



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 61 788 B3** 2004.01.22

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 61 788.0**  
(22) Anmeldetag: **23.12.2002**  
(43) Offenlegungstag: –  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **22.01.2004**

(51) Int Cl.7: **A47L 11/40**  
**A47L 5/12, A47L 9/28**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:  
**Alfred Kärcher GmbH & Co. KG, 71364  
Winnenden, DE**

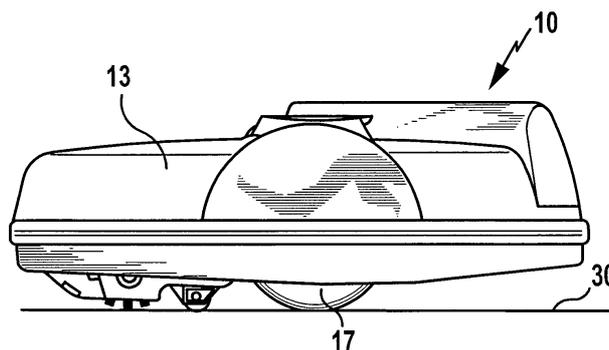
(74) Vertreter:  
**HOEGER, STELLRECHT & PARTNER  
PATENTANWÄLTE, 70182 Stuttgart**

(72) Erfinder:  
**Dünne, Markus, 70599 Stuttgart, DE; Mayer,  
Harald, 78585 Bubsheim, DE; Rust, Hendrik, Dr.,  
70374 Stuttgart, DE; Benzler, Gottfried, 71737  
Kirchberg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**US 56 13 261 A**

(54) Bezeichnung: **Mobiles Bodenbearbeitungsgerät**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein mobiles, selbstfahrendes und selbstlenkendes Bodenbearbeitungsgerät mit einer Antriebseinheit, einer Bodenbearbeitungseinheit und einer Steuereinheit, die mit der Antriebseinheit verbunden ist und der mindestens ein Positionssensor zugeordnet ist zur Bestimmung der Position des Bodenbearbeitungsgerätes. Um das Bodenbearbeitungsgerät derart weiterzubilden, daß es eine verbesserte Positionsbestimmung ermöglicht, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß der Positionssensor als mit der Bodenfläche zusammenwirkender optischer Sensor ausgestaltet ist mit einem ortsauflösenden strahlungsempfindlichen Element, dem eine Abbildungsoptik zur Abbildung eines Ausschnitts der Bodenfläche auf das strahlungsempfindliche Element sowie eine Auswerteelektronik zugeordnet sind, wobei mittels der Auswerteelektronik aus zeitlich aufeinander folgenden Abbildungen der Bodenfläche die Fahrtrichtung und der zurückgelegte Fahrweg des Bodenbearbeitungsgerätes bestimmbar sind.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein mobiles Bodenbearbeitungsgerät zur Bearbeitung einer Bodenfläche, das selbstfahrend und selbstlenkend ausgestaltet ist und eine Antriebseinheit, eine Bodenbearbeitungseinheit sowie eine Steuereinheit umfaßt, wobei die Steuereinheit zum Steuern der Fahrtrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes mit der Antriebseinheit verbunden ist und der Steuereinheit mindestens ein Positionssensor zugeordnet ist zur Bestimmung der Position des Bodenbearbeitungsgerätes.

### Stand der Technik

[0002] Mit Hilfe derartiger Bodenbearbeitungsgeräte kann ohne Einsatz einer Bedienungsperson eine Bodenfläche bearbeitet, insbesondere gereinigt werden. Das Bodenbearbeitungsgerät wird hierbei entlang der zu bearbeitenden Bodenfläche verfahren. Hierzu kann beispielsweise vorgesehen sein, daß der Steuereinheit ein Fahrtrichtungsverlauf vorgebar ist, entlang dessen sich das Bodenbearbeitungsgerät bewegt. Zur Bestimmung seiner aktuellen Position weist das Bodenbearbeitungsgerät einen Positionssensor auf. Hierbei ist aus der US 5 613 261 A ein Bodenbearbeitungsgerät bekannt mit Rotationssensoren, die mit zwei Antriebsrädern der Antriebseinheit des Bodenbearbeitungsgerätes gekoppelt sind. Die Rotation der Antriebsräder kann erfaßt und daraus die aktuelle Position des Bodenbearbeitungsgerätes bestimmt werden.

[0003] Die Ermittlung der Position des Bodenbearbeitungsgerätes durch Erfassung der Rotation der Antriebsräder kann allerdings zu Ungenauigkeiten führen, da die Antriebsräder einen Schlupf aufweisen können, so daß zwar eine Rotation der Räder auftritt, nicht jedoch eine der Rotation entsprechende Positionsänderung des Bodenbearbeitungsgerätes.

### Aufgabenstellung

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein mobiles Bodenbearbeitungsgerät der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß es eine verbesserte Positionsbestimmung ermöglicht.

[0005] Diese Aufgabe wird bei einem mobilen Bodenbearbeitungsgerät der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Positionssensor als mit der Bodenfläche zusammenwirkender optischer Sensor ausgestaltet ist mit einem ortsauflösenden strahlungsempfindlichen Element, dem eine Abbildungsoptik zur Abbildung eines Ausschnitts der Bodenfläche auf das strahlungsempfindliche Element sowie eine Auswerteelektronik zugeordnet sind, wobei mittels der Auswerteelektronik aus zeitlich aufeinander folgenden Abbildungen der Bodenfläche die Fahrtrichtung und der zurückgelegte Fahrweg des Bodenbearbeitungsgerätes bestimmbar sind.

[0006] Mittels der Abbildungsoptik läßt sich ein Ausschnitt der Bodenfläche auf das strahlungsempfindliche Element abbilden, und eine Änderung der Abbildung aufgrund einer Relativbewegung zwischen Bodenbearbeitungsgerät und Bodenfläche wird von der Auswerteelektronik erkannt, wobei durch Auswertung der in kurzen zeitlichen Abständen erfaßten Bilder der Bodenfläche die Fahrtrichtung, der seit dem Start des Bodenbearbeitungsgerätes zurückgelegte Fahrweg (Wegstrecke) und vorzugsweise auch die Geschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgerätes ermittelt werden können. Die Auswerteelektronik kann hierbei auf vom strahlungsempfindlichen Element bereitgestellte Bilddaten zugreifen und diese auswerten. Der optische Sensor wirkt mit der Bodenfläche zusammen, so daß eine Änderung der Position des Bodenbearbeitungsgerätes bezüglich der Bodenfläche erfaßt wird. Es kann daher die Position des Bodenbearbeitungsgerätes genau bestimmt werden. Dem Fachmann sind derartige Sensoren auch unter der Bezeichnung "optischer Korrelationssensor" bekannt. Gegenüber den häufig verwendeten Sensoren, die eine Rotation der Antriebsräder erfassen, hat der optische Sensor den besonderen Vorteil, daß er nicht nur einen Längsschlupf der Räder, sondern auch einen Querschlupf, d.h. einen seitlichen Versatz, aufnehmen kann. Dies ist insbesondere bei der Bearbeitung von hochflorigen Teppichen von Bedeutung.

