (6) des Pfads (15) basierend auf der bestimmten Wegpunktinformation, und einer Schnittstelle (42) zum Ausgeben eines Steuerbefehls zum Ansteuern von zumindest einer Fahrdynamikkomponente des landwirtschaftlichen Fahrzeugs (10) basierend auf der bestimmten mindestens einen geometrischen Abstraktion zum Abfahren des Pfads (15).

14. Steuerungssystem (50) mit einer Steuereinrichtung (40) nach Anspruch 13 und mindestens einer Fahrdynamiksteuereinrichtung (13, 17) zum Empfangen von einem von der Steuereinrichtung (40) nach Anspruch 13 ausgegebenen Steuerbefehls.

15. Landwirtschaftliches Fahrzeug (10) mit einem Steuerungssystem (50) nach Anspruch 14 zum Steuern eines landwirtschaftlichen Fahrzeugs (10) auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche (2).

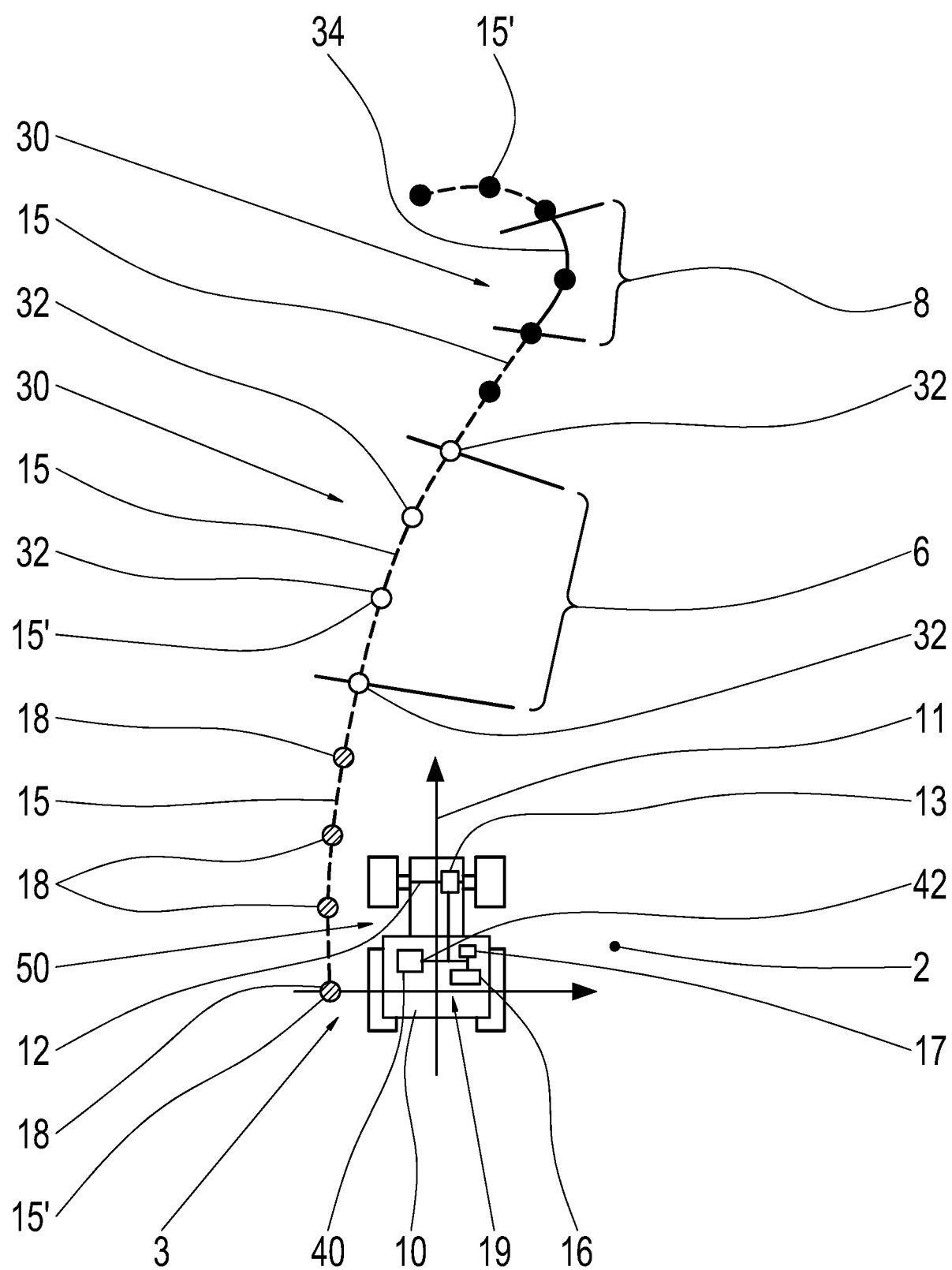
$1/2$ 

Fig. 1

2/2

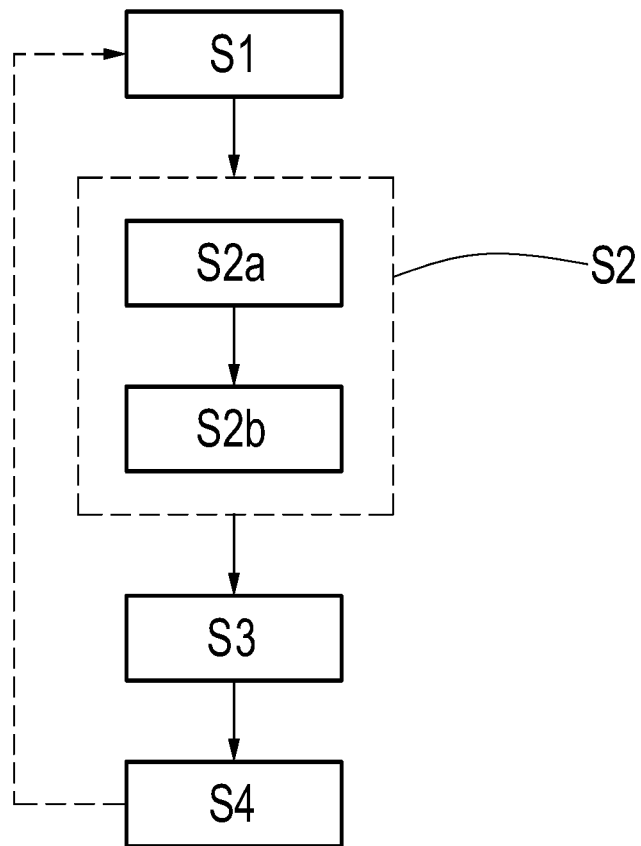


Fig. 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/056608

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****A01B 69/04**(2006.01)i; **G05D 1/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A01B; G05D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                   | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | US 2018359904 A1 (FOSTER CHRISTOPHER ALAN [US] ET AL) 20 December 2018 (2018-12-20)<br>paragraphs [0016] - [0061]; figures           | 1-15                  |
| X         | US 2004193349 A1 (FLANN NICHOLAS SIMON [US] ET AL) 30 September 2004 (2004-09-30)<br>paragraphs [0019] - [0109]; figures             | 1-15                  |
| X         | WO 2012112205 A1 (CNH AMERICA LLC [US]; WANG GUOPING [US] ET AL.) 23 August 2012 (2012-08-23)<br>paragraphs [0026] - [0057]; figures | 1-15                  |
| X         | EP 1915894 A2 (CNH BELGIUM NV [BE]) 30 April 2008 (2008-04-30)<br>paragraphs [0019] - [0050]; figures                                | 1-15                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

03 June 2020

Date of mailing of the international search report

15 June 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office  
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk  
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Vedoato, Luca

