

(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  
27. Februar 2025 (27.02.2025)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2025/040407 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
A01B 76/00 (2006.01) A01M 7/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/071977

(22) Internationales Anmeldedatum:  
02. August 2024 (02.08.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2023 208 084.2  
24. August 2023 (24.08.2023) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

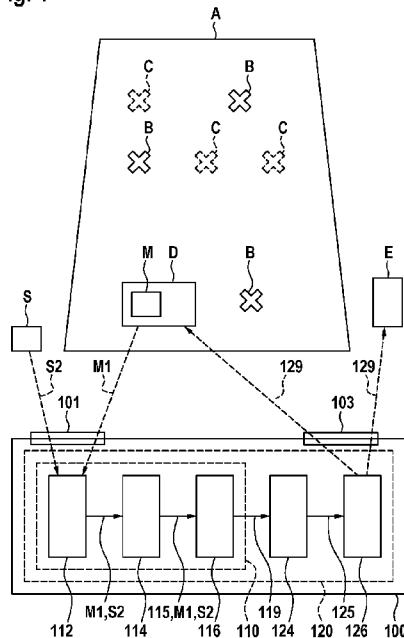
(72) Erfinder: **LINK-DOLEZAL, Johanna**; Lange Aecker 66, 73770 Denkendorf (DE). **LEINBERGER, Martin**; Guelser Strasse 33, 56073 Koblenz (DE). **SEITZ, Peter**; Brunnenstrasse 10, 71272 Renningen (DE).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CREATING A SPATIOTEMPORAL MAP OF AN AGRICULTURALLY RELEVANT PHYSICAL QUANTITY, AND METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING AN AGRICULTURAL WORKING PROCESS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERZEUGEN EINER RÄUMLICH-ZEITLICHEN KARTE EINER LANDWIRTSCHAFTLICH RELEVANTEN PHYSIKALISCHEN GRÖÖE SOWIE VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM STEuern EINES LANDWIRTSCHAFTLICHEN ARBEITSPROZESSES

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for creating a spatiotemporal map (119) of an agriculturally relevant physical quantity. The method comprises a step of reading-in first measurement data (M1) from a mobile sensor (M) and second measurement data (S2) from a stationary sensor (S) via an input interface (101). The mobile sensor (M) is arranged on an agricultural working machine (D) which moves in a predefined agricultural working area (A). The stationary sensor (S) is arranged in a fixed geographical relationship to the working area (A). The method also comprises the step of determining correlation data (115) using the first measurement data (M1) and the second measurement data (S2), wherein the correlation data (115) represent a correlation between the first measurement data (M1) and the second measurement data (S2). The method also comprises a step of generating virtual measurement data using the correlation data (115) and the second measurement data (S2) in order to create the spatiotemporal map (119) using the first measurement values (M1), the second measurement values (S2) and the virtual measurement values.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen einer räumlich-zeitlichen Karte (119) einer landwirtschaftlich relevanten physikalischen Größe. Das Verfahren umfasst einen Schritt des Einlesens von ersten Messdaten (M1) von einem mobilen Sensor (M) und von zweiten Messdaten (S2) von einem stationären Sensor (S) über eine Eingangsschnittstelle (101). Der mobile Sensor (M) ist an einer landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine (D) angeordnet, die sich in einem vordefinierten landwirtschaftlichen Arbeitsgebiet (A) bewegt. Der stationäre Sensor (S) ist in einer festen geografischen Beziehung zu dem Arbeitsgebiet (A) angeordnet. Das Verfahren umfasst ferner einen Schritt des Ermitteln von Korrelationsdaten (115) unter Verwendung der ersten Messdaten (M1) und der zweiten Messdaten (S2), wobei die Korrelationsdaten (115) eine Korrelation zwischen den ersten Messdaten (M1) und

WO 2025/040407 A1

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)

---

den zweiten Messdaten (S2) repräsentieren. Auch umfasst das Verfahren einen Schritt des Generierens von virtuellen Messwerten unter Verwendung der Korrelationsdaten (115) und der zweiten Messdaten (S2), um die räumlich-zeitliche Karte (119) unter Verwendung der ersten Messwerte (M1), der zweiten Messwerte (S2) und der virtuellen Messwerte zu erzeugen.

5 Beschreibung

Titel

Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen einer räumlich-zeitlichen Karte einer landwirtschaftlich relevanten physikalischen Größe sowie Verfahren und  
10 Vorrichtung zum Steuern eines landwirtschaftlichen Arbeitsprozesses

Stand der Technik

15 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erzeugen einer räumlich-zeitlichen Karte einer landwirtschaftlich relevanten physikalischen Größe, auf ein Verfahren zum Steuern eines landwirtschaftlichen Arbeitsprozesses, auf eine entsprechende Vorrichtung sowie auf ein entsprechendes Computerprogrammprodukt und ein entsprechendes maschinenlesbares Speichermedium.

20

Umgebungsbedingungen, wie beispielsweise das Wetter, können einen starken Einfluss auf landwirtschaftliche Prozesse haben und viele der Entscheidungen bestimmen, die insbesondere während eines Anbaus von Nutzpflanzen zu treffen sind. Herkömmlicherweise können beispielsweise auf der Grundlage von stationären Wetterstationen, die von staatlichen Stellen oder privaten Unternehmen betrieben sein können, sowie von Satellitendaten aktuelle Wetterdaten und Prognosen erstellt und zur Verfügung gestellt werden. Die Entfernung der Wetterstationen voneinander kann typischerweise relativ groß sein, beispielsweise mehrere Kilometer oder zig Kilometer. Lokale Information können insbesondere durch einen Betrieb einer Wetterstation auf dem eigenen Grundstück und eine Speicherung der Daten gewonnen werden. Einige dieser Daten können auch öffentlich verfügbar sein.

30

35 Die US 2016/0116640 A beschreibt ein Verfahren zur Vorhersage von lokalen Wetterbedingungen basierend auf aktuellen Satellitenwetterdaten und einem Vorhersage-Modell. Hierbei repräsentiert das Vorhersage-Modell eine Korrelation

zwischen historischen Satellitenwetterdaten und historischen lokalen Wettermessdaten, welche mittels Smartphone-Sensorik erzeugt wurden.

#### Offenbarung der Erfindung

5

Vor diesem Hintergrund wird mit dem hier vorgestellten Ansatz ein Verfahren zum Erzeugen einer räumlich-zeitlichen Karte einer landwirtschaftlich relevanten physikalischen Größe, ein Verfahren zum Steuern eines landwirtschaftlichen Arbeitsprozesses, weiterhin eine Vorrichtung, welche eines dieser Verfahren verwendet, sowie schließlich ein entsprechendes Computerprogrammprodukt und ein entsprechendes maschinenlesbares Speichermedium gemäß den Hauptansprüchen vorgestellt. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den jeweiligen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

15

Gemäß Ausführungsformen kann insbesondere ein virtueller Sensor oder ein Vorhersageverfahren für spärliche räumlich-zeitliche Daten für landwirtschaftliche Anwendungen bereitgestellt werden. Es kann beispielsweise ein Vorhersageverfahren oder ein virtueller Sensor bereitgestellt werden, der dichte Daten auf der Grundlage spärlicher räumlich-zeitlicher Daten, die von einem realen Sensor gemessen werden, liefern kann. Damit lassen sich beispielsweise Mikroklimate-Karten erstellen, die als Entscheidungsgrundlage für landwirtschaftliche Prozesse dienen können. Anders als im Stand der Technik kann beispielsweise auf Satellitenwetterdaten verzichtet werden, wobei stationär unmittelbar dieselben Messgrößen wie mittels der mobilen Sensorik erfasst werden können, sodass auch auf ein zusätzliches Modell zum Vergleichen der Messdaten verzichtet werden kann. Es kann eine für landwirtschaftliche Anwendungen wesentliche Ableitung von historischen Daten realisiert werden.