[0007] Der optische Sensor umfaßt ein strahlungsempfindliches Element, vorzugsweise ein Element, das Infrarotstrahlung oder sichtbares Licht detektiert. Hierbei kann dem optischen Sensor eine Strahlungsquelle, beispielsweise eine Infrarotstrahlungsquelle oder ein Leuchtelement, welches sichtbare Lichtstrahlung emittiert, zugeordnet sein. Günstig ist es hierbei, wenn die Strahlungsquelle den vom optischen Sensor erfaßten Bereich der Bodenfläche homogen ausleuchtet.

[0008] Der Positionssensor ist vorzugsweise an einem Fahrwerk des Bodenbearbeitungsgerätes gehalten. Er kann im Abstand zur Bodenfläche angeordnet sein oder auch an der Bodenfläche entlang führbar sein, beispielsweise mittels Rollen an der Bodenfläche entlang gleiten. Bei einer bevorzugten Ausführungsform wirkt der Positionssensor berührungslos mit der Bodenfläche zusammen und ist im Abstand zu dieser gehalten.

[0009] Vorzugsweise ist ein Ausschnitt der Bodenfläche auch bei einer Änderung des Abstandes zwischen dem Bodenbearbeitungsgerät und der Bodenfläche innerhalb eines vorgegebenen Arbeitsbereiches mittels der Abbildungsoptik auf das strahlungsempfindliche Element mit praktisch konstantem Abbildungsmaßstab abbildbar. Eine derartige Ausgestaltung der Abbildungsoptik hat den Vorteil, daß eine Änderung des Abstandes zwischen dem Bodenbearbeitungsgerät und der zu bearbeitenden Bodenfläche, soweit der Abstand innerhalb des Arbeitsbereiches liegt, keine wesentliche Änderung des Abbil-

dungsmaßstabes der Abbildungsoptik zur Folge hat. Unter Abbildungsmaßstab wird hierbei der Vergrößerungs- oder Verkleinerungsfaktor der Abbildungsoptik verstanden. Ein gleichbleibender Abbildungsmaßstab unabhängig vom Abstand zwischen Bodenbearbeitungsgerät und Bodenfläche stellt sicher, daß mittels des Positionssensors lediglich Bewegungsänderungen detektiert werden, die senkrecht zur optischen Achse der Abbildungsoptik auftreten, d. h. Bewegungsänderungen parallel zur Bodenfläche. Positionsfehler werden dadurch vermieden. Durch eine innerhalb des Arbeitsbereiches abstandsinvariante Abbildung kann insbesondere sichergestellt werden, daß Abstandsvariationen, die aufgrund der Beschaffenheit der Bodenfläche auftreten, keine Positionsfehler zur Folge haben. Derartige Abstandsvariationen können beispielsweise bei gefliester Bodenfläche im Bereich von Fugen auftreten.

[0010] Vorzugsweise erstreckt sich der Arbeitsbereich, d. h. der Bereich, innerhalb dessen eine abstandsinvariante Abbildung mittels der Abbildungsoptik erzielbar ist, über mindestens 10 mm. Besonders günstig ist es, daß sich der Arbeitsbereich über mindestens etwa 20 mm erstreckt.

[0011] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß ein Ausschnitt der Bodenfläche mittels der Abbildungsoptik ab einem Mindestabstand von ca. 5 mm bis etwa 10 mm zwischen Bodenbearbeitungsgerät und Bodenfläche bis zu einem Maximalabstand von etwa 25 mm bis ca. 30 mm auf das lichtempfindliche Element mit praktisch konstantem Abbildungsmaßstab abbildbar ist.

[0012] Bei einer derartigen Ausgestaltung erstreckt sich der Arbeitsbereich über ca. 15 bis etwa 25 mm, wobei der Abstand zur Bodenfläche ab einem Mindestabstand von etwa 5 mm detektierbar ist bis zu einem maximalem Abstand von ca. 30 mm. Innerhalb dieses Arbeitsbereiches tritt praktisch kein Positionsfehler aufgrund von Änderungen des Abbildungsmaßstabes auf.

[0013] Der Abbildungsmaßstab weist vorzugsweise einen Wert von etwa 3 bis ca. 10 auf, wobei sich ein Wert von ca. 5 als besonders günstig erwiesen hat. Ein Abbildungsmaßstab 5 bedeutet, daß ein quadratischer Ausschnitt der Bodenfläche mit einer Seitenlänge von 5 mm derart auf das strahlungsempfindliche Element abgebildet wird, daß man auf dem strahlungsempfindlichen Element ein verkleinertes quadratisches Bild der Bodenfläche mit einer Seitenlänge von 1 mm erhält.

[0014] Zur Erzielung einer innerhalb eines Arbeitsbereiches abstandsinvarianten Abbildung kann vorgesehen sein, daß der optische Sensor beweglich am Bodenbearbeitungsgerät gehalten ist und in gleichbleibendem Abstand zur Bodenfläche positionierbar ist. Hierzu kann dem optischen Sensor ein berührungsbehaffeter oder berührungsloser Abstandssensor zugeordnet sein und bei sich ändernden Abständen zwischen Bodenbearbeitungsgerät und Bodenfläche kann der optische Sensor zum Aus-

gleich der Abstandsänderungen nachführbar sein. In einer konstruktiv besonders einfachen Ausführungsform kann der optische Sensor unmittelbar an der Bodenfläche entlang gleitbar ausgestaltet sein, beispielsweise mittels Gleitrollen, wobei der optische Sensor mittels eines Federelementes in Richtung der Bodenfläche elastisch vorgespannt ist. Ändert sich der Abstand zwischen Bodenbearbeitungsgerät und Bodenfläche, so kann diese Abstandsänderung durch die federelastische Lagerung des optischen Sensors ausgeglichen werden.

[0015] Zur Erzielung einer abstandsinvarianten Abbildung kann auch vorgesehen sein, daß die Abbildungsoptik nach Art einer Autofokuseinheit ausgestaltet ist, beispielsweise bezogen auf das strahlungsempfindliche Element beweglich gehalten ist, so daß die Abbildungsoptik, beispielsweise eine Abbildungslinse, mechanisch entsprechend dem auftretenden Abstand nachführbar ist.

[0016] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß die Abbildungsoptik eine Linse aufweist, in deren der Bodenfläche abgewandter Brennebene eine Blende angeordnet ist. Eine derartige Ausgestaltung der Abbildungsoptik bildet ein einfaches telezentrisches System, mit dessen Hilfe sichergestellt werden kann, daß eine Abstandsänderung zwischen der Bodenfläche und der Linse innerhalb eines vorgebbaren Bereiches praktisch keine Änderung des Abbildungsmaßstabes zur Folge hat. Der Arbeitsbereich kann hierbei umso größer gewählt werden, je kleiner der Durchmesser der Blende ist. Der Blendendurchmesser bestimmt also die Tiefenschärfe der Abbildungsoptik. Allerdings wird auch die Strahlungsempfindlichkeit der Abbildungsoptik durch den Blendendurchmesser beeinflusst, die Strahlungsempfindlichkeit ist umso geringer, je geringer der Blendendurchmesser ist. Ein Blendendurchmesser von maximal etwa 1 mm, vorzugsweise 0,3 bis 0,7 mm hat sich als günstig erwiesen.