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2020/056608**

| Patent document<br>cited in search report |            |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |              |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|------------|----|--------------------------------------|-------------------------|--------------|----|--------------------------------------|
| US                                        | 2018359904 | A1 | 20 December 2018                     | US                      | 2018359904   | A1 | 20 December 2018                     |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 2019141878   | A1 | 16 May 2019                          |
| US                                        | 2004193349 | A1 | 30 September 2004                    | NONE                    |              |    |                                      |
| WO                                        | 2012112205 | A1 | 23 August 2012                       | AU                      | 2011359328   | A1 | 02 May 2013                          |
|                                           |            |    |                                      | BR                      | 112013010093 | A2 | 16 August 2016                       |
|                                           |            |    |                                      | EP                      | 2675260      | A1 | 25 December 2013                     |
|                                           |            |    |                                      | RU                      | 2013142426   | A  | 27 March 2015                        |
|                                           |            |    |                                      | UA                      | 111735       | C2 | 10 June 2016                         |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 2013231823   | A1 | 05 September 2013                    |
|                                           |            |    |                                      | WO                      | 2012112205   | A1 | 23 August 2012                       |
| EP                                        | 1915894    | A2 | 30 April 2008                        | EP                      | 1915894      | A2 | 30 April 2008                        |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 2008103694   | A1 | 01 May 2008                          |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. A01B69/04 G05D1/00  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

#### B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 A01B G05D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

#### C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                               | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| X          | US 2018/359904 A1 (FOSTER CHRISTOPHER ALAN [US] ET AL) 20. Dezember 2018 (2018-12-20)<br>Absätze [0016] - [0061]; Abbildungen<br>-----           | 1-15               |
| X          | US 2004/193349 A1 (FLANN NICHOLAS SIMON [US] ET AL) 30. September 2004 (2004-09-30)<br>Absätze [0019] - [0109]; Abbildungen<br>-----             | 1-15               |
| X          | WO 2012/112205 A1 (CNH AMERICA LLC [US]; WANG GUOPING [US] ET AL.) 23. August 2012 (2012-08-23)<br>Absätze [0026] - [0057]; Abbildungen<br>----- | 1-15               |
| X          | EP 1 915 894 A2 (CNH BELGIUM NV [BE]) 30. April 2008 (2008-04-30)<br>Absätze [0019] - [0050]; Abbildungen<br>-----                               | 1-15               |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Juni 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/06/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Vedoato, Luca

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/056608

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    |            | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |            |  | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|----|------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------|--|-------------------------------|
| US 2018359904                                      | A1 | 20-12-2018 | US 2018359904                 | A1                                | 20-12-2018 |  |                               |
|                                                    |    |            | US 2019141878                 | A1                                | 16-05-2019 |  |                               |
| -----                                              |    |            |                               |                                   |            |  |                               |
| US 2004193349                                      | A1 | 30-09-2004 | KEINE                         |                                   |            |  |                               |
| -----                                              |    |            |                               |                                   |            |  |                               |
| WO 2012112205                                      | A1 | 23-08-2012 | AU 2011359328                 | A1                                | 02-05-2013 |  |                               |
|                                                    |    |            | BR 112013010093               | A2                                | 16-08-2016 |  |                               |
|                                                    |    |            | EP 2675260                    | A1                                | 25-12-2013 |  |                               |
|                                                    |    |            | RU 2013142426                 | A                                 | 27-03-2015 |  |                               |
|                                                    |    |            | UA 111735                     | C2                                | 10-06-2016 |  |                               |
|                                                    |    |            | US 2013231823                 | A1                                | 05-09-2013 |  |                               |
|                                                    |    |            | WO 2012112205                 | A1                                | 23-08-2012 |  |                               |
| -----                                              |    |            |                               |                                   |            |  |                               |
| EP 1915894                                         | A2 | 30-04-2008 | EP 1915894                    | A2                                | 30-04-2008 |  |                               |
|                                                    |    |            | US 2008103694                 | A1                                | 01-05-2008 |  |                               |
| -----                                              |    |            |                               |                                   |            |  |                               |