25

30

Es wird ein Verfahren zum Erzeugen einer räumlich-zeitlichen Karte einer landwirtschaftlich relevanten physikalischen Größe vorgestellt, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

35

Einlesen von ersten Messdaten von einem mobilen Sensor und von zweiten Messdaten von einem stationären Sensor über eine Eingangsschnittstelle, wobei der mobile Sensor an einer landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine angeordnet ist, die sich in einem vordefinierten landwirtschaftlichen Arbeitsgebiet bewegt, wobei

der stationäre Sensor in einer festen geografischen Beziehung zu dem Arbeitsgebiet angeordnet ist, wobei die ersten Messdaten eine Mehrzahl von ersten Messwerten der physikalischen Größe repräsentieren, wobei jedem ersten Messwert ein Messzeitpunkt und eine geografische Messposition innerhalb des Arbeitsgebiets zugeordnet sind, wobei die zweiten Messdaten eine Mehrzahl von zu den Zeitpunkten der ersten Messwerte gemessenen zweiten Messwerten der physikalischen Größe repräsentieren;

Ermitteln von Korrelationsdaten unter Verwendung der ersten Messdaten und der zweiten Messdaten, wobei die Korrelationsdaten eine Korrelation zwischen den ersten Messdaten und den zweiten Messdaten repräsentieren; und

Generieren von virtuellen Messwerten unter Verwendung der Korrelationsdaten und der zweiten Messdaten, um die räumlich-zeitliche Karte unter Verwendung der ersten Messwerte, der zweiten Messwerte und der virtuellen Messwerte zu erzeugen.

Bei dem Verfahren kann es sich um ein computerimplementiertes Verfahren handeln. Im Schritt des Generierens können die virtuellen Messwerte unter Verwendung einer Bestimmungsvorschrift generiert werden, die beispielsweise eine Vorhersage von Zeitreihen wie autoregressive integrierte gleitende Mittelwerte (ARIMA = Auto Regressive Integrated Moving Average), Matrixfaktorisierungsmodelle und andere statistische Modelle wie genetische Modelle oder Vektormaschinen aufweisen kann.

Es kann somit eine Bestimmung einer räumlichen oder räumlich-zeitlichen Karte einer physikalischen Größe, z.B. Temperatur, basierend auf Messdaten eines mobilen Sensors, z.B. Temperatursensor an Arbeitsmaschine, und Messdaten eines stationären Sensors, z.B. ortsfester Temperatursensor am Feldrand, vorgenommen werden. Hierzu kann eine Korrelation zwischen den Messdaten des mobilen und des stationären Sensors ermittelt werden. Die ermittelte Korrelation und Messdaten des stationären Sensors können dann insbesondere verwendet werden, um die Werte der physikalischen Größe an den Messpositionen des mobilen Sensors für Zeitpunkte zu berechnen, zu denen der mobile Sensor sich nicht an der jeweiligen Messposition befindet.

Somit kann beispielsweise ermöglicht werden, einzelne Messungen an einem Ort und zu einer bestimmten Zeit in einen Kontext zu setzen, der räumlich-zeitlich ausgedehnte Operationen erlaubt. Auf diese Weise kann eine detaillierte räumlich-zeitlichen Karte aus spärlichen Messungen im Raum erzeugt werden, die eine präzisere landwirtschaftliche Arbeit in Bezug auf Planung und Handeln ermöglicht. Insbesondere kann somit eine genaue Kenntnis von vergangenen, aktuellen und zukünftigen Umgebungsbedingungen für landwirtschaftliche Prozesse genutzt werden, um eine Bewirtschaftung von Kulturen anzupassen und erwartete Erträge zu erzielen.

Gemäß einer Ausführungsform können im Schritt des Generierens jedem virtuellen Messwert ein von den Messzeitpunkten verschiedener virtueller Messzeitpunkt und eine der geografischen Messpositionen zugeordnet werden. Somit können auf vorteilhafte Weise Werte der physikalischen Größe an den Messpositionen des mobilen Sensors für Zeitpunkte bestimmt werden, zu welchen der mobile Sensor sich nicht, noch nicht oder nicht mehr an der jeweiligen Messposition befindet. Somit kann die Darstellung der Messwerte in der Karte zeitlich verdichtet werden.

Auch können im Schritt des Generierens jedem virtuellen Messwert einer der Messzeitpunkte und eine von den Messpositionen verschiedene virtuelle geografische Messposition innerhalb des Arbeitsgebiets zugeordnet werden. Auf diese Weise kann die Darstellung der Messwerte in der Karte räumlich verdichtet werden oder, anders ausgedrückt, eine feinere räumliche Auflösung der Messwerte generiert werden.

Ebenfalls können im Schritt des Generierens jedem virtuellen Messwert ein von den Messzeitpunkten verschiedener virtueller Messzeitpunkt und eine von den Messpositionen verschiedene virtuelle geografische Messposition innerhalb des Arbeitsgebiets zugeordnet werden. Eine solche Ausführungsform bietet den Vorteil, dass die Darstellung der Messwerte in der Karte je nach Bedarf beliebig verfeinert und ergänzt werden kann.

Ferner kann im Schritt des Ermitteln zwischen jedem ersten Messwert und dem zu demselben Zeitpunkt gemessenen zweiten Messwert eine Differenz ermittelt werden. Hierbei kann die Mehrzahl von so erhaltenen Differenzen als die

Korrelationsdaten verwendet werden. Eine Differenz kann auch als ein Offset oder Versatz bezeichnet werden. Es kann somit eine einfache und aussagekräftige Beziehung zwischen den ersten und zweiten Messwerten hergestellt werden, die zuverlässig verwendet werden kann, um die virtuellen Messwerte zu generieren.

5

Dabei können die ersten Messwerte oder die Differenzen kombiniert werden. Auf diese Weise können besonders robuste Korrelationsdaten oder eine besonders korrekte Modellierung in Bezug auf andere Observablen erhalten werden.

10

Auch kann dabei für eine geografische Messposition die Differenz eine Funktion der Zeit und mindestens einer weiteren physikalischen Größe sein und können aus dieser Funktion unter Verwendung von zumindest dem zweiten Messwert als Näherungswert die Korrelationsdaten ermittelt werden. Dies bietet den Vorteil einer einfachen und zuverlässigen Ermittlung der Korrelationsdaten.

15

Zudem können im Schritt des Ermitteln die Korrelationsdaten unter Verwendung mindestens einer weiteren physikalischen Größe und zusätzlich oder alternativ mindestens einer physikalischen Modellierung weiter parametrisiert werden. Eine solche Ausführungsform bietet den Vorteil, dass physikalische Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Messgrößen berücksichtigt werden können.

20

Insbesondere können die im Schritt des Einlesens eingelesenen Messdaten Messwerte einer Temperatur, einer Luftfeuchtigkeit, einer Windgeschwindigkeit, einer Windrichtung, eines Luftdrucks, einer Bodenfeuchte, einer Sonneneinstrahlung, einer Partikelkonzentration, einer Niederschlagsmenge und/oder eines Nährstoffgehalts als physikalischer Größe repräsentieren. Somit können für die Landwirtschaft relevante physikalische Größen, von denen lediglich spärliche Messwerte vorhanden sind, auf vorteilhafte Weise kartiert werden.

25

30

Gemäß einer Ausführungsform können die im Schritt des Einlesens eingelesenen zweiten Messdaten von einem stationären Sensor eingelesen werden, der als ein physischer Sensor realisiert ist. Alternativ können die im Schritt des Einlesens eingelesenen zweiten Messdaten von einem stationären Sensor eingelesen werden, der als ein virtueller Sensor realisiert ist. Hierbei kann

35

der virtuelle Sensor unter Verwendung der ersten Messdaten durch mindestens eine statistische Vorschrift, insbesondere Mittelwertbildung über einen gesamten Messzeitraum oder einen gleitenden Box-Mittelwert, und zusätzlich oder  
5 insbesondere durch mindestens eine Funktionsvorschrift modelliert sein, insbesondere lineare Interpolation oder Funktionen höherer Ordnung, die auf physikalischen Prozessen im Zeitverlauf basieren. Somit kann je nach konkreten Gegebenheiten in dem Arbeitsgebiet ein geeigneter stationärer Sensor verwendet werden.

10 Es wird auch ein Verfahren zum Steuern eines landwirtschaftlichen Arbeitsprozesses vorgestellt, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

Erzeugen einer räumlich-zeitlichen Karte einer landwirtschaftlich relevanten physikalischen Größe nach einer Ausführungsform eines hierin genannten  
15 Verfahrens zum Erzeugen;

Auswerten der Karte, um als Auswertungsergebnis zu bestimmen, inwieweit die physikalische Größe in dem Arbeitsgebiet eine Prozessbedingung für den landwirtschaftlichen Arbeitsprozess erfüllt; und  
20

Ausgeben eines Steuersignals an eine Ausgangsschnittstelle zu mindestens einer landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine oder Planungseinrichtung zum Durchführen des landwirtschaftlichen Arbeitsprozesses in Abhängigkeit von dem Auswertungsergebnis.  
25

Bei dem Verfahren kann es sich um ein computerimplementiertes Verfahren handeln. Bei dem landwirtschaftlichen Arbeitsprozess kann es sich beispielsweise um einen Prozess zur Bodenbearbeitung, zur Aussaat, zur Pflanzenbehandlung oder zur Ernte handeln. Beim Ausführen des Schrittes des  
30 Erzeugens sind die Schritte einer Ausführungsform eines hierin genannten Verfahrens zum Erzeugen als Teilschritte ausführbar. Das Auswertungsergebnis kann beispielsweise angeben, ob eine Temperatursumme einen Schwellenwert überschritten hat, der einen Blütezeitpunkt oder Erntezeitpunkt einer landwirtschaftlichen Nutzpflanze repräsentiert.  
35

Gemäß einer Ausführungsform kann der Schritt des Erzeugens für dieselbe physikalische Größe wiederholt ausgeführt werden, um eine aktualisierte Karte zu erzeugen. Zusätzlich oder alternativ kann der Schritt des Erzeugens für unterschiedliche physikalische Größen wiederholt ausgeführt werden, um mehrere Karten für unterschiedliche physikalische Größen zu erzeugen. Hierbei können im Schritt des Auswertens die aktualisierte Karte und zusätzlich oder alternativ die mehreren Karten ausgewertet werden. Eine solche Ausführungsform bietet den Vorteil, dass eine besonders aussagekräftige Datengrundlage mit einer besonders präzisen und robusten Korrelation zwischen den ersten und zweiten Messwerten verwendet werden kann.

Der hier vorgestellte Ansatz schafft ferner eine Vorrichtung, die ausgebildet ist, um die Schritte einer Variante eines hier vorgestellten Verfahrens in entsprechenden Einrichtungen durchzuführen bzw. umzusetzen. Auch durch diese Ausführungsvariante der Erfindung in Form einer Vorrichtung kann die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe schnell und effizient gelöst werden.

Unter einer Vorrichtung kann vorliegend ein elektrisches Gerät verstanden werden, das Sensorsignale verarbeitet und in Abhängigkeit davon Steuer- und/oder Datensignale ausgibt. Die Vorrichtung kann eine Schnittstelle aufweisen, die hard- und/oder softwaremäßig ausgebildet sein kann. Bei einer hardwaremäßigen Ausbildung können die Schnittstellen beispielsweise Teil eines sogenannten System-ASICs sein, der verschiedenste Funktionen der Vorrichtung beinhaltet. Es ist jedoch auch möglich, dass die Schnittstellen eigene, integrierte Schaltkreise sind oder zumindest teilweise aus diskreten Bauelementen bestehen. Bei einer softwaremäßigen Ausbildung können die Schnittstellen Softwaremodule sein, die beispielsweise auf einem Mikrocontroller oder Steuergerät neben anderen Softwaremodulen vorhanden sind.

Von Vorteil ist auch ein Computerprogrammprodukt mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Medium bzw. einem maschinenlesbaren Träger wie einem Halbleiterspeicher, einem Festplattenspeicher oder einem optischen Speicher gespeichert sein kann und zur Durchführung der Verfahren nach einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen verwendet wird, wenn das Programmprodukt auf einem Computer oder einer Vorrichtung ausgeführt wird.

Der hier vorgestellte Ansatz wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- 10 Fig. 2 ein Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zum Erzeugen einer räumlich-zeitlichen Karte einer landwirtschaftlich relevanten physikalischen Größe; und
- Fig. 3 ein Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zum Steuern eines landwirtschaftlichen Arbeitsprozesses.

15 In der nachfolgenden Beschreibung günstiger Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung, werden für die in den verschiedenen Figuren dargestellten und ähnlich wirkenden Elemente gleiche oder ähnliche Bezugszeichen verwendet, wobei auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente verzichtet wird.

20 Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung 100 ist ausgebildet, um eine räumlich-zeitliche Karte einer landwirtschaftlich relevanten physikalischen Größe zu erzeugen und/oder einen landwirtschaftlichen Arbeitsprozess zu steuern. Dazu umfasst die Vorrichtung 100 eine

25 Erzeugungseinheit 110 und/oder eine Steuereinheit 120. Die Vorrichtung 100 umfasst auch eine Eingangsschnittstelle 101 und eine Ausgangsschnittstelle 103. Auf die Erzeugungseinheit 110 und die Steuereinheit 120 der Vorrichtung 100 wird nachfolgend noch detaillierter eingegangen.

30 In Fig. 1 ist ein vordefiniertes landwirtschaftliches Arbeitsgebiet A gezeigt, beispielsweise ein Feld, Acker oder dergleichen. In dem Arbeitsgebiet A bewegt sich eine landwirtschaftliche Arbeitsmaschine D. Ferner ist eine weitere landwirtschaftliche Arbeitsmaschine E gezeigt. An der Arbeitsmaschine D ist ein mobiler Sensor M angeordnet. Der mobile Sensor M ist ausgebildet, um

35 mindestens eine landwirtschaftlich relevante physikalische Größe zu messen und als erste Messwerte in Gestalt von ersten Messdaten M1 bereitzustellen. In einer

festen geografischen Beziehung zu dem Arbeitsgebiet A ist ein stationärer Sensor S angeordnet. Der stationäre Sensor S ist ausgebildet, um mindestens eine landwirtschaftlich relevante physikalische Größe zu messen und als zweite Messwerte in Gestalt von zweiten Messdaten S2 bereitzustellen.

5

Bei einer landwirtschaftlich relevanten physikalischen Größe handelt es sich hierbei zum Beispiel eine Temperatur, eine Luftfeuchtigkeit, eine Windgeschwindigkeit, eine Windrichtung, einen Luftdruck, eine Bodenfeuchte, eine Sonneneinstrahlung, eine Partikelkonzentration, eine Niederschlagsmenge und/oder einen Nährstoffgehalt.

10

Die Erzeugungseinheit 110 der Vorrichtung 100 umfasst eine Einleseeinrichtung 112, eine Ermittlungseinrichtung 114 und eine Generiereinrichtung 116. Die Einleseeinrichtung 112 ist ausgebildet, um über die Eingangsschnittstelle 101 der Vorrichtung 100 die ersten Messdaten M1 von dem mobilen Sensor M einzulesen. Dabei repräsentieren die ersten Messdaten M1 eine Mehrzahl der ersten Messwerte der physikalischen Größe. Jedem ersten Messwert M1 sind ein Messzeitpunkt und eine geografische Messposition B innerhalb des Arbeitsgebiets A zugeordnet. Die Einleseeinrichtung 112 ist auch ausgebildet, um über die Eingangsschnittstelle 101 der Vorrichtung 100 die zweiten Messdaten S2 von den stationären Sensor S einzulesen. Dabei repräsentieren die zweiten Messdaten S2 eine Mehrzahl der zu den Zeitpunkten der ersten Messwerte gemessenen zweiten Messwerte der physikalischen Größe. Ferner ist die Einleseeinrichtung 112 ausgebildet, um die ersten Messdaten M1 und die zweiten Messdaten S2 an die Ermittlungseinrichtung 114 weiterzugeben.

15

20

25

Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Einleseeinrichtung 112 ausgebildet, um die zweiten Messdaten S2 von einem stationären Sensor S einzulesen, der als ein physischer Sensor oder als ein virtueller Sensor realisiert ist. Im Falle eines virtuellen Sensors ist derselbe unter Verwendung der ersten Messdaten M1 durch mindestens eine statistische Vorschrift, insbesondere Mittelwertbildung über einen gesamten Messzeitraum oder einen gleitenden Box-Mittelwert, und/oder durch mindestens eine Funktionsvorschrift modelliert, insbesondere lineare Interpolation oder Funktionen höherer Ordnung, die auf physikalischen Prozessen im Zeitverlauf basieren.

30

35

Die Ermittlungseinrichtung 114 der Vorrichtung 100, genauer gesagt der Erzeugungseinheit 110 der Vorrichtung 100, ist ausgebildet, um unter Verwendung der ersten Messdaten M1 und der zweiten Messdaten S2 Korrelationsdaten 115 zu ermitteln. Die Korrelationsdaten 115 repräsentieren  
5 eine Korrelation zwischen den ersten Messdaten M1 und den zweiten Messdaten S2. Auch ist die Ermittlungseinrichtung 114 ausgebildet, um die Korrelationsdaten 115, die ersten Messdaten M1 und die zweiten Messdaten S2 an die Generiereinrichtung 116 weiterzugeben.

10 Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Ermittlungseinrichtung 114 ausgebildet, um zwischen jedem ersten Messwert M1 und dem zu demselben Zeitpunkt gemessenen zweiten Messwert S2 eine Differenz zu ermitteln. Die Ermittlungseinrichtung 114 ist hierbei ausgebildet, um die Mehrzahl von so erhaltenen Differenzen bzw. Offsets als die Korrelationsdaten 115 zu verwenden.  
15 Insbesondere ist die Ermittlungseinrichtung 114 hierbei ausgebildet, um die ersten Messwerte M1 oder die Differenzen bzw. Offsets zu kombinieren. Zusätzlich oder alternativ ist hierbei die Ermittlungseinrichtung 114 insbesondere ausgebildet, um für eine geografische Messposition B die Differenz als eine Funktion der Zeit und von mindestens einer weiteren physikalischen Größe zu  
20 bestimmen und aus dieser Funktion unter Verwendung von zumindest dem zweiten Messwert S2 als Näherungswert die Korrelationsdaten 115 zu ermitteln. Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Ermittlungseinrichtung 114 ausgebildet, um die Korrelationsdaten 115 unter Verwendung mindestens einer weiteren physikalischen Größe und/oder mindestens einer physikalischen  
25 Modellierung weiter zu parametrisieren.

Die Generiereinrichtung 116 ist ausgebildet, um unter Verwendung der Korrelationsdaten 115 und der zweiten Messdaten S2 virtuelle Messwerte zu generieren, um die räumlich-zeitliche Karte in Gestalt von Kartendaten 119 unter  
30 Verwendung der ersten Messwerte M1, der zweiten Messwerte S2 und der virtuellen Messwerte zu erzeugen. Somit ist die Generiereinrichtung 116 auch ausgebildet, um unter Verwendung der ersten Messwerte M1, der zweiten Messwerte S2 und der generierten virtuellen Messwerte die Kartendaten 119 zu erzeugen.

35

Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Generiereinrichtung 116 ausgebildet, um die virtuellen Messwerte so zu generieren, dass jedem virtuellen Messwert ein von den Messzeitpunkten verschiedener virtueller Messzeitpunkt und eine der geografischen Messpositionen B zugeordnet werden. Zusätzlich oder  
5 alternativ ist die Generiereinrichtung 116 ausgebildet, um die virtuellen Messwerte so zu generieren, dass jedem virtuellen Messwert einer der Messzeitpunkte und eine von den Messpositionen B verschiedene virtuelle geografische Messposition C innerhalb des Arbeitsgebiets A zugeordnet werden. Zusätzlich oder alternativ ist die Generiereinrichtung 116 ausgebildet, um die  
10 virtuellen Messwerte so zu generieren, dass jedem virtuellen Messwert ein von den Messzeitpunkten verschiedener virtueller Messzeitpunkt und eine von den Messpositionen B verschiedene virtuelle geografische Messposition C innerhalb des Arbeitsgebiets A zugeordnet werden.

15 Die Steuereinheit 120 der Vorrichtung 100 umfasst die Erzeugungseinheit 110, eine Auswerteeinrichtung 124 und eine Ausgabeeinrichtung 126. die Auswerteeinrichtung 124 ist ausgebildet, um die Kartendaten 119 von der Erzeugungseinheit 110, genauer gesagt der Generiereinrichtung 116 der Erzeugungseinheit 110 zu empfangen. Auch ist die Auswerteeinrichtung 124  
20 ausgebildet, durch die Kartendaten 119 repräsentierte räumlich-zeitliche Karte auszuwerten, um als Auswertungsergebnis 125 zu bestimmen, inwieweit die physikalische Größe in dem Arbeitsgebiet A eine Prozessbedingung für den durchzuführenden landwirtschaftlichen Arbeitsprozesses erfüllt. Ferner ist die Auswerteeinrichtung 124 ausgebildet, um das Auswertungsergebnis 125 an die  
25 Ausgabeeinrichtung 126 weiterzugeben. Die Ausgabeeinrichtung 126 ist ausgebildet, um in Abhängigkeit von dem Auswertungsergebnis 125 ein Steuersignal 129 an die Ausgangsschnittstelle 103 zu mindestens einer landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine D und/oder E oder Planungseinrichtung zum Durchführen des landwirtschaftlichen Arbeitsprozesses auszugeben.

30 Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Erzeugungseinheit 110 ausgebildet, um die Karte für dieselbe physikalische Größe wiederholt zu erzeugen oder, genauer gesagt, eine aktualisierte Karte für dieselbe physikalische Größe zu erzeugen. Zusätzlich oder alternativ ist hierbei die Erzeugungseinheit 110  
35 ausgebildet, um mehrere Karten für unterschiedliche physikalische Größen zu

erzeugen. Hierbei ist die Auswerteeinrichtung 124 ausgebildet, die aktualisierte Karte und/oder die mehreren Karten auszuwerten.

5 Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens 210 zum Erzeugen einer räumlich-zeitlichen Karte einer landwirtschaftlich relevanten physikalischen Größe. Das Verfahren 210 zum Erzeugen ist hierbei unter Verwendung einer Vorrichtung oder, genauer gesagt, einer Erzeugungseinheit einer Vorrichtung ausführbar, die jener aus Fig. 1 entspricht oder ähnelt. Das Verfahren 210 zum Erzeugen umfasst einen Schritt 212 des  
10 Einlesens, einen Schritt 214 des Ermitteln und einen Schritt 216 des Generierens.

In dem Schritt 212 des Einlesens werden Messdaten von einem mobilen Sensor und von zweiten Messdaten von einem stationären Sensor über eine  
15 Eingangsschnittstelle eingelesen. Hierbei ist der mobile Sensor an einer landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine angeordnet, die sich in einem vordefinierten landwirtschaftlichen Arbeitsgebiet bewegt. Der stationäre Sensor ist in einer festen geografischen Beziehung zu dem Arbeitsgebiet angeordnet. Dabei repräsentieren die ersten Messdaten eine Mehrzahl von ersten  
20 Messwerten der physikalischen Größe, wobei jedem ersten Messwert ein Messzeitpunkt und eine geografische Messposition innerhalb des Arbeitsgebiets zugeordnet sind. Die zweiten Messdaten repräsentieren eine Mehrzahl von zu den Zeitpunkten der ersten Messwerte gemessenen zweiten Messwerten der physikalischen Größe. In dem Schritt 214 des Ermitteln werden unter  
25 Verwendung der ersten Messdaten und der zweiten Messdaten Korrelationsdaten ermittelt, die eine Korrelation zwischen den ersten Messdaten und den zweiten Messdaten repräsentieren. In dem Schritt 216 des Generierens werden unter Verwendung der Korrelationsdaten und der zweiten Messdaten virtuelle Messwerte generiert, um die räumlich-zeitliche Karte unter Verwendung  
30 der ersten Messwerte, der zweiten Messwerte und der virtuellen Messwerte zu erzeugen.

Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens 320 zum Steuern eines landwirtschaftlichen Arbeitsprozesses. Das Verfahren  
35 320 zum Steuern ist hierbei unter Verwendung einer Vorrichtung oder, genauer gesagt, einer Steuereinheit einer Vorrichtung ausführbar, die jener aus Fig. 1

entspricht oder ähnelt. Das Verfahren 320 zum Steuern umfasst einen Schritt 310 des Erzeugens, einen Schritt 324 des Auswertens und einen Schritt 326 des Ausgebens.

5 Der Schritt 310 des Erzeugens umfasst als Teilschritte die Schritte des  
Verfahrens zum Erzeugen aus Fig. 2. Somit wird im Schritt 310 des Erzeugens  
eine räumlich-zeitliche Karte einer landwirtschaftlich relevanten physikalischen  
Größe erzeugt, wie es in Fig. 2 beschrieben ist. Im Schritt 324 des Auswertens  
wird die Karte ausgewertet, um als Auswertungsergebnis zu bestimmen,  
10 inwieweit die physikalische Größe in dem Arbeitsgebiet eine Prozessbedingung  
für den landwirtschaftlichen Arbeitsprozess erfüllt. Im Schritt 326 des Ausgebens  
wird in Abhängigkeit von dem Auswertungsergebnis ein Steuersignal an eine  
Ausgangsschnittstelle zu mindestens einer landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine  
oder Planungseinrichtung zum Durchführen des landwirtschaftlichen  
15 Arbeitsprozesses ausgegeben.

Der Schritt 310 des Erzeugens wird für dieselbe physikalische Größe wiederholt  
ausgeführt, um eine aktualisierte Karte zu erzeugen. Zusätzlich oder alternativ  
wird der Schritt 310 des Erzeugens für unterschiedliche physikalische Größen  
20 wiederholt ausgeführt, um mehrere Karten für unterschiedliche physikalische  
Größen zu erzeugen. Hierbei wird bzw. werden dann im Schritt 324 des  
Auswertens die aktualisierte Karte und/oder die mehreren Karten ausgewertet.

Unter Bezugnahme auf die vorstehend beschriebenen Figuren werden  
25 nachfolgend Ausführungsbeispiele nochmals zusammenfassend und mit anderen  
Worten kurz erläutert.

Während eines Einsatzes auf einem Feld bzw. in einem Arbeitsgebiet A wird  
ständig eine physikalische Größe beobachtet. Dies können z.B. Temperatur,  
30 Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Luftdruck, Bodenfeuchte,  
Sonneneinstrahlung, Partikelkonzentrationen oder Niederschlagsmenge sein. Bei  
jeder Messung mittels des mobilen Sensors M wird auch eine  
Standortinformation, beispielsweise Breitengrad, Längengrad und eventuell  
Höhe, in den ersten Messdaten M1 mit aufgezeichnet. Die Messungen können  
35 z.B. in einem festen Zeitintervall, z.B. jede Sekunde, oder auf der Grundlage des

Standorts nach Zurücklegung einer bestimmten Strecke, z.B. alle 5 Meter, wiederholt werden.

5 In demselben Zeitrahmen wie der Vorgang auf dem Feld bzw. in dem Arbeitsgebiet A werden dieselbe(n) Größe(n), die miteinander korreliert sind, von dem stationären Sensor S als einem Referenzsensor gemessen. Ein Referenzsensor kann ein stationärer Beobachtungsposten wie eine Wetterstation sein. Alternativ kann der Referenzsensor anhand der Daten konstruiert werden, die durch den Einsatz im Feld bzw. Arbeitsgebiet A erzeugt werden. Dies kann 10 durch statistische Methoden wie Mittelwertbildung über den gesamten Zeitraum oder durch Verwendung eines gleitenden Box-Mittelwerts geschehen. Er kann auch durch eine Funktion modelliert werden, z.B. durch lineare Interpolation oder Funktionen höherer Ordnung, die auf physikalischen Prozessen im Zeitverlauf basieren.

15 Als ein Beispiel für eine physikalische Größe sei die Temperatur über den Tag oder das Jahr genannt, beispielsweise approximiert durch trigonometrische Funktionen. Zwischen dem Referenzsensorwert bzw. dem zweiten Messwert zu einem bestimmten Zeitpunkt und dem gemessenen Wert bzw. ersten Messwert 20 wird eine Differenz bzw. ein Offset berechnet. Diese Offset-Berechnung kann weiter parametrisiert werden, indem andere Messwerte und (vorzugsweise) physikalische Modellierungen berücksichtigt werden, z.B. kann die Temperatur in Bodennähe durch Sonneneinstrahlung und Wind beeinflusst werden. Aus den Offsets kann eine feinkörnige Karte des Feldes bzw. Arbeitsgebiets A erstellt 25 werden. Durch den Bezug zum Referenzsensor bzw. stationären Sensor S sind die Offset-Werte nicht nur momentane Beobachtungen, sondern können in der Zeit fortgeschrieben werden, um das lokale Klima vorherzusagen. Für die Vorhersage von Blüh- oder Ernteterminen von Nutzpflanzen werden z.B. Temperatursummen verwendet. Mit den Offset-Karten bzw. der räumlich- 30 zeitlichen Karte kann dies mit hoher räumlicher Auflösung berechnet werden. Ein weiteres Anwendungsbeispiel ist die Kartierung eines Nährstoffgehalts im Feld bzw. Arbeitsgebiet A, insbesondere des Stickstoffgehalts.

35 Bei anstehenden Operationen bzw. Arbeitsprozessen kann das Verfahren 210 und/oder 320 wiederholt werden. Die verschiedenen lokal gemessenen Werte oder Offsets können kombiniert werden, um einen robusteren Offset oder eine

korrektere Modellierung in Bezug auf andere Observablen zu erhalten. Die Offsets an einem Ort können eine Funktion der Zeit und aller anderen verfügbaren Observablen sein. Daraus kann ein Offset-Wert berechnet werden, wobei zumindest der Referenzsensorwert bzw. zweite Messwert als  
5 Näherungswert verwendet wird.

Es wird nachfolgend nochmals auf ein temperaturspezifisches Beispiel Bezug genommen. Ein als Temperatursensor ausgeführter mobiler Sensor M an einer landwirtschaftlichen Maschine misst die Temperatur während des Einsatzes auf  
10 dem Arbeitsgebiet A bzw. Feld. Die Temperatur wird zusammen mit dem aktuellen Standort der Arbeitsmaschine D als geografische Position B aufgezeichnet. Ein in der Nähe befindlicher Referenztemperatursensor bzw. stationärer Sensor S misst die Temperatur im gleichen Zeitraum. Der Offset bzw. die Differenz zwischen der Referenztemperatur als zweitem Messwert und dem  
15 lokal gemessenen Temperaturwert als erstem Messwert wird berechnet. Anhand der Standortinformationen wird eine Karte mit den versetzten Temperaturwerten erstellt. Für die Vorhersage der Blütezeit von Nutzpflanzen auf dem Feld bzw. Arbeitsgebiet A kann die Temperatursumme verwendet werden. Anstatt die Temperatursumme nur über den Referenztemperatursensor bzw. stationären  
20 Sensor S oder über eine grobkörnige Vorhersage zu berechnen, kann dies nun über den Daten-Offset an jedem Standort erfolgen, d.h. auch an virtuellen Positionen C, wobei die Differenzen kumuliert werden. Daraus lässt sich z.B. ein Blühzeitpunkt mit hoher räumlicher Auflösung erhalten.

25 Nachfolgend wird auch noch auf das Beispiel Feinstaub (FS) bzw. Partikelkonzentration als physikalischer Größe eingegangen. Ein als Feinstaubsensor ausgeführter mobiler Sensor M an einer landwirtschaftlichen Maschine bzw. Arbeitsmaschine D misst die Partikelkonzentration während der Arbeit auf dem Feld bzw. Arbeitsgebiet A, wobei der durch die Arbeit verursachte  
30 Feinstaub bei der Messung als vernachlässigbar angenommen wird. Die Konzentration wird zusammen mit dem aktuellen Standort bzw. der geografischen Position B der Maschine bzw. Arbeitsmaschine D aufgezeichnet. Ein in der Nähe befindlicher Referenz-FS-Sensor bzw. stationärer Sensor S misst die Konzentration im gleichen Zeitraum. Ein räumliches Modell mit Senken und Quellen von Feinstaub kann mit diesen Informationen verfeinert werden, da  
35 die Arbeitsmaschine D unterschiedliche Entfernungen liefert, während die

Referenzstation bzw. der stationäre Sensor S eine feste Entfernung angibt. Eine Zunahme oder Abnahme der FS-Konzentration breitet sich von einer Quelle mit einer bestimmten Geschwindigkeit aus. Die Beobachtung der Zunahme oder Abnahme kann zur Berechnung der Ausbreitung oder durch Triangulation zur Präzisierung der Position der Quelle(n) verwendet werden. Auf diese Weise lassen sich Unklarheiten beseitigen, die bei lediglich stationären Messpositionen auftreten können.

Gemäß Ausführungsbeispielen werden beispielsweise Karten von Beobachtungswerten bzw. physikalischen Größen erzeugt, die Offsets der Beobachtungswerte zeigen. Bei einer häufigen Implementierung werden über die Zeit aggregierte Offsets verwendet. So kann auch ohne ein umfangreiches Netz physikalischer Sensoren eine Erstellung feinkörniger Karten ermöglicht werden.

Die beschriebenen und in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele sind nur beispielhaft gewählt. Unterschiedliche Ausführungsbeispiele können vollständig oder in Bezug auf einzelne Merkmale miteinander kombiniert werden. Auch kann ein Ausführungsbeispiel durch Merkmale eines weiteren Ausführungsbeispiels ergänzt werden.

Ferner können die hier vorgestellten Verfahrensschritte wiederholt sowie in einer anderen als in der beschriebenen Reihenfolge ausgeführt werden.

Umfasst ein Ausführungsbeispiel eine „und/oder“-Verknüpfung zwischen einem ersten Merkmal und einem zweiten Merkmal, so ist dies so zu lesen, dass das Ausführungsbeispiel gemäß einer Ausführungsform sowohl das erste Merkmal als auch das zweite Merkmal und gemäß einer weiteren Ausführungsform entweder nur das erste Merkmal oder nur das zweite Merkmal aufweist.

## Ansprüche

- 5           1. Verfahren (210) zum Erzeugen einer räumlich-zeitlichen Karte (119) einer landwirtschaftlich relevanten physikalischen Größe, wobei das Verfahren (210) folgende Schritte aufweist:
- 10           Einlesen (212) von ersten Messdaten (M1) von einem mobilen Sensor (M) und von zweiten Messdaten (S2) von einem stationären Sensor (S) über eine Eingangsschnittstelle (101), wobei der mobile Sensor (M) an einer landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine (D) angeordnet ist, die sich in einem vordefinierten landwirtschaftlichen Arbeitsgebiet (A) bewegt, wobei der stationäre Sensor (S) in einer festen geografischen Beziehung zu dem
- 15           Arbeitsgebiet (A) angeordnet ist, wobei die ersten Messdaten (M1) eine Mehrzahl von ersten Messwerten der physikalischen Größe repräsentieren, wobei jedem ersten Messwert ein Messzeitpunkt und eine geografische Messposition (B) innerhalb des Arbeitsgebiets (A) zugeordnet sind, wobei die zweiten Messdaten (S2) eine Mehrzahl von zu den Zeitpunkten der
- 20           ersten Messwerte gemessenen zweiten Messwerten der physikalischen Größe repräsentieren;
- Ermitteln (214) von Korrelationsdaten (115) unter Verwendung der ersten Messdaten (M1) und der zweiten Messdaten (S2), wobei die
- 25           Korrelationsdaten (115) eine Korrelation zwischen den ersten Messdaten (M1) und den zweiten Messdaten (S2) repräsentieren; und
- Generieren (216) von virtuellen Messwerten unter Verwendung der Korrelationsdaten (115) und der zweiten Messdaten (S2), um die räumlich-
- 30           zeitliche Karte (119) unter Verwendung der ersten Messwerte (M1), der zweiten Messwerte (S2) und der virtuellen Messwerte zu erzeugen.
2. Verfahren (210) gemäß Anspruch 1, wobei im Schritt (216) des Generierens jedem virtuellen Messwert ein von den Messzeitpunkten verschiedener virtueller Messzeitpunkt und eine der geografischen Messpositionen (B) zugeordnet werden.
- 35

3. Verfahren (210) gemäß Anspruch 1, wobei im Schritt (216) des Generierens jedem virtuellen Messwert einer der Messzeitpunkte und eine von den Messpositionen (B) verschiedene virtuelle geografische Messposition (C) innerhalb des Arbeitsgebiets (A) zugeordnet werden.  
5
4. Verfahren (210) gemäß Anspruch 1, wobei im Schritt (216) des Generierens jedem virtuellen Messwert ein von den Messzeitpunkten verschiedener virtueller Messzeitpunkt und eine von den Messpositionen (B) verschiedene virtuelle geografische Messposition (C) innerhalb des Arbeitsgebiets (A) zugeordnet werden.  
10
5. Verfahren (210) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei im Schritt (214) des Ermittelns zwischen jedem ersten Messwert und dem zu demselben Zeitpunkt gemessenen zweiten Messwert eine Differenz ermittelt wird, wobei insbesondere die Mehrzahl von so erhaltenen Differenzen als die Korrelationsdaten (115) verwendet werden.  
15
6. Verfahren (210) gemäß Anspruch 5, wobei die ersten Messwerte oder die Differenzen kombiniert werden.  
20
7. Verfahren (210) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 6, wobei für eine geografische Messposition (B) die Differenz eine Funktion der Zeit und von mindestens einer weiteren physikalischen Größe ist und aus dieser Funktion unter Verwendung von zumindest dem zweiten Messwert als Näherungswert die Korrelationsdaten (115) ermittelt werden.  
25
8. Verfahren (210) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei im Schritt (214) des Ermittelns die Korrelationsdaten (115) unter Verwendung mindestens einer weiteren physikalischen Größe und/oder mindestens einer physikalischen Modellierung weiter parametrisiert werden.  
30
9. Verfahren (210) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die im Schritt (212) des Einlesens eingelesenen Messdaten (M1, S2) Messwerte einer Temperatur, einer Luftfeuchtigkeit, einer Windgeschwindigkeit, einer Windrichtung, eines Luftdrucks, einer Bodenfeuchte, einer  
35

Sonneneinstrahlung, einer Partikelkonzentration, einer Niederschlagsmenge und/oder eines Nährstoffgehalts als physikalischer Größe repräsentieren.

5 10. Verfahren (210) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die  
im Schritt (212) des Einlesens eingelesenen zweiten Messdaten (S2) von  
einem stationären Sensor (S) eingelesen werden, der als ein physischer  
Sensor oder als ein virtueller Sensor realisiert ist, wobei der virtuelle Sensor  
unter Verwendung der ersten Messdaten (M1) durch mindestens eine  
10 statistische Vorschrift, insbesondere Mittelwertbildung über einen gesamten  
Messzeitraum oder einen gleitenden Box-Mittelwert, und/oder durch  
mindestens eine Funktionsvorschrift modelliert ist, insbesondere lineare  
Interpolation oder Funktionen höherer Ordnung, die auf physikalischen  
Prozessen im Zeitverlauf basieren.

15 11. Verfahren (320) zum Steuern eines landwirtschaftlichen Arbeitsprozesses,  
wobei das Verfahren (320) folgende Schritte aufweist:

20 Erzeugen (310) einer räumlich-zeitlichen Karte (119) einer landwirtschaftlich  
relevanten physikalischen Größe nach dem Verfahren (210) zum Erzeugen  
gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche;

25 Auswerten (324) der Karte (119), um als Auswertungsergebnis (125) zu  
bestimmen, inwieweit die physikalische Größe in dem Arbeitsgebiet (A) eine  
Prozessbedingung für den landwirtschaftlichen Arbeitsprozess erfüllt; und

30 Ausgeben (326) eines Steuersignals (129) an eine Ausgangsschnittstelle  
(103) zu mindestens einer landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine oder  
Planungseinrichtung (E) zum Durchführen des landwirtschaftlichen  
Arbeitsprozesses in Abhängigkeit von dem Auswertungsergebnis (125).

35 12. Verfahren (320) gemäß Anspruch 11, wobei der Schritt (310) des Erzeugens  
für dieselbe physikalische Größe wiederholt ausgeführt wird, um eine  
aktualisierte Karte zu erzeugen, und/oder für unterschiedliche physikalische  
Größen wiederholt ausgeführt wird, um mehrere Karten für unterschiedliche  
physikalische Größen zu erzeugen, wobei im Schritt (324) des Auswertens  
die aktualisierte Karte und/oder die mehreren Karten ausgewertet werden.

13. Vorrichtung (100), die ausgebildet ist, um die Schritte eines Verfahrens (210; 320) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 in entsprechenden Einrichtungen (110; 120; 112, 114, 116; 124, 126) durchzuführen.
- 5
14. Computer-Programmprodukt mit Programmcode zur Durchführung des Verfahrens (210; 320) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wenn das Programmprodukt auf einer Vorrichtung (100) ausgeführt wird.
- 10
15. Maschinenlesbares Speichermedium, auf welchem das Computer-Programmprodukt nach Anspruch 14 gespeichert ist.

Fig. 1

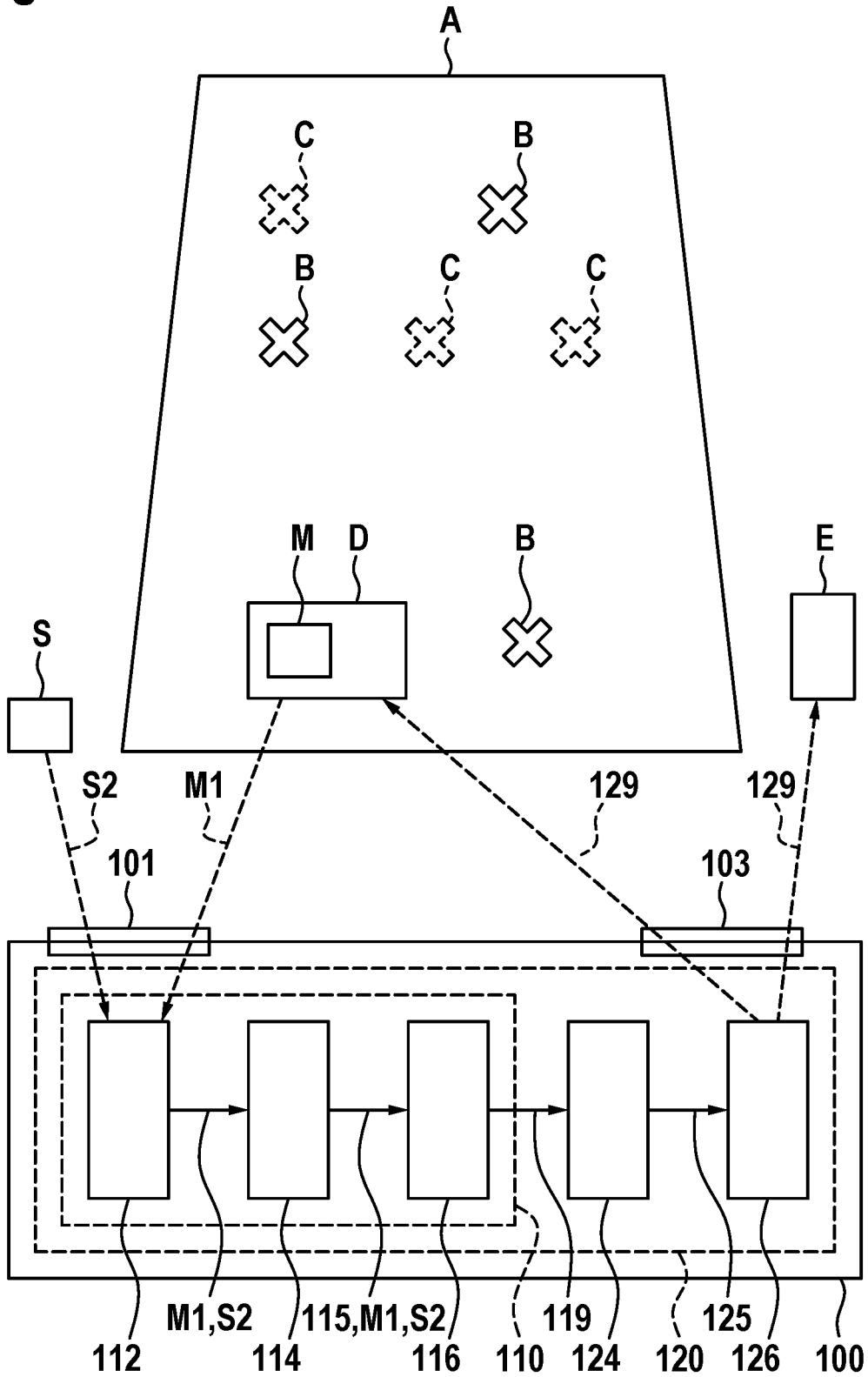


Fig. 2

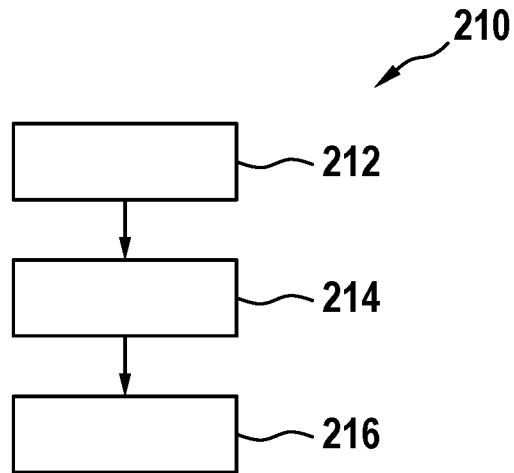
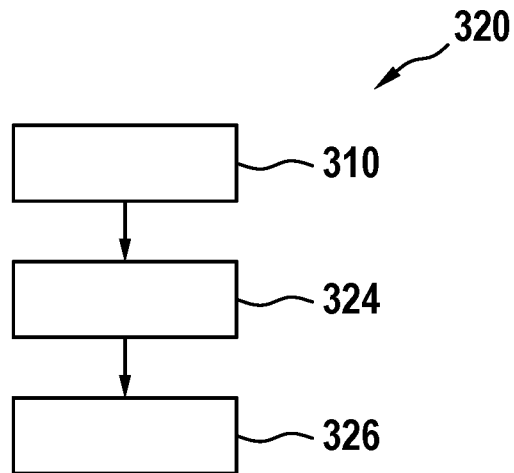


Fig. 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/071977

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>A01B 76/00</i> (2006.01)i; <i>A01M 7/00</i> (2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A01B; A01M  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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2023107444 A1 (ANDERSON NOEL W [US] ET AL) 06 April 2023 (2023-04-06) paragraphs [0097] - [0099], [0103] - [0106], [0115], [0118], [0120] - [0124], [0190] - [0196], [0277] - [0286]; claims 1-15; figures 1-4B	1-15
A	US 2020337232 A1 (BLANK SEBASTIAN [US] ET AL) 29 October 2020 (2020-10-29) paragraphs [0109] - [0115]; figures 1-6C	1-15
A	US 2022346303 A1 (PORTH CHRISTOPHER BROCK [CA] ET AL) 03 November 2022 (2022-11-03) paragraphs [0051] - [0053]; figures 1-5	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>23 October 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>04 November 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the)</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Weißbach, Mark</b>  Telephone No.

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

International application No.

**PCT/EP2024/071977**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2023107444	A1	06 April 2023	BR	102022013985	A2	18 April 2023
				EP	4159016	A1	05 April 2023
				US	2023107444	A1	06 April 2023
-----							
US	2020337232	A1	29 October 2020	AU	2020202615	A1	12 November 2020
				BR	102020007830	A2	03 November 2020
				CN	111837626	A	30 October 2020
				US	2020337232	A1	29 October 2020
				US	2020337235	A1	29 October 2020
-----							
US	2022346303	A1	03 November 2022	AU	2022270773	A1	21 December 2023
				AU	2022271356	A1	21 December 2023
				BR	112023023059	A2	30 January 2024
				BR	112023023062	A2	30 January 2024
				CA	3117042	A1	03 November 2022
				CA	3218931	A1	10 November 2022
				US	2022346302	A1	03 November 2022
				US	2022346303	A1	03 November 2022
				WO	2022232913	A1	10 November 2022
				WO	2022232914	A1	10 November 2022
-----							

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/071977

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. A01B76/00 A01M7/00

ADD.

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

A01B A01M

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 2023/107444 A1 (ANDERSON NOEL W [US] ET AL) 6. April 2023 (2023-04-06) Absätze [0097] - [0099], [0103] - [0106], [0115], [0118], [0120] - [0124], [0190] - [0196], [0277] - [0286]; Ansprüche 1-15; Abbildungen 1-4B -----	1 - 15
A	US 2020/337232 A1 (BLANK SEBASTIAN [US] ET AL) 29. Oktober 2020 (2020-10-29) Absätze [0109] - [0115]; Abbildungen 1-6C -----	1 - 15
A	US 2022/346303 A1 (PORTH CHRISTOPHER BROCK [CA] ET AL) 3. November 2022 (2022-11-03) Absätze [0051] - [0053]; Abbildungen 1-5 -----	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

23. Oktober 2024

Absdtedatum des internationalen Recherchenberichts

04/11/2024

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

Weißbach, Mark

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/071977

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2023107444 A1	06-04-2023	BR 102022013985 A2	18-04-2023
		EP 4159016 A1	05-04-2023
		US 2023107444 A1	06-04-2023
-----			
US 2020337232 A1	29-10-2020	AU 2020202615 A1	12-11-2020
		BR 102020007830 A2	03-11-2020
		CN 111837626 A	30-10-2020
		US 2020337232 A1	29-10-2020
		US 2020337235 A1	29-10-2020
-----			
US 2022346303 A1	03-11-2022	AU 2022270773 A1	21-12-2023
		AU 2022271356 A1	21-12-2023
		BR 112023023059 A2	30-01-2024
		BR 112023023062 A2	30-01-2024
		CA 3117042 A1	03-11-2022
		CA 3218931 A1	10-11-2022
		US 2022346302 A1	03-11-2022
		US 2022346303 A1	03-11-2022
		WO 2022232913 A1	10-11-2022
		WO 2022232914 A1	10-11-2022
-----			