[0017] Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Abbildungsoptik zwei Linsen aufweist, in deren gemeinsamer Brennebene eine Blende angeordnet ist. Eine derartige Ausgestaltung der Abbildungsoptik hat nicht nur den Vorteil einer innerhalb des Arbeitsbereiches abstandsinvarianten Abbildung, sondern sie ermöglicht es, die auf das strahlungsempfindliche Element auftreffende Strahlung, insbesondere Lichtstrahlung, im wesentlichen senkrecht zur strahlungsempfindlichen Oberfläche des strahlungsempfindlichen Elementes auszurichten. Dadurch kann die Empfindlichkeit des Positionssensors, insbesondere dessen Ortsauflösung, verbessert werden.

[0018] Als besonders günstig hat es sich erwiesen, wenn zumindest eine Linse der Abbildungsoptik eine asphärische Oberfläche aufweist.

[0019] Als strahlungsempfindliches Element kommt bei einer vorteilhaften Ausführungsform ein strahlungsempfindliches Flächenelement zum Einsatz, besonders bevorzugt ein mikroelektronisches Halbleiterelement, beispielsweise ein CMOS-Detektor,

ein PSD-Element (d.h. ein sogenannter „Position Sensitive Detector“), eine Diodenzeile oder ein sogenanntes CCD-Element, das auch unter der Bezeichnung "Charge Coupled Device" bekannt ist. Insbesondere derartige PSD- und CCD-Elemente ermöglichen eine sehr empfindliche lageabhängige Detektion der auftretenden Strahlung, um dadurch die Geschwindigkeit und die Fahrtrichtung und auch die zurückgelegte Fahrstrecke des Bodenbearbeitungsgerätes zu bestimmen.

[0020] Von besonderem Vorteil ist es hierbei, wenn die Auswerteelektronik und das strahlungsempfindliche Element als kombiniertes, insbesondere einteiliges mikroelektronisches Bauelement ausgestaltet sind. Die Auswerteelektronik kann als anwenderspezifischer mikroelektronischer Schaltkreis ausgestaltet sein, in den ein PSD- oder CCD-Element integriert ist. Dies ermöglicht eine kostengünstige Herstellung des lichtempfindlichen Elementes mit Auswerteelektronik.

[0021] Zusätzlich zu dem mindestens einen optischen Sensor kann beim erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsgerät bei einer vorteilhaften Ausführungsform noch zumindest ein weiterer Positionsbestimmungssensor zum Einsatz kommen, beispielsweise Sensoren, mit deren Hilfe – wie eingangs erwähnt – die Rotation der Antriebsräder erfaßbar ist. Mittels des optischen Sensors kann dann eine Kalibrierung der restlichen Positionsbestimmungssensoren durchgeführt werden. Unter Zuhilfenahme des optischen Sensors kann die Bodenfläche erkannt werden. Diese Untergrunderkennung ermöglicht dann eine Kalibrierung. So kann beispielsweise untergrundabhängig ein Korrekturwert, beispielsweise der Schlupf der Antriebsräder, in einem Speicherglied der Steuereinheit hinterlegt werden, und je nach momentanem Untergrund, der vom optischen Sensor erfaßt wird, kann dann der jeweils maßgebliche Korrekturwert für die restlichen Positionsbestimmungssensoren abgerufen und zur Kalibrierung herangezogen werden. Es kann auch vorgesehen sein, daß aufgrund des vom optischen Sensor erkannten momentanen Untergrundes anhand einer vorgegebenen Berechnungsvorschrift ein untergrundabhängiger Korrekturwert berechenbar ist, der zur Kalibrierung der weiteren Sensoren herangezogen wird. Zum Beispiel kann untergrundabhängig der jeweilige Schlupf der Antriebsräder berücksichtigt werden bei der Bestimmung der Position aus der erfaßten Rotation der Antriebsräder.

[0022] Eine besonders genaue Positionsbestimmung kann dadurch erzielt werden, daß zusätzlich zum optischen Sensor mindestens ein weiterer Sensor zum Einsatz kommt, wobei die Sensorsignale miteinander kombiniert werden, beispielsweise mittels eines Kalmanfilters, um durch eine derartige Sensorfusion, selbst ohne Durchführung einer Kalibrierung, ein sehr genaues Meßergebnis zu erzielen.

[0023] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen mobilen Boden-

bearbeitungsgerätes ist mittels des optischen Sensors ein Überschreiten eines vorgegebenen Abstandes zwischen dem Bodenbearbeitungsgerät und der Bodenfläche erkennbar. Dadurch kann mittels des optischen Sensors nicht nur die Position des Bodenbearbeitungsgerätes bestimmt werden, sondern es kann auch eine abfallende Stufe der Bodenfläche erkannt werden, d. h. der optische Sensor bildet zusätzlich zu seiner positionsbestimmenden Eigenschaft auch einen Abstandssensor, mit dessen Hilfe ein steiler Abfall der Bodenfläche oder auch eine Treppenstufe zuverlässig erkannt werden kann. Wird ein Überschreiten des vorgegebenen Abstandes mittels des optischen Sensors erkannt, so kann das Bodenbearbeitungsgerät zur Vermeidung eines Absturzes eine Fahrtrichtungsänderung durchführen, zum Beispiel eine Fahrtrichtungsumkehr mit anschließender Drehung des Bodenbearbeitungsgerätes um einen vorgegebenen Winkel, beispielsweise 90°.

[0024] Günstig ist es, wenn mittels der Auswerteelektronik die Schärfe der Abbildung des Ausschnitts der Bodenfläche auswertbar ist. Vorzugsweise ist mittels der Auswerteelektronik aufgrund der Schärfe der Abbildung ein Überschreiten des vorgegebenen Abstandes erkennbar. Die Auswerteelektronik nimmt hierbei eine Schärfenanalyse des von der Abbildungsoptik auf das strahlungsempfindliche Element abgebildeten Bildes vor. Stellt sich eine vorgegebene Unschärfe ein, so wird dies von der Auswerteelektronik als Überschreiten des vorgegebenen maximal zulässigen Abstandes interpretiert, so daß diese anschließend der Steuereinheit ein entsprechendes Absturz-Warnsignal zur Verfügung stellt zur Veranlassung einer Fahrtrichtungsänderung des Bodenbearbeitungsgerätes.

[0025] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist mittels des optischen Sensors die Beschaffenheit der Bodenfläche, beispielsweise deren Bearbeitungszustand, insbesondere deren Verschmutzungsgrad, erfaßbar. Hierzu kann beispielsweise vorgesehen sein, daß die Auswerteelektronik anhand der vom strahlungsempfindlichen Sensor bereitgestellten Bilddaten die Anzahl der jeweils auf der Abbildung eines Ausschnitts der Bodenfläche erkennbaren Bildpunkte (Pixel) bestimmt oder auch den maximalen Pixelwert (Farbwert) oder den durchschnittlichen Pixelwert aller Bildpunkte. Auch ein Signal, das der Zeitspanne proportional ist, innerhalb derer jeweils ein Ausschnitt der Bodenfläche vom Sensor erfaßt wird, nämlich die sogenannte „shutter time“, kann zur Erzielung von Informationen über die Bodenflächenbeschaffenheit herangezogen werden, und/oder es kann der jeweils bereitgestellte Signalpegel ausgewertet werden. Die Steuerung der Fahrtrichtung und/oder der Fahrgeschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgerätes und/oder die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit kann dann anhand der ermittelten Bodenbeschaffenheit erfolgen. Dies ermöglicht insbesondere das Erkennen unterschiedlich beschaffener Bodenflächensegmente – bei-

spielsweise Segmente mit Parkett oder mit Teppichen –, die dann segmentweise bearbeitet werden können, d. h. einzelne Bodenflächensegmente sind nacheinander bearbeitbar. Die Auswertung der Bilddaten ermöglicht auch eine Selbstkalibrierung des optischen Sensors. Hierzu können in Abhängigkeit von der aufgrund der Bilddaten gewonnenen Bodenbeschaffenheit Korrekturwerte zur Kalibrierung des Sensors in einem Speicherglied hinterlegt werden oder aufgrund einer hinterlegten Rechenvorschrift können Korrekturwerte berechnet werden. Dadurch kann einem von der Bodenbeschaffenheit abhängigen Positionsfehler entgegengewirkt werden, beispielsweise Positionsfehler, die sich bei Einsatz des Bodenbearbeitungsgerätes abwechselnd auf Hartflächen, z.B. Parkett, und Teppichböden einstellen könnten.

[0026] Günstig ist es, wenn mittels der Auswertelektronik die Intensität der auf das strahlungsempfindliche Element auftreffenden Strahlung auswertbar ist. Eine derartige Ausgestaltung hat den Vorteil, daß nicht nur das Überschreiten eines vorgegebenen maximal zulässigen Abstandes aufgrund der damit einhergehenden Intensitätsabschwächung der auf das strahlungsempfindliche Element auftretenden Strahlung erkannt werden kann, sondern die Auswertung der Intensität der auf das strahlungsempfindliche Element auftreffenden Strahlung ermöglicht auch eine Beurteilung der Beschaffenheit der Bodenfläche. Insbesondere kann dadurch der Bearbeitungszustand, beispielsweise der Verschmutzungsgrad, der Bodenfläche erfaßt werden. Dies ermöglicht eine Beurteilung, ob die Bodenfläche bereits bearbeitet wurde oder ob dies nicht der Fall ist, denn die Bearbeitung der Bodenfläche hat üblicherweise eine Änderung der optischen Eigenschaften, insbesondere der Reflexionseigenschaft der Bodenfläche zur Folge. Die Bearbeitung kann beispielsweise in Form einer Reinigung der Bodenfläche erfolgen, wobei dann durch Auswertung der Intensität der auf das strahlungsempfindliche Element auftreffenden Strahlung sowohl das Erfordernis einer Reinigung als auch die erzielte Reinigungsqualität beurteilt werden können.

[0027] Von Vorteil ist es, wenn die Bewegung des Bodenbearbeitungsgerätes und/oder die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit in Abhängigkeit von den mittels des strahlungsempfindlichen Sensors gewonnenen Bilddaten, insbesondere der Intensität der auf das strahlungsempfindliche Element auftreffenden Strahlung, steuerbar sind. Eine derartige Ausgestaltung hat den Vorteil, daß die zu bearbeitende Bodenfläche innerhalb kürzerer Zeit bearbeitet werden kann als dies bei herkömmlichen Bodenbearbeitungsgeräten der Fall ist. Durch der Beurteilung der Bilddaten, beispielsweise der Intensität der auf das strahlungsempfindliche Element auftreffenden Strahlung, kann eine Flächensegmentierung der zu bearbeitenden Bodenfläche vorgenommen werden dergestalt, so daß das Überfahren eines bereits be-

arbeitenden Bodenflächensegmentes nach Möglichkeit vermieden wird, zumindest aber mit höherer Fahrgeschwindigkeit vorgenommen wird. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das Bodenbearbeitungsgerät als Bodenreinigungsgerät ausgestaltet ist, beispielsweise als Kehr- und/oder Sauggerät oder auch als Wischgerät zum nassen, halbnassen, nebelfeuchten oder trockenen Wischen der Bodenfläche. Üblicherweise weist die gereinigte Bodenfläche eine höhere Reflexion auf als eine ungereinigte Bodenfläche, so daß im Bereich einer gereinigten Bodenfläche die Intensität der auf das strahlungsempfindliche Element auftreffenden Strahlung höher ist als in ungereinigten Bereichen. Die Bewegung des Bodenbearbeitungsgerätes kann dann in Abhängigkeit von der Intensität der auf das strahlungsempfindliche Element auftreffenden Strahlung gesteuert werden ebenso wie auch die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit, vorzugsweise einer Bodenreinigungseinheit, in Abhängigkeit von der Intensität der auftreffenden Strahlung gesteuert werden kann. Wie bereits erläutert, kann aus den bereitgestellten Bilddaten auf die Bodenbeschaffenheit geschlossen werden. Dies ermöglicht auch eine Segmentierung der Bodenfläche dergestalt, daß nacheinander Segmente mit im wesentlichen einheitlicher Beschaffenheit bearbeitet, insbesondere gereinigt werden.

[0028] Günstig ist es, wenn der Steuereinheit ein positionsabhängiger Referenzwert der Bodenbeschaffenheit beispielsweise anhand der Intensität der auf das strahlungsempfindliche Element auftreffenden Strahlung vorgebar ist und wenn die Steuereinheit ein Vergleichsglied umfaßt zum Vergleich des Referenzwertes mit der momentanen Beschaffenheit, beispielsweise dem momentanen Wert der Intensität der auf das strahlungsempfindliche Element auftreffenden Strahlung, wobei die Bewegung des Bodenbearbeitungsgerätes und/oder Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit in Abhängigkeit von der Abweichung der momentanen Beschaffenheit, also zum Beispiel des momentanen Intensitätswertes, vom Referenzwert steuerbar ist. Bei einer derartigen Ausgestaltung kann vor dem eigentlichen Arbeitseinsatz oder während des ersten Arbeitseinsatzes des Bodenbearbeitungsgerätes eine Lernfahrt bei bearbeiteter Bodenfläche durchgeführt werden. Während der Lernfahrt wird die Bodenbeschaffenheit beispielsweise anhand der Intensität der auf das lichtempfindliche Element auftreffenden Strahlung positionsabhängig in einem Speicherglied der Steuereinheit abgespeichert. Diese Werte bei bearbeiteter Bodenfläche bilden Referenzwerte, die bei einer späteren Bearbeitung der Bodenfläche, beispielsweise einer späteren Reinigung, zum Vergleich mit dem jeweiligen aktuellen Wert positionsabhängig herangezogen werden können. Wird festgestellt, daß der momentane Wert geringer ist als der während der Lernfahrt der Steuereinheit ermittelte Referenzwert, so kann ein Bearbeitungsmodus der Bodenbearbeitungseinheit aktiviert und eine Bearbeitung der Bo-

denfläche vorgenommen werden. Wird jedoch festgestellt, daß in einem bestimmten Bodenflächensegment keine Bearbeitung erforderlich ist, da nur eine verhältnismäßig geringe Abweichung des momentanen Wertes vom vorgegebenen Referenzwert vorliegt, so kann der Bearbeitungsmodus der Bodenbearbeitungseinheit ausgeschaltet werden, vorzugsweise kann die Bodenbearbeitungseinheit in einen Stand-by-Betriebsmodus übergehen, und dieses Bodenflächensegment kann mit höherer Fahrgeschwindigkeit überfahren werden, und/oder es kann eine Fahrtrichtungsänderung vorgenommen werden, um innerhalb möglichst kurzer Zeit ein Bodenflächensegment zu erreichen, das einer Bearbeitung bedarf.

[0029] Alternativ und/oder ergänzend zur Vorgabe eines Referenzwertes ist bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsgerätes vorgesehen, daß das Bodenbearbeitungsgerät zumindest zwei optische Sensoren aufweist, wobei die Bewegung des Bodenbearbeitungsgerätes und/oder die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit in Abhängigkeit von den von den jeweiligen Sensoren erfaßten Bodenbeschaffenheiten, beispielsweise den Intensitäten der auf die strahlungsempfindlichen Elemente der beiden Sensoren auftreffenden Strahlung, steuerbar sind.

[0030] Vorzugsweise weist das erfindungsgemäße Bodenbearbeitungsgerät mindestens zwei optische Sensoren auf.

[0031] Günstig ist es, wenn mittels eines ersten optischen Sensors die Bodenfläche vor deren Bearbeitung und mittels eines zweiten optischen Sensors die Bodenfläche nach ihrer Bearbeitung erfaßbar ist. Eine derartige Ausgestaltung ermöglicht eine Differenzmessung der Bodenbeschaffenheit beispielsweise dergestalt, daß die Intensität der auf das jeweilige strahlungsempfindliche Element auftreffenden Strahlung vor der Bearbeitung und nach der Bearbeitung der Bodenfläche erfaßt wird. Aus den so gewonnenen Intensitätswerten kann eine Differenz gebildet werden, und zusätzlich können die Intensitätswerte mit einem Absolutwert verglichen werden. Dadurch kann beurteilt werden, ob überhaupt eine Bearbeitung erforderlich ist und ob gegebenenfalls die Bearbeitung erfolgreich war oder eine weitere Bearbeitung erforderlich ist.

[0032] Der Einsatz von zwei optischen Sensoren für das Bodenbearbeitungsgerät hat außerdem den Vorteil, daß aufgrund der jeweils erfaßten Bodenbeschaffenheit, insbesondere durch Beurteilung der auf das jeweilige strahlungsempfindliche Element auftreffenden Strahlung, die Fahrtrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes derart gesteuert werden kann, daß es selbsttätig einer Grenzlinie zwischen einem bereits bearbeiteten Bodenflächensegment und einem noch nicht bearbeiteten Bodenflächensegment folgt, indem einer der beiden optischen Sensoren im Bereich der bereits bearbeiteten Bodenfläche und der andere optische Sensor im Bereich der unbearbeiteten Bodenfläche gehalten wird. Somit kann auf

konstruktiv einfache Weise mittels der optischen Sensoren zum einen die Position des Bodenbearbeitungsgerätes sehr genau ermittelt werden und zum anderen kann eine zu bearbeitende Bodenfläche innerhalb kurzer Zeit flächendeckend überfahren werden, wobei ein mehrmaliges Überfahren bereits bearbeiteter Bodenflächensegmente vermieden wird.

[0033] Um einer Verschmutzung der erfindungsgemäß zum Einsatz kommenden Abbildungsoptik entgegenzuwirken, umfaßt das Bodenbearbeitungsgerät bei einer bevorzugten Ausführungsform ein mechanisches Reinigungselement, das beispielsweise nach Art eines Scheibenwischers ausgestaltet sein kann.

[0034] Kommt als Bodenbearbeitungseinheit eine Reinigungseinheit mit einem Saugaggregat zum Einsatz, so ist es besonders vorteilhaft, wenn die Abbildungsoptik mit dem Saugaggregat in Strömungsverbindung steht, so daß die Abbildungsoptik zur Vermeidung und/oder zur Beseitigung einer Verschmutzung mit einer Luftströmung beaufschlagbar ist.

[0035] Günstig ist es, wenn mittels des optischen Sensors und der zugeordneten Auswerteeinheit nicht nur eine Verschiebung des Bodenbearbeitungsgerätes bezüglich zweier senkrecht aufeinander stehender Koordinatenachsen (x- und y-Achse) erkennbar ist, sondern auch eine Rotation um eine senkrecht zu den beiden Koordinatenachsen ausgerichtete Drehachse (z-Achse).

[0036] Die Antriebseinheit des Bodenbearbeitungsgerätes umfaßt vorzugsweise zwei Antriebsräder, die eine gemeinsame Drehachse aufweisen, wobei zu beiden Seiten der gemeinsamen Drehachse jeweils ein optischer Sensor angeordnet ist. Eine derartige Anordnung zweier optischer Sensoren ermöglicht es auf konstruktiv besonders einfache Weise, eine Drehung des Bodenbearbeitungsgerätes um eine senkrecht zur Bodenfläche ausgerichtete Drehachse zuverlässig zu erkennen, denn hierbei werden von den beiden optischen Sensoren unterschiedliche Fahrtrichtungsrichtungsänderungen erfaßt.

[0037] Von besonderem Vorteil ist es, wenn mindestens ein zusätzlicher optischer Sensor schräg oder parallel zur Bodenfläche ausgerichtet ist. Dies ermöglicht eine Positionsverfolgung oder abstandsabhängige Bewegung des Bodenbearbeitungsgerätes entlang einer Wand.

[0038] Wie bereits erläutert, kann die Bodenbearbeitungseinheit zur Reinigung einer Bodenfläche eine Reinigungseinheit umfassen. Letztere weist vorzugsweise eine Kehrbürste auf, insbesondere eine Teller- oder Walzenbürste. Alternativ und/oder ergänzend kann für die Reinigungseinheit ein Saugaggregat zum Einsatz kommen und/oder eine Wischeinheit zum nassen oder halbnassen, nebelfeuchten oder trockenen Wischen.

#### Ausführungsbeispiel

[0039] Die nachfolgende Beschreibung einer bevor-

zugten Ausführungsform der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung. Es zeigen:

[0040] **Fig. 1:** eine schematische Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsgerätes;

[0041] **Fig. 2:** eine schematische Unteransicht des Bodenbearbeitungsgerätes und

[0042] **Fig. 3:** eine Schnittansicht längs der Linie 3-3 in **Fig. 2**.

[0043] In den **Fig. 1** und **2** ist schematisch ein erfindungsgemäßes Bodenbearbeitungsgerät in Form eines insgesamt mit dem Bezugszeichen **10** belegten Bodenreinigungsgerätes dargestellt. Das Bodenreinigungsgerät **10** umfaßt eine Bodenplatte **12**, auf die ein Deckel **13** aufgesetzt ist und die an einem Fahrwerk **14** festgelegt ist. Am Fahrwerk **14** sind zwei Antriebsräder **16**, **17** drehbar gelagert, denen jeweils ein Antriebsmotor **18** bzw. **19** zugeordnet ist. Die Antriebsmotoren **18**, **19** sind am Fahrwerk **14** gehalten und stehen über in der Zeichnung nicht dargestellte Verbindungsleitungen mit einer auf der Oberseite der Bodenplatte **12** angeordneten Steuereinheit **20** sowie mit ebenfalls auf der Oberseite der Bodenplatte **12** angeordneten, nicht dargestellten und an sich bekannten Batterien in elektrischer Verbindung. Sie bilden in Kombination mit den Antriebsrädern **16** und **17** eine Antriebseinheit des Bodenreinigungsgerätes **10**.  
 [0044] In die Bodenplatte **12** ist eine Schmutzeintrittsöffnung **22** eingeformt, die von einer quer zur Hauptbewegungsrichtung **24** des Bodenbearbeitungsgerätes **10** ausgerichteten Bürstenwalze **26** durchgriffen ist, die drehbar an der Schmutzeintrittsöffnung **22** gehalten ist. Die Bürstenwalze **26** weist eine Vielzahl von radial ausgerichteten Bürsten **27** auf, die an einer Welle **28** fixiert sind und mit ihren freien Enden nach unten über die Schmutzeintrittsöffnung **22** überstehen.

[0045] Auf ihrer Oberseite trägt die Bodenplatte **12** ein an sich bekanntes und deshalb zur Erzielung einer besseren Übersicht in der Zeichnung nicht dargestelltes Saugaggregat sowie einen ebenfalls nicht dargestellten Schmutzsammelbehälter, der über einen Saugkanal (nicht dargestellt) mit der Schmutzeintrittsöffnung in Strömungsverbindung steht. Mittels des Saugaggregates kann ausgehend von der Schmutzeintrittsöffnung **22** ein Saugstrom in Richtung des Schmutzsammelbehälters erzeugt werden, so daß von einer zu bearbeitenden, nämlich zu reinigenden, Bodenfläche **30** Schmutz abgebürstet und in den Schmutzsammelbehälter überführt werden kann. Die Bürstenwalze **26** bildet folglich in Kombination mit dem Schmutzsammelbehälter und dem Saugaggregat eine Reinigungseinheit des Bodenbearbeitungsgerätes **10**.

[0046] Zur Reinigung ist das Bodenreinigungsgerät **10** entlang der Bodenfläche **30** verfahrbar, und die Position des Bodenreinigungsgerätes **10** kann mit Hilfe von Positionssensoren **31** bis **36** bestimmt werden, die identisch aufgebaut sind und am Beispiel des Positionssensors **36** unter Bezugnahme auf die

**Fig. 3** nachfolgend näher erläutert werden. Sie weisen jeweils ein zylinderförmiges Sensorgehäuse **39** auf mit einer vorderen Sackbohrung **40** und einer sich stufig erweiternden hinteren Sackbohrung **42**, zwischen denen eine Zwischenwand **44** mit einer Durchgangsöffnung **45** angeordnet ist. Die hintere Sackbohrung **42** umfaßt einen hinteren Bohrungsabschnitt **47**, der über eine Stufe **48** in einen vorderen Bohrungsabschnitt **49** übergeht, welcher endseitig durch die Zwischenwand **44** begrenzt ist. Jedem Positionssensor **31** bis **36** ist ein an sich bekanntes und deshalb in der Zeichnung nicht dargestelltes Leuchtelement zugeordnet, das den vom jeweiligen Positionssensor **31** bis **36** erfaßten Bodenflächenbereich homogen ausleuchtet.

[0047] Stirnseitig trägt das Sensorgehäuse **39** am Eintritt der vorderen Sackbohrung **40** eine vordere Abbildungslinse **51** mit asphärischer Oberfläche, und im Bereich des vorderen Bohrungsabschnitts **49** der hinteren Sackbohrung **42** ist eine hintere, ebenfalls asphärisch geformte Abbildungslinse **52** angeordnet. Die Zwischenwand **44** mit Durchgangsöffnung **55** bildet eine Blende **53**, die in Höhe der gemeinsamen Brennebene der beiden Abbildungslinsen **51** und **52** positioniert ist.

[0048] In Höhe der Stufe **48** befindet sich die hintere Brennebene der hinteren Abbildungslinse **52**, und in Höhe dieser hinteren Brennebene ist ein lichtempfindliches Element in Form eines CCD-Elementes **55** positioniert. Hierbei handelt es sich um ein sogenanntes "Charge Coupled Device", d. h. ein ladungsgekoppeltes Bauelement in Form eines mikroelektronischen Halbleiterelementes, das eine orts aufgelöste Detektion von Lichtstrahlen ermöglicht. Es bildet folglich einen Bildsensor aus und ist dem Fachmann aus Videokameras, Scannern und digitalen Fotoapparaten bekannt. Das CCD-Element ermöglicht eine ortsabhängige Umwandlung von Lichtstrahlung in elektrische Ladung. Hierzu umfaßt das CCD-Element **55** ein zweidimensionales Feld von Umwandlungselementen in Form dotierter Siliziumkristalle, die bei Auftreffen von Lichtstrahlung elektrische Ladung bereitstellen. Die elektrische Ladung wird anschließend verstärkt und einer mit dem CCD-Element **55** verbundenen elektrischen Auswerteelektronik **57** in Form von Bilddaten bereitgestellt.

[0049] Die beiden Abbildungslinsen **51** und **52** bilden in Kombination mit der Blende **53** eine Abbildungsoptik, mit deren Hilfe ein Ausschnitt der Bodenfläche **30** auf das Flächenelement **55** abgebildet werden kann. Das so gewonnene Bild kann anschließend von der Auswerteelektronik **57** ausgewertet werden.

[0050] Wird das Bodenbearbeitungsgerät **10** entlang der Bodenfläche **30** verfahren, so wird in kurzen zeitlichen Abständen eine Auswertung der elektrischen Signale des CCD-Elementes **55** vorgenommen, indem eine Korrelationsfunktion zweier aufeinanderfolgender Bilder bestimmt wird. Dies ermöglicht es, aufgrund der Änderung der aufeinanderfolgenden

Bilder sowohl die Fahrtrichtung und den zurückgelegten Fahrweg als auch die Geschwindigkeit des Bodenreinigungsgerätes **10** zu bestimmen. Die identisch ausgebildeten Positionssensoren **31** bis **36** sind jeweils über eine Signalleitung **59** mit der Steuereinheit **20** verbunden, die aufgrund der bereitgestellten Geschwindigkeits- und Fahrtrichtungssignalen die Bewegungsbahn des Bodenbearbeitungsgerätes **10** ermittelt und den bereits überfahrenen Bereich der Bodenfläche **30** in einem Speicherglied **61** der Steuereinheit **20** abspeichert. Die Steuerung der Fahrtrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes **10** erfolgt durch die Steuereinheit **20**, der ein Bewegungsalgorithmus vorgegeben ist, wobei bereits überfahrene Bereiche der Bodenfläche **30** nach Möglichkeit nicht ein zweites Mal überfahren werden.

[0051] Die beiden Abbildungslinsen **51** und **52** bilden in Kombination mit der Blende **53** ein telezentrisches System dergestalt, daß eine Änderung des Abstandes zwischen dem Positionssensor **36** und der Bodenfläche **30** nur eine unwesentliche Änderung des Abbildungsmaßstabes zur Folge hat, sofern der Abstand innerhalb eines durch die Abbildungseigenschaft der beiden Linsen **51** und **52** sowie die Größe der Durchgangsöffnung **45** der Blende **53** vorgegebenen Arbeitsbereiches liegt. Dieser Arbeitsbereich ist in **Fig. 3** schematisch illustriert und mit dem Bezugszeichen **54** belegt. Die Länge  $L$  des Arbeitsbereiches **54** beträgt ca. 20 mm, und der Abstand  $A$  des Arbeitsbereiches **54** zur vorderen Abbildungslinse **51** beträgt ca. 7 mm. Ändert sich während einer Fahrt des Bodenreinigungsgerätes **10** entlang der Bodenfläche **30** der Abstand zwischen der Bodenfläche **30** und der vorderen Abbildungslinse **54** zwischen einem Wert von etwa 7 mm bis zu einem Wert von etwa 27 mm, so führt dies praktisch zu keiner Änderung des Abbildungsmaßstabes, d. h. der Abbildungsmaßstab, der vorzugsweise den Wert 5 aufweist, bleibt im wesentlichen gleich, und folglich wird von den Positionssensoren **31** bis **36** innerhalb des Arbeitsbereiches **54** lediglich eine Positionsänderung senkrecht zur optischen Achse der Abbildungsoptik detektiert, während eine Änderung des Abstandes zur Bodenfläche **30**, d. h. eine Positionsänderung parallel zur optischen Achse der Abbildungsoptik, nicht detektiert wird und folglich auch nicht zu einem Positionsfehler führt.

[0052] Mittels der Auswerteelektronik **57** von jedem der Positionssensoren **31** bis **36** kann jeweils die Fahrtrichtung, der zurückgelegte Fahrweg sowie die Geschwindigkeit des Bodenreinigungsgerätes **10** bestimmt werden. Zusätzlich kann jeweils auch die Beschaffenheit und der Abstand der Bodenfläche **30** erkannt werden, indem die Intensität der auf die CCD-Elemente **55** auftreffenden Lichtstrahlung ausgewertet wird, und ein entsprechender Intensitätswert wird anlässlich einer Lernfahrt des Bodenbearbeitungsgerätes **10** positionsabhängig im Speicherglied **61** abgespeichert. Von der Steuereinheit **20** werden dann bei einer Reinigungsfahrt die momentanen Intensitätswerte der einzelnen Positionssensoren

**31** bis **36** in unterschiedlicher Weise miteinander in Beziehung gesetzt. Dies wird nachfolgend näher erläutert.

[0053] Die Positionssensoren **31** und **32** sind fluchtend zur Lauffläche des Antriebsrades **16** angeordnet, und eine entsprechende fluchtende Anordnung zur Lauffläche des Antriebsrades **17** weisen die Positionssensoren **33** und **34** auf. Die Intensitätswerte der auf die CCD-Elemente **55** dieser Positionssensoren **31**, **32**, **33** und **34** auftreffenden Lichtstrahlung werden mit einem vorgegebenen Mindestwert verglichen, der einem maximal zulässigen Abstand zwischen den Positionssensoren **31** bis **34** und der Bodenfläche **30** entspricht. Unterschreitet der momentane Intensitätswert den vorgegebenen Minimalwert, so wird dies von der Steuereinheit **20** als Überschreiten eines maximal zulässigen Abstandes zwischen dem Bodenreinigungsgerät **10** und der Bodenfläche **30** interpretiert und die Antriebsmotoren **18** und **19** werden daraufhin zu einer Fahrtrichtungsänderung angesteuert, da die Gefahr eines Absturzes vorliegt. Die Positionssensoren **31** bis **34** ermöglichen also nicht nur die Verfolgung der Position des Bodenbearbeitungsgerätes **10**, sondern sie bilden zusätzlich Absturzsensoren, die in Hauptbewegungsrichtung **24** vor und hinter den Antriebsrädern **16** und **17** angeordnet sind.

[0054] Von der Steuereinheit **20** werden die von den Positionssensoren **31** bis **34** bereitgestellten Intensitätssignale außerdem dahingehend ausgewertet, daß geprüft wird, ob ein Unterschied zwischen der Intensität der auf die Flächenelemente **55** der Positionssensoren **31** und **32** auftreffenden Lichtstrahlung verglichen mit der Intensität der auf die Flächenelemente **55** der Positionssensoren **33** und **34** auftreffenden Lichtstrahlung vorliegt. Wird ein derartiger Unterschied der Intensitätswerte festgestellt, so wird dies von der Steuereinheit **20** als Existenz einer "Reinigungsgrenze" interpretiert, indem ein Bereich eines bereits gereinigten Bodenflächensegmentes erreicht ist, so daß beispielsweise von den Positionssensoren **31** und **32** ein bereits gereinigter Bodenflächenbereich und von den Positionssensoren **33** und **34** ein noch nicht gereinigter Bodenflächenbereich erfaßt wird. Dieser Beurteilung liegt die Erfahrung zugrunde, daß die Reinigung eines Bodenflächenbereiches dessen Reflexionseigenschaft beeinflusst, so daß gereinigte Bodenflächenbereiche eine andere Reflexion aufweisen als ungereinigte Bodenflächenbereiche. Die unterschiedlichen Reflexionseigenschaften führen wiederum zu unterschiedlichen Intensitäten der auf die CCD-Elemente **55** der Positionssensoren **31**, **32** bzw. **33**, **34** auftreffenden Lichtstrahlung. Die Antriebsmotoren **18** und **19** des Bodenreinigungsgerätes **10** können bei Vorliegen einer Reinigungsgrenze von der Steuereinheit **20** derart angesteuert werden, daß das Bodenbearbeitungsgerät **10** der Reinigungsgrenze folgt. Dies ermöglicht es, innerhalb kurzer Zeit die zu reinigende Bodenfläche **30** flächendeckend abzufahren, wobei bereits gereinigte Bereiche der

Bodenfläche **30** nach Möglichkeit kein zweites Mal überfahren werden.

[0055] Die Positionssensoren **35** und **36** sind in Hauptbewegungsrichtung **24** des Bodenreinigungsgerätes **10** hintereinander angeordnet, wobei der Positionssensor **35** bezogen auf die Hauptbewegungsrichtung **24** vor der Schmutzeintrittsöffnung **22** und der Bürstenwalze **26** und der Positionssensor **36** bezogen auf die Hauptbewegungsrichtung **24** hinter der Schmutzeintrittsöffnung **22** und der Bürstenwalze **26** gehalten ist. Dies hat zur Folge, daß vom Positionssensor **35** in den meisten Fällen ein noch nicht bearbeiteter, d. h. noch nicht gereinigter Bereich der Bodenfläche **30** erfaßt wird, während der Positionssensor **36** einen bereits gereinigten Bereich abtastet. Von der Steuereinheit **20** werden die Intensitätssignale der Positionssensoren **35** und **36** miteinander verglichen, um auf diese Weise ein Kriterium über die Qualität der Bodenreinigung zu erhalten. Liegt nur eine sehr geringe Differenz der Intensitätswerte der beiden Positionssensoren **35** und **36** vor, so deutet dies darauf hin, daß die Beschaffenheit der Bodenfläche **30** durch die Reinigung nur unwesentlich verändert wurde. Das Intensitätssignal des Positionssensors **36** wird von der Steuereinheit **20** zusätzlich mit dem während der Lernfahrt des Bodenreinigungsgerätes **10** abgespeicherten Referenzwert verglichen, der einem Zustand der Bodenfläche **30** bei optimaler Reinigung entspricht. Weicht das vom Positionssensor **36** bereitgestellte Intensitätssignal vom vorgegebenen Referenzwert merklich ab, so deutet dies auf ein unbefriedigendes Reinigungsergebnis hin. Dies hat zur Folge, daß von der Steuereinheit **20** die Fahrtrichtung des Bodenreinigungsgerätes **10** derart geändert wird, daß der bereits bearbeitete Bereich der Bodenfläche **30** bei unzureichendem Reinigungsergebnis ein zweites Mal überfahren wird, um das Reinigungsergebnis zu verbessern.

[0056] Auch das vom Positionssensor **35** bereitgestellte Intensitätssignal wird mit dem vorgegebenen Referenzwert verglichen. Hierbei wird von der Steuereinheit **20** geprüft, ob das der ungereinigten Bodenfläche **30** entsprechende Intensitätssignal des Positionssensors **35** nur unwesentlich vom vorgegebenen Referenzwert abweicht. Ist dies der Fall, so wird die Betriebsweise der Bürstenwalze **26** sowie des Saugaggregates derart geändert, daß diese in einen Energiesparmodus (Stand-by-Betriebsmodus) übergehen, während gleichzeitig die Fahrgeschwindigkeit des Bodenreinigungsgerätes **10** erhöht wird.

[0057] Mit Hilfe der Positionssensoren **31** bis **36** kann also jeweils die Position des Bodenreinigungsgerätes **10** bestimmt werden. Zusätzlich weisen sie die Funktion eines Absturzsensors auf, indem mit ihrer Hilfe das Überschreiten eines vorgegebenen Abstandes zwischen dem Bodenreinigungsgerät **10** und der Bodenfläche **30** erkennbar ist. Darüber hinaus kann mittels der Positionssensoren **31** bis **36** die Beschaffenheit der Bodenfläche **30** erkannt werden, und aufgrund der Beschaffenheit kann eine Segmen-

tierung der Bodenfläche **30** erzielt werden und nacheinander können einzelne Segmente der Bodenfläche **30** gereinigt werden, wobei bereits gereinigte Bodenflächensegmente nach Möglichkeit kein zweites Mal überfahren werden. Aufgrund der Erkennbarkeit der Beschaffenheit der Bodenfläche können außerdem die Reinigungsparameter optimal der Bodenfläche angepaßt werden, insbesondere können die Betriebsweisen der Bürstenwalze **26** und des Saugaggregates optimiert werden und die Fahrgeschwindigkeit kann an die Beschaffenheit der Bodenfläche **30** angepaßt werden.

## Patentansprüche

1. Mobiles Bodenbearbeitungsgerät zur Bearbeitung einer Bodenfläche, das selbstfahrend und selbstlenkend ausgestaltet ist und eine Antriebseinheit, eine Bodenbearbeitungseinheit sowie eine Steuereinheit umfaßt, wobei die Steuereinheit zum Steuern der Fahrtrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes mit der Antriebseinheit verbunden ist und der Steuereinheit mindestens ein Positionssensor zugeordnet ist zur Bestimmung der Position des Bodenbearbeitungsgerätes, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Positionssensor (**31; 32; 33; 34; 35; 36**) als mit der Bodenfläche (**30**) zusammenwirkender optischer Sensor ausgestaltet ist mit einem ortsauflösenden strahlungsempfindlichen Element (**55**), dem eine Abbildungsoptik (**51, 52, 53**) zur Abbildung eines Ausschnitts der Bodenfläche (**30**) auf das strahlungsempfindliche Element (**55**) sowie eine Auswerteelektronik (**57**) zugeordnet sind, wobei mittels der Auswerteelektronik (**57**) aus zeitlich aufeinander folgenden Abbildungen der Bodenfläche (**30**) die Fahrtrichtung und der zurückgelegte Fahrweg des Bodenbearbeitungsgerätes (**10**) bestimmbar sind.

2. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Positionssensor (**31; 32; 33; 34; 35; 36**) berührungslos mit der Bodenfläche zusammenwirkt und im Abstand zur Bodenfläche (**30**) angeordnet ist.

3. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ausschnitt der Bodenfläche (**30**) auch bei einer Änderung des Abstandes zwischen dem Bodenbearbeitungsgerät (**10**) und der Bodenfläche (**30**) innerhalb eines vorgegebenen Arbeitsbereiches (**54**) mittels der Abbildungsoptik (**51, 52, 53**) auf das strahlungsempfindliche Element (**55**) mit praktisch konstantem Abbildungsmaßstab abbildbar ist.

4. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Arbeitsbereich (**54**) über mindestens 10 mm erstreckt.

5. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ausschnitt

der Bodenfläche (30) mittels der Abbildungsoptik (51, 52, 53) ab einem Mindestabstand (A) von ca. 5 mm bis etwa 10 mm zwischen dem Bodenbearbeitungsgerät (30) und der Bodenfläche (30) bis zu einem Maximalabstand von etwa 25 mm bis ca. 30 mm auf das strahlungsempfindliche Element (55) mit praktisch konstantem Abbildungsmaßstab abbildbar ist.

6. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abbildungsmaßstab einen Wert von etwa 3 bis ca. 10 aufweist.

7. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbildungsoptik eine Linse (51) aufweist, in deren der Bodenfläche abgewandter Brennebene eine Blende (53) angeordnet ist.

8. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbildungsoptik zwei Linsen (51, 52) aufweist, in deren gemeinsamer Brennebene eine Blende (53) angeordnet ist.

9. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Linse (51, 52) eine asphärische Oberfläche aufweist.

10. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das strahlungsempfindliche Element (55) als mikroelektronisches Halbleiterelement ausgestaltet ist.

11. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteelektronik (57) und das strahlungsempfindliche Element (55) als kombiniertes mikroelektronisches Bauelement ausgestaltet sind.

12. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels des mindestens einen Positionssensors (31; 32; 33; 34; 35; 36) ein Überschreiten eines vorgegebenen Abstandes zwischen dem Bodenbearbeitungsgerät (10) und der Bodenfläche (30) erkennbar ist.

13. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Auswerteelektