(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 520903 A1 2019-08-15**

# (12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50135/2018
(22) Anmeldetag: 14.02.2018
(43) Veröffentlicht am: 15.08.2019

(51) Int. Cl.: ***A01B 79/00*** (2006.01)
***A01B 35/32*** (2006.01)
***A01B 76/00*** (2006.01)
*G01N 33/24* (2006.01)
*G01V 3/165* (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 3167698 A1
WO 2017158006 A2
EP 3189719 A1
AT 518415 B1

(71) Patentanmelder:
Geoprospectors GmbH
2514 Traiskirchen (AT)

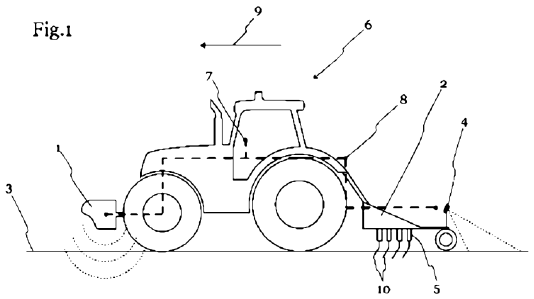
(74) Vertreter:
Puchberger & Partner Patentanwälte
1010 Wien (AT)

AT 520903 A1 2019-08-15

## (54) Vorrichtung und Verfahren zur Bodenbearbeitung

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bodenbearbeitung umfassend einen ersten Sensor (1) zur Detektion der Bodenbeschaffenheit sowie ein steuerbares Bodenbearbeitungswerkzeug (2), wobei der erste Sensor (1) derart ausgeführt ist, dass die Beschaffenheit des Bodens (3) vor der Bearbeitung durch das Bodenbearbeitungswerkzeug (2) bestimmt werden kann. Ferner betrifft die Erfindung eine landwirtschaftliche Arbeitsmaschine umfassend die erfindungsgemäße Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Bodenbearbeitung.

Fig.1



## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bodenbearbeitung umfassend einen ersten Sensor (1) zur Detektion der Bodenbeschaffenheit sowie ein steuerbares Bodenbearbeitungswerkzeug (2), wobei der erste Sensor (1) derart ausgeführt ist, dass die Beschaffenheit des Bodens (3) vor der Bearbeitung durch das Bodenbearbeitungswerkzeug (2) bestimmt werden kann. Ferner betrifft die Erfindung eine landwirtschaftliche Arbeitsmaschine umfassend die erfindungsgemäße Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Bodenbearbeitung.

**Fig. 1**

**Vorrichtung und Verfahren zur Bodenbearbeitung**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bodenbearbeitung, umfassend einen ersten Sensor zur Detektion der Bodenbeschaffenheit sowie ein steuerbares Bodenbearbeitungswerkzeug, wobei der erste Sensor derart ausgeführt ist, dass die Beschaffenheit des Bodens von der Bearbeitung durch das Bodenbearbeitungswerkzeug bestimmt werden kann.

Im Stand der Technik sind verschiedene Vorrichtungen und Verfahren zur variablen Bodenbearbeitung bekannt. Dabei wird die Bearbeitungstiefe der jeweiligen Bodenbearbeitungswerkzeuge, also beispielsweise eines Grubbers, eines Tieflockerers, eines Pflugs, oder anderer Werkzeuge, aufgrund von externen Informationen eingestellt. Bevorzugt sind diese externen Informationen derartige Informationen, die von einem Sensor zur Verfügung gestellt werden. Diese Informationen dienen zur Ermittlung von Bodenparametern, die für die durchgeführte Bodenbearbeitung relevant sind. Dabei ist es durch Sensoren aus dem Stand der Technik mittlerweile möglich, jene Bodeninformationen in Echtzeit zu erfassen oder auf Informationen über den Boden zuzugreifen, die beispielsweise in Form von Karten vorliegen.

Basierend auf diesen Informationen über die Bodenbeschaffenheit kann eine Steuerung des Bodenbearbeitungswerkzeugs erfolgen und somit können beispielsweise die gewünschte Bearbeitungstiefe oder andere Bearbeitungsparameter gesteuert werden, indem an das Bodenbearbeitungswerkzeug eine Stellgröße übermittelt wird, beispielsweise die Aussteuerung eines hydraulischen Zylinders zur Steuerung der Eindringtiefe einer Pflugschar.

Bei den im Stand der Technik bekannten Vorrichtungen und Verfahren zur Bodenbearbeitung wird jedoch der tatsächliche erzielte Arbeitserfolg nicht bestimmt, sodass abhängig von den Bodenbedingungen die Stellgröße laufend nachjustiert werden muss.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und eine Vorrichtung zur Bodenbearbeitung zu schaffen, bei der die Stellgröße des Bodenbearbeitungswerkzeugs in Abhängigkeit vom erzielten Arbeitserfolg geregelt wird.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die kennzeichnenden Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs gelöst.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass ein zweiter Sensor zur Detektion der Bodenbeschaffenheit vorgesehen ist, wobei der zweite Sensor derart ausgeführt ist, dass die Bodenbeschaffenheit nach der Bearbeitung durch das Bodenbearbeitungswerkzeug bestimmt werden kann und dass ein geschlossener Regelkreis mit einer Regelkreis-Steuereinheit gebildet ist, der dazu ausgeführt ist, in Abhängigkeit der vom ersten Sensor und zweiten Sensor detektieren Bodenbeschaffenheit in Echtzeit eine Steuergröße zur Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeugs zu bestimmen.

Durch die Bestimmung der Bodenbeschaffenheit mit dem zweiten Sensor nach der Bodenbearbeitung kann der durch das Bodenbearbeitungswerkzeug bedingte Bearbeitungserfolg bestimmt werden.

Die Daten des ersten Sensors und des zweiten Sensors werden einer Regelkreis-Steuereinheit zugeführt, wodurch ein geschlossener Regelkreis gebildet wird. Somit ist es möglich, eine Steuergröße festzulegen, welche in der Folge für die Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeugs und Bestimmung der Stellgröße verwendet wird.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass der erste Sensor zur vorzugsweise berührungslosen Messung oder Bestimmung von Bodenparametern wie beispielsweise der elektrischen Leitfähigkeit Radioaktivität, Verdichtung, Textur und/oder relativen Feuchtigkeit des Bodens ausgeführt ist und insbesondere ein induktiver Sensor mit einer Sendespule und einer Empfangsspule, ein magnetischer Sensor und/oder ein Strahlungsdetektor ist.

Durch die berührungslose Messung der Bodenparameter wird eine möglichst geringe mechanische Beanspruchung des ersten Sensors gewährleistet. Verschiedene Sensorarten können je nach zu messendem Bodenparameter eingesetzt werden.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass der zweite Sensor zur vorzugsweisen berührungslosen Messung oder Bestimmung eines Bearbeitungsparameters, insbesondere der Oberflächenrauigkeit des Bodens ausgeführt ist und insbesondere ein Radarsensor, bevorzugt ein Mikrowellenradarsensor ist.

Zur Bestimmung der Oberflächenrauigkeit des Bodens kann gegebenenfalls ein Radarsensor, bevorzugt ein Mikrowellenradarsensor verwendet werden. Radarbasierte Methoden sind im Gegensatz zu anderen Entfernungsmessungsmethoden oder bildgebenden Verfahren vorzuziehen, da die Radarmessung weitestgehend unbeeinflusst von äußeren Einflüssen wie beispielsweise Staubentwicklung ist.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass die Regelkreis-Steuereinheit dazu ausgeführt ist, aus dem vom ersten Sensor detektierten Bodenparametern vorzugsweise unter Berücksichtigung von Modellparametern einen Soll-Wert eines Bearbeitungsparameters, beispielsweise einen Sollwert der Oberflächenrauigkeit zu bestimmen.

Unter Verwendung der Daten des ersten Sensors kann von der Regelkreis-Steuereinheit gegebenenfalls ein Sollwert eines Bearbeitungsparameters bestimmt werden. Vorzugsweise geschieht dies unter Berücksichtigung von Modellparametern, welche beispielsweise aus einer Datenbank ausgelesen werden können.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass die Regelkreis-Steuereinheit dazu ausgeführt ist, den Sollwert des Bearbeitungsparameters mit dem vom zweiten Sensor detektierten Istwert des Bearbeitungsparameters zu vergleichen und daraus die Steuergröße zur Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeugs zu bestimmen.

Zusätzlich kann gegebenenfalls vorgesehen sein, dass die Regelkreis-Steuereinheit auch die vom zweiten Sensor stammenden Daten verarbeiten kann. Durch einen Abgleich des Istwerts mit dem Sollwert wird eine vom tatsächlichen Bearbeitungserfolg abhängige Steuergröße zu bestimmen.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass eine Implement-Steuereinheit vorgesehen ist, die dazu ausgeführt ist, aus der von der Regelkreis-Steuereinheit gelieferten Steuergröße eine Stellgröße zur Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeugs zu bestimmen.

Diese Stellgröße, beispielsweise die Auslenkung eines hydraulischen Zylinders oder eines elektrischen Schrittmotors, kann sich aufgrund der tatsächlichen Boden- und Umweltbedingungen vom tatsächlichen Zustand, beispielsweise der tatsächlichen Eindringtiefe, des Bodenbearbeitungswerkzeugs unterscheiden. Dazu kann vorgesehen sein, dass die tatsächliche Eindringtiefe beispielsweise durch Messung der tatsächlichen Auslenkung der Aktuatoren des Bodenbearbeitungswerkzeugs, beispielsweise der Hydraulikzylinder oder Schrittmotoren, in einer Messvorrichtung am Bodenbearbeitungswerkzeug bestimmt werden. Es kann am Bodenbearbeitungswerkzeug ein geschlossener Regelkreis zwischen gewünschter Eindringtiefe und tatsächlicher Eindringtiefe dieser Aktoren erfolgen, wobei die Differenz der beiden Werte möglichst klein gehalten wird und bevorzugt den Wert Null ergibt. Wenn sich die Boden- oder Umweltparameter ändern, wird somit die Stellgröße des Bodenbearbeitungswerkzeugs entsprechend angepasst.

Die Implement-Steuereinheit dient der Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeugs. Gegebenenfalls können einzelne Module des Bodenbearbeitungswerkzeugs, beispielsweise unterschiedliche Hydraulikzylinder, mit unterschiedlichen Stellgrößen angesteuert werden.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass das Bodenbearbeitungswerkzeug ein hydraulisch regelbares Bodenbearbeitungswerkzeug mit wenigstens einem Hydraulikzylinder ist.

Weist das Bodenbearbeitungswerkzeug wenigstens einen Hydraulikzylinder auf, so kann die tatsächliche Eindringtiefe des Bodenbearbeitungswerkzeugs insbesondere durch die Auslenkung des Hydraulikzylinders bestimmt werden. Gegebenenfalls kann diese tatsächliche Eindringtiefe des Bodenbearbeitungswerkzeuges auch in den Regelkreis zurückfließen und für die Regelung verwendet werden.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass eine Messvorrichtung zur Messung der Längen des Hydraulikzylinders vorgesehen ist.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass das Bodenbearbeitungswerkzeug als Grubber, Tiefenlockerer, Pflug oder dergleichen ausgebildet ist.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass mehrere zweite Sensoren vorgesehen sind, die insbesondere in Form eines Sensorarrays, bevorzugt in Form eines Fächerarrays angeordnet sind. Das Sensorarray kann insbesondere in einer Richtung quer zur Fortbewegungsrichtung angeordnet sein.

Sind mehrere zweite Sensoren vorgesehen, kann beispielsweise zur Bestimmung des Istwerts des Bearbeitungsparameters ein Mittelwert der von den Sensoren erhaltenen Ergebnisse verwendet werden. So kann eine ortsabhängige Fluktuation der Messwerte reduziert werden. Gegebenenfalls kann jedoch auch vorgesehen sein, die Daten der mehreren zweiten Sensoren auf andere Weise zu verarbeiten.

Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass unterschiedlichen Hydraulikzylindern in Abhängigkeit von Daten unterschiedlicher zweiter Sensoren unterschiedliche Stellgrößen zugeteilt werden.

Die Erfindung betrifft auch eine landwirtschaftliche Arbeitsmaschine, umfassend eine erfindungsgemäße Vorrichtung, wobei erfindungsgemäß vorgesehen ist, dass im bestimmungsgemäßen Betrieb der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine der erste Sensor in Bezug auf die Fortbewegungsrichtung im vorderen Bereich der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine angeordnet ist und das Bodenbearbeitungswerkzeug in Bezug auf die Fortbewegungsrichtung im hinteren Bereich oder hinter der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine angeordnet ist.

Die Erfindung betrifft ebenfalls ein Verfahren zur Regelung der Bearbeitung eines Bodens in Echtzeit umfassend die Schritte:

- Detektion von Bodenparametern des Bodens mit einem ersten Sensor vor der Bearbeitung des Bodens mit einem Bodenbearbeitungswerkzeug,
- Bestimmen eines Sollwerts eines Bodenbearbeitungsparameters auf Basis der im ersten Schritt erhaltenen Bodenparametern, vorzugsweise unter Berücksichtigung von Modellparametern,
- Detektion eines Istwerts eines Bodenbearbeitungsparameters mit einem zweiten Sensor nach der Bearbeitung des Bodens mit einem Bodenbearbeitungswerkzeugs,
- Rückführen des vom zweiten Sensor detektierten Istwerts des Bearbeitungsparameters in eine Regelkreis-Steuereinheit, Vergleichen mit dem Sollwert des Bearbeitungsparameters und Bestimmen einer Steuergröße zur Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeugs,
- Bestimmen einer Stellgröße aus der Steuergröße in eine Implement-Steuereinheit zur Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeugs und
- Ansteuern des Bodenbearbeitungswerkzeugs mit der Stellgröße und gegebenenfalls Messung der Eigenschaften des Bodenbearbeitungswerkzeugs mit einer Messvorrichtung.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass mit dem zweiten Sensor die Oberflächenrauigkeit des Bodens bestimmt wird und dass in Abhängigkeit von der Oberflächenrauigkeit ein Parameterwert bestimmt wird.

Die Oberflächenrauigkeit kann gegebenenfalls als Maß für die Güte eines Auflockerungsvorgangs verwendet werden. Dabei kann beispielsweise eine geringere Oberflächenrauigkeit als Hinweis auf einen guten Bearbeitungserfolg verwendet werden.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass mit den Daten des zweiten Sensors eine Klassifizierung der Bearbeitungsqualität des Bodens durchgeführt wird.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass das Verfahren während einer Arbeitsfahrt einer landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine ausgeführt wird, wobei die Oberfläche des Bodens mit dem ersten Sensor und dem zweiten Sensor in Fortbewegungsrichtung der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine abgetastet wird.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Patentansprüchen, den Ausführungsbeispielen, sowie den Figuren.

Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand eines konkreten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1: Eine schematische Darstellung einer landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine, die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgestattet ist;
Fig. 2: eine schematische Darstellung eines in der erfindungsgemäßen Vorrichtung verwendeten Regelkreises;
Fig. 3: eine schematische Darstellung eines im Regelkreis verwendeten Regelkreis-Steuergeräts.

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine 6, an welcher eine erfindungsgemäße Vorrichtung angeordnet ist. Dabei umfasst die Vorrichtung einen ersten Sensor 1, eine Regelkreis-Steuereinheit 7, eine Implement-Steuereinheit 8, ein mit Hydraulikzylindern 5 ausgestattetes Bodenbearbeitungswerkzeug 2, sowie einen zweiten Sensor 4. Das Bodenbearbeitungswerkzeug wird zur Bearbeitung des Bodens 3 eingesetzt.

Die landwirtschaftliche Arbeitsmaschine 6, in diesem Ausführungsbeispiel als Traktor illustriert, bewegt sich in einer Fortbewegungsrichtung 9 über den Boden 3 einer zu bearbeitenden Fläche. Dabei wird der erste Sensor 1, in diesem Ausführungsbeispiel ein induktiver Sensor mit einer elektromagnetischen Sendespule und einer elektromagnetischen Empfangsspule, dazu verwendet um die Bodenparameter in einem unbearbeiteten Teil des Bodens 3 zu bestimmen. Durch den induktiven Sensor kann beispielsweise die elektrische Leitfähigkeit des Bodens bestimmt werden. In einem nicht beschriebenen Ausführungsbeispiel kann der erste Sensor 1 beispielsweise auch einen Radioaktivitätssensor umfassen. Auch die Kombination mehrerer Sensortypen ist möglich. Durch den ersten Sensor 1 ermittelte Bodenparameter können gegebenenfalls umfassen: Dichte, Feuchtigkeit, Oberflächenrauigkeit, diese sind jedoch nicht auf die hier genannten Bodenparameter beschränkt.

Die mittels des ersten Sensors 1 bestimmten Bodenparameter werden an die Regelkreis-Steuereinheit 7 übermittelt und es wird, gegebenenfalls unter Verwendung von gespeicherten Modellparametern, eine Steuergröße ermittelt. Diese Steuergröße wird in diesem Ausführungsbeispiel über eine externe Kabelverbindung an die Implement-Steuereinheit 8 übermittelt. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann die Übermittlung auch über einen bereits vorhandenen Datenbus der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine 6 erfolgen.

Die Implement-Steuereinheit 8 ermittelt aus der Steuergröße eine Stellgröße und leitet diese als Sollwert an das Bodenbearbeitungswerkzeug 2 weiter. Da es sich in diesem Ausführungsbeispiel um ein Bodenbearbeitungswerkzeug mit Hydraulikzylindern 5 handelt, ist die Stellgröße im Wesentlichen als Druck zu verstehen, mit dem die Hydraulikzylinder 5 beaufschlagt werden.

In diesem Ausführungsbeispiel wird allen Hydraulikzylindern 5 dieselbe Steuergröße übermittelt. In anderen Ausführungsbeispielen kann jedoch vorgesehen sein, dass die Implement-Steuereinheit 8 jedem Hydraulikzylinder 5 eine eigene und gegebenenfalls unterschiedliche Steuergröße zuweist.

Gemäß der von der Implement-Steuereinheit 8 übermittelten Steuergröße dringen die an den Hydraulikzylindern 5 des Bodenbearbeitungswerkzeugs 2 angeordneten Fortsätze 10 in den Boden 3 ein. Gegebenenfalls können die Hydraulikzylinder unter dem vorgegebenen Druck jedoch nicht bis zur gewünschten Tiefe ausgelenkt werden, da der Boden 3 beispielsweise einen zu großen Widerstand aufweist. Dann unterscheidet sich die gewünschte Eindringtiefe von der tatsächlichen Eindringtiefe. In diesem Ausführungsbeispiel wird die tatsächliche Eindringtiefe über eine an den Hydraulikzylindern 5 angeordnete Messvorrichtung, beispielsweise ein Wegmesssystem bestimmt. Dieses Wegmesssystem bestimmt die Auslenkung der Hydraulikzylinder 5 und schließt somit auf die Eindringtiefe der Fortsätze 10. In einem nicht beschriebenen Ausführungsbeispiel kann vorgesehen sein, dass die tatsächliche Eindringtiefe der Fortsätze 10 in den Regelkreis zurückfließt. Es kann auch vorgesehen sein, dass die tatsächliche Auslenkung bzw. Eindringtiefe der Fortsätze durch einen eigenen, zweiten Regelkreis am Bodenbearbeitungswerkzeug bzw. an der Implement-Steuereinheit geregelt wird, um sicherzustellen, dass die tatsächliche Eindringtiefe dem Wert der Steuergröße entspricht.

Durch die Bearbeitung des Bodens 3 mittels des Bodenbearbeitungswerkzeugs 2 wird in Fortbewegungsrichtung 9 der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine 6 hinter dem Bodenbearbeitungswerkzeug 2 ein bearbeiteter Bereich des Bodens 3 zurückgelassen. Der zweite Sensor 4 ist am Bodenbearbeitungswerkzeug 2 derart angeordnet, um jenen Bereich des Bodens 3, der direkt hinter dem Bodenbearbeitungswerkzeug 2 liegt, analysieren zu können. In diesem Ausführungsbeispiel ist der zweite Sensor 4 eine Mikrowellenradar-Vorrichtung. Da insbesondere bei sehr trockenen Böden die Bodenbearbeitung eine starke Staubentwicklung verursachen kann, wird in diesem Ausführungsbeispiel ein radarbasierter Sensor verwendet. Dieser wird im Gegensatz zu beispielsweise optischen Sensoren von einer möglichen Staubentwicklung nicht beeinflusst.

In diesem Ausführungsbeispiel ist der zweite Sensor 4 derart ausgeführt, um die Oberflächenrauigkeit messen zu können. Dies erfolgt insbesondere über die Bestimmung des Abstands zwischen dem zweiten Sensor 4 und der Oberfläche des Bodens 3 und einer Erstellung eines Topographieprofils aus den erhaltenen Daten. Der über die Oberflächenrauigkeit bestimmte Istwert der Bodenbearbeitung, auch als Bearbeitungserfolg bezeichnet, wird im erfindungsgemäßen Regelkreis an die Regelkreis-Steuereinheit 7 übermittelt. In der Regelkreis-Steuereinheit 7 wird durch Vergleich des Sollwerts mit dem Istwert eine neue Steuergröße ermittelt, welche wiederum an die Implement-Steuereinheit 8 übermittelt wird.

In anderen nicht beschriebenen Ausführungsbeispielen werden mehrere zweite Sensoren 4 in Form eines Fächerarrays verwendet. Insbesondere können in diesem Ausführungsbeispiel die zweiten Sensoren 4 in einer Ausrichtung quer zur, insbesondere normal auf, die Fortbewegungsrichtung 9 und in einer im Wesentlichen parallel zum Boden 3 verlaufenden Ebene angeordnet sein. Hierdurch können die Zuverlässigkeit und die Genauigkeit der Bestimmung der Oberflächenrauigkeit erhöht werden. Unter Verwendung der Daten mehrerer zweiter Sensoren 4 ist auch eine unabhängige Regelung mehrerer Hydraulikzylinder 5 möglich.

Der oben beschriebene Regelkreis wird während der Fortbewegung der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine 6 kontinuierlich durchlaufen, wodurch eine Anpassung der Parameter in Echtzeit erfolgen kann.

Fig. 2 zeigt ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines in der erfindungsgemäßen Vorrichtung verwendeten Regelkreises. Wie oben beschrieben wird durch einen ersten Sensor 1 wenigstens ein Bodenparameter, beispielsweise elektrische Leitfähigkeit oder Feuchtigkeit, bestimmt und an die Regelkreis-Steuereinheit 7 übermittelt. Die Regelkreis-Steuereinheit 7 bestimmt aus dem Bodenparameter unter Zuhilfenahme von Modellparametern eine Steuergröße, welche an die Implement-Steuereinheit 8 weitergeleitet wird. Über die von der Regelkreis-Steuereinheit 7 übermittelte Steuergröße werden Stellgrößen festgelegt, welche an das Bodenbearbeitungswerkzeug 2 weitergeleitet werden.

Die Bodenbearbeitung führt beispielsweise zu einer Veränderung der Rauigkeit des Bodens 3, welche mithilfe des zweiten Sensors 4 überwacht wird. Der so ermittelte Istwert, in diesem Ausführungsbeispiel die Oberflächenrauigkeit des Bodens 3, wird der Regelkreis-Steuereinheit übermittelt und gemeinsam mit dem Sollwert für die Bestimmung einer aktualisierten Steuergröße herangezogen.

Fig. 3 zeigt ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels einer Regelkreis-Steuereinheit 7 im Detail. Die Bodenparameter werden in einer CPU unter Verwendung von Modellparametern in einen Sollwert umgerechnet. Der Sollwert wird mit dem Istwert verglichen und die Informationen werden als Steuergröße an die Implement-Steuereinheit weitergeleitet. Der Regler selbst kann beispielsweise als Proportionalregler, Integralregler, Differentialregler, oder einer Kombination dieser Reglerarten ausgeführt sein.

## Bezugszeichenliste

1 Erster Sensor
2 Bodenbearbeitungswerkzeug
3 Boden
4 Zweiter Sensor
5 Hydraulikzylinder
6 Landwirtschaftliche Arbeitsmaschine
7 Regelkreis-Steuereinheit
8 Implement-Steuereinheit
9 Fortbewegungsrichtung
10 Fortsatz

## Patentansprüche

1. **Vorrichtung** zur Bodenbearbeitung umfassend einen ersten Sensor (1) zur Detektion der Bodenbeschaffenheit sowie ein steuerbares Bodenbearbeitungswerkzeug (2), wobei der erste Sensor (1) derart ausgeführt ist, dass die Beschaffenheit des Bodens (3) vor der Bearbeitung durch das Bodenbearbeitungswerkzeug (2) bestimmt werden kann,
   **dadurch gekennzeichnet, dass**
   ein zweiter Sensor (4) zur Detektion der Bodenbeschaffenheit vorgesehen ist, wobei der zweite Sensor (4) derart ausgeführt ist, dass die Bodenbeschaffenheit nach der Bearbeitung durch das Bodenbearbeitungswerkzeug (2) bestimmt werden kann, und
   ein geschlossener Regelkreis mit einer Regelkreis-Steuereinheit (7) gebildet ist, der dazu ausgeführt ist, in Abhängigkeit der vom ersten Sensor (1) und zweiten Sensor (4) detektierten Bodenbeschaffenheit in Echtzeit eine Steuergröße zur Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeuges (2) zu bestimmen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sensor (1) zur vorzugsweise berührungslosen Messung oder Bestimmung von Bodenparametern wie beispielsweise der elektrischen Leitfähigkeit, Radioaktivität, Verdichtung, Textur und/oder relativen Feuchtigkeit des Bodens ausgeführt ist und insbesondere ein induktiver Sensor mit einer Sendespule und einer Empfangsspule, ein magnetischer Sensor und/oder ein Strahlungsdetektor ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Sensor (4) zur vorzugsweisen berührungslosen Messung oder Bestimmung eines Bearbeitungsparameters, beispielsweise der Oberflächenrauigkeit des Bodens, ausgeführt ist und insbesondere ein Radar-Sensor, bevorzugt ein Mikrowellenradar-Sensor, ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelkreis-Steuereinheit (7) dazu ausgeführt ist, aus den vom ersten Sensor (1) detektierten Bodenparametern, vorzugsweise unter Berücksichtigung von Modellparametern, einen Sollwert eines Bearbeitungsparameters, beispielsweise einen Sollwert der Oberflächenrauigkeit, zu bestimmen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelkreis-Steuereinheit (7) dazu ausgeführt ist, den Sollwert des Bearbeitungsparameters mit dem vom zweiten Sensor (4) detektierten Istwert des Bearbeitungsparameters zu vergleichen und daraus die Steuergröße zur Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeuges (2) zu bestimmen.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Implement-Steuereinheit (8) vorgesehen ist, die dazu ausgeführt ist, aus der von der Regelkreis-Steuereinheit (7) gelieferten Steuergröße eine Stellgröße zur Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeuges (2) zu bestimmen.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Bodenbearbeitungswerkzeug (2) ein hydraulisch regelbares Bodenbearbeitungswerkzeug (2) mit wenigstens einem Hydraulikzylinder (5) ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Messvorrichtung zur Messung der Länge des Hydraulikzylinders (5) vorgesehen ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Bodenbearbeitungswerkzeug (2) als Grubber, Tiefenlockerer, Pflug oder dergleichen ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere zweite Sensoren (4) vorgesehen sind, die insbesondere in Form eines Sensorarrays, bevorzugt in Form eines Fächerarrays, angeordnet sind.

11. **Landwirtschaftliche Arbeitsmaschine** (6) umfassend eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass im bestimmungsgemäßen Betrieb der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine (6) der erste Sensor (1) im, in Bezug auf die Fortbewegungsrichtung, vorderen Bereich der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine (6) angeordnet ist und das Bodenbearbeitungswerkzeug (2) im, in Bezug auf die Fortbewegungsrichtung, hinteren Bereich oder hinter der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine (6) angeordnet ist.

12. **Verfahren** zur Regelung der Bearbeitung eines Bodens (3) in Echtzeit, umfassend die Schritte:
    a. Detektion von Bodenparametern des Bodens mit einem ersten Sensor (1) vor der Bearbeitung des Bodens mit einem Bodenbearbeitungswerkzeug (2),
    b. Bestimmen eines Sollwerts eines Bearbeitungsparameters auf Basis der in Schritt a) erhaltenen Bodenparametern, vorzugsweise unter Berücksichtigung von Modellparametern,
    c. Detektion eines Istwerts eines Bearbeitungsparameters eines Bodens (3) mit einem zweiten Sensor (4) nach der Bearbeitung des Bodens mit einem Bodenbearbeitungswerkzeug (2),
    d. Rückführen des vom zweiten Sensor (2) detektierten Istwert des Bearbeitungsparameters in eine Regelkreis-Steuereinheit (7), Vergleichen mit dem Sollwert des Bearbeitungsparameters und Bestimmen einer Steuergröße zur Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeugs (2),
    e. Bestimmen einer Stellgröße aus der Steuergröße in einer Implement-Steuereinheit (8) zur Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeuges (2),
    f. Ansteuern des Bodenbearbeitungswerkzeuges (2) mit der Stellgröße und gegebenenfalls Messung der Eigenschaften des Bodenbearbeitungswerkzeugs (2) mit einer Messvorrichtung.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem zweiten Sensor (4) die Oberflächenrauigkeit des Bodens (3) bestimmt wird, und dass in Abhängigkeit von der Oberflächenrauigkeit ein Parameterwert bestimmt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass mit den Daten des zweiten Sensors (4) eine Klassifizierung der Bearbeitungsqualität des Bodens durchgeführt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren während einer Arbeitsfahrt einer landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine ausgeführt wird, wobei die Oberfläche des Bodens (3) mit dem ersten Sensor (1) und dem zweiten Sensor (4) in Fortbewegungsrichtung der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine abgetastet wird.

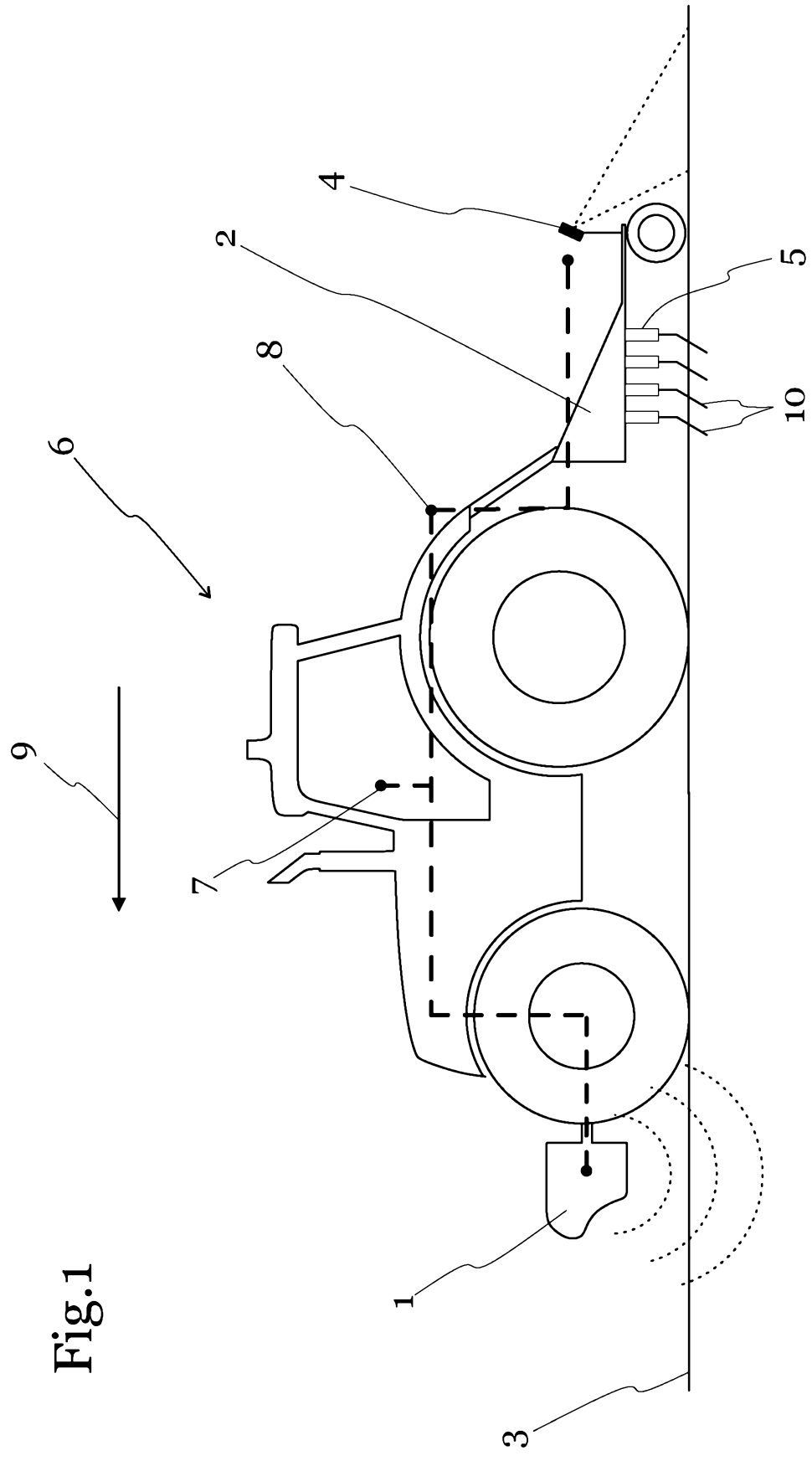



Fig.1

Fig.2

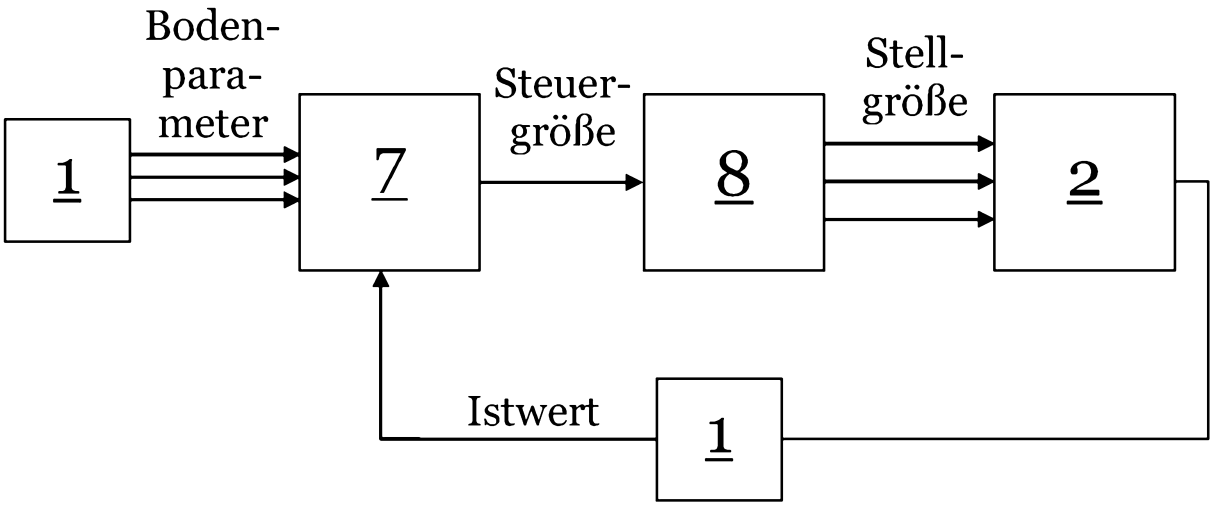
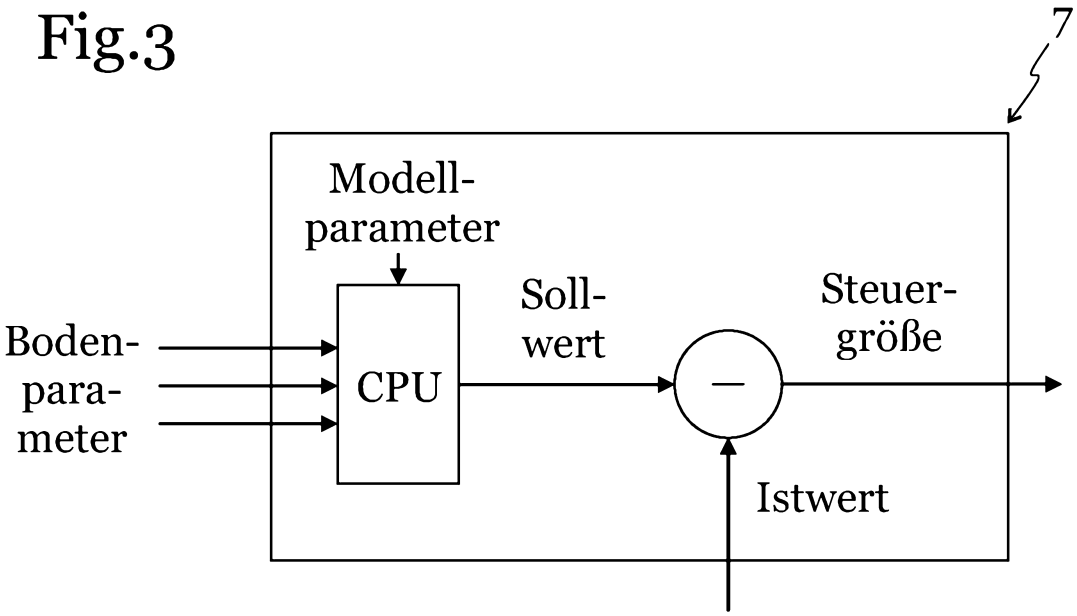

Boden-
para-
meter
1
7
Steuer-
größe
8
Stell-
größe
2
Istwert
1

Fig.3


7
Modell-
parameter
Boden-
para-
meter
CPU
Soll-
wert
Steuer-
größe
Istwert

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
***A01B 79/00*** (2006.01); ***A01B 35/32*** (2006.01); ***A01B 76/00*** (2006.01); *G01N 33/24* (2006.01); *G01V 3/165* (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
***A01B 79/005*** (2013.01); ***A01B 35/32*** (2013.01); ***A01B 76/00*** (2016.05); *G01N 33/24* (2017.08); *G01V 3/165* (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
A01B, G01N, G01V

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC, WPIAP, PATENW

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **14.02.2018** eingereichten Ansprüchen **1-15** erstellt.

| Kategorie*) | Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich | Betreffend Anspruch |
|---|---|---|
| X | EP 3167698 A1 (DEERE & CO [US]) 17. Mai 2017 (17.05.2017)<br><br>Absätze [0005], [0007], [0011]-[0013], [0016], [0020], [0021], [0033], [0035], [0036], [0038], [0057]; Figuren | 1, 4-12, 14, 15 |
| Y | | 2 |
| X | WO 2017158006 A2 (CNH IND ITALIA SPA [IT], CNH IND AMERICA LLC [US], CNH (CHINA) MAN CO LTD [CN]) 21. September 2017 (21.09.2017)<br>Seite 2: Zeilen 25-33; Seite 8: Zeilen 24-27; Seite 9, Zeile 29 bis Seite 10, Zeile 31; Seite 11: Zeilen 11-20; Fig. 5 | 1, 3-10, 12-15 |
| Y | | 2 |
| X | EP 3189719 A1 (DEERE & CO [US]) 12. Juli 2017 (12.07.2017)<br><br>Absätze [0036], [0038], [0039], [0041], [0047], [0051], [0059], [0060], [0063]; Fig. 4A, 4B, 5 | 1, 4-10, 12, 14, 15 |
| Y | | 2 |
| Y | AT 518415 B1 (GEOPROSPECTORS GMBH [AT]) 15. Oktober 2017 (15.10.2017)<br>Zusammenfassung; Absätze [0003], [0029], [0030]; Fig. 1 | 2 |

| Datum der Beendigung der Recherche: | Seite 1 von 1 | Prüfer(in): |
|---|---|---|
| 25.09.2018 | | THÜRRIEDL Thomas |

*) **Kategorien** der angeführten Dokumente:
- **X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- **Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.
- **A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- **P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- **E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**" hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in **F**rage stellen).
- **&** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

**Patentansprüche**

1. **Vorrichtung** zur Bodenbearbeitung umfassend einen ersten Sensor (1) zur Detektion der Bodenbeschaffenheit sowie ein steuerbares Bodenbearbeitungswerkzeug (2), wobei der erste Sensor (1) derart ausgeführt ist, dass die Beschaffenheit des Bodens (3) vor der Bearbeitung durch das Bodenbearbeitungswerkzeug (2) bestimmt werden kann, wobei ein zweiter Sensor (4) zur Detektion der Bodenbeschaffenheit vorgesehen ist, wobei der zweite Sensor (4) derart ausgeführt ist, dass die Bodenbeschaffenheit nach der Bearbeitung durch das Bodenbearbeitungswerkzeug (2) bestimmt werden kann, und ein geschlossener Regelkreis mit einer Regelkreis-Steuereinheit (7) gebildet ist, der dazu ausgeführt ist, in Abhängigkeit der vom ersten Sensor (1) und zweiten Sensor (4) detektierten Bodenbeschaffenheit in Echtzeit eine Steuergröße zur Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeuges (2) zu bestimmen, und wobei der zweite Sensor (4) zur vorzugsweisen berührungslosen Messung oder Bestimmung eines Bearbeitungsparameters, beispielsweise der Oberflächenrauigkeit des Bodens, ausgeführt ist und insbesondere ein Radar-Sensor, bevorzugt ein Mikrowellenradar-Sensor, ist
   **dadurch gekennzeichnet,**
   - **dass** der erste Sensor (1) zur vorzugsweise berührungslosen Messung oder Bestimmung von Bodenparametern wie beispielsweise der elektrischen Leitfähigkeit, Radioaktivität, Verdichtung, Textur und/oder relativen Feuchtigkeit des Bodens ausgeführt ist und ein induktiver Sensor mit einer Sendespule und einer Empfangsspule, ein magnetischer Sensor und/oder ein Strahlungsdetektor ist, und
   - **dass** die Regelkreis-Steuereinheit (7) dazu ausgeführt ist, aus den vom ersten Sensor (1) detektierten Bodenparametern, vorzugsweise unter Berücksichtigung von Modellparametern, einen Sollwert eines Bearbeitungsparameters, beispielsweise einen Sollwert der Oberflächenrauigkeit, zu bestimmen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelkreis-Steuereinheit (7) dazu ausgeführt ist, den Sollwert des Bearbeitungsparameters mit dem vom zweiten Sensor (4) detektierten Istwert des Bearbeitungsparameters zu vergleichen und daraus die Steuergröße zur Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeuges (2) zu bestimmen.



ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Implement-Steuereinheit (8) vorgesehen ist, die dazu ausgeführt ist, aus der von der Regelkreis-Steuereinheit (7) gelieferten Steuergröße eine Stellgröße zur Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeuges (2) zu bestimmen.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Bodenbearbeitungswerkzeug (2) ein hydraulisch regelbares Bodenbearbeitungswerkzeug (2) mit wenigstens einem Hydraulikzylinder (5) ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Messvorrichtung zur Messung der Länge des Hydraulikzylinders (5) vorgesehen ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Bodenbearbeitungswerkzeug (2) als Grubber, Tiefenlockerer, Pflug oder dergleichen ausgebildet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere zweite Sensoren (4) vorgesehen sind, die insbesondere in Form eines Sensorarrays, bevorzugt in Form eines Fächerarrays, angeordnet sind.

8. **Landwirtschaftliche Arbeitsmaschine** (6) umfassend eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass im bestimmungsgemäßen Betrieb der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine (6) der erste Sensor (1) im, in Bezug auf die Fortbewegungsrichtung, vorderen Bereich der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine (6) angeordnet ist und das Bodenbearbeitungswerkzeug (2) im, in Bezug auf die Fortbewegungsrichtung, hinteren Bereich oder hinter der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine (6) angeordnet ist.

9. **Verfahren** zur Regelung der Bearbeitung eines Bodens (3) in Echtzeit, umfassend die Schritte:
    a. Detektion von Bodenparametern des Bodens mit einem ersten Sensor (1) vor der Bearbeitung des Bodens mit einem Bodenbearbeitungswerkzeug

(2), wobei der erste Sensor (1) ein induktiver Sensor mit einer Sendespule und einer Empfangsspule, ein magnetischer Sensor und/oder ein Strahlungsdetektor ist,

b. Bestimmen eines Sollwerts eines Bearbeitungsparameters auf Basis der in Schritt a) erhaltenen Bodenparametern, vorzugsweise unter Berücksichtigung von Modellparametern,
c. Detektion eines Istwerts eines Bearbeitungsparameters eines Bodens (3) mit einem zweiten Sensor (4) nach der Bearbeitung des Bodens mit einem Bodenbearbeitungswerkzeug (2),
d. Rückführen des vom zweiten Sensor (2) detektierten Istwert des Bearbeitungsparameters in eine Regelkreis-Steuereinheit (7), Vergleichen mit dem Sollwert des Bearbeitungsparameters und Bestimmen einer Steuergröße zur Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeugs (2),
e. Bestimmen einer Stellgröße aus der Steuergröße in einer Implement-Steuereinheit (8) zur Ansteuerung des Bodenbearbeitungswerkzeuges (2),
f. Ansteuern des Bodenbearbeitungswerkzeuges (2) mit der Stellgröße und gegebenenfalls Messung der Eigenschaften des Bodenbearbeitungswerkzeugs (2) mit einer Messvorrichtung.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem zweiten Sensor (4) die Oberflächenrauigkeit des Bodens (3) bestimmt wird, und dass in Abhängigkeit von der Oberflächenrauigkeit ein Parameterwert bestimmt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass mit den Daten des zweiten Sensors (4) eine Klassifizierung der Bearbeitungsqualität des Bodens durchgeführt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren während einer Arbeitsfahrt einer landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine ausgeführt wird, wobei die Oberfläche des Bodens (3) mit dem ersten Sensor (1) und dem zweiten Sensor (4) in Fortbewegungsrichtung der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine abgetastet wird.

Wien, am 6.12.2018

Anmelder(in) vertreten durch:
Puchberger & Partner
Patentanwälte
Reichsratsstraße 13, A-1010 Wien



ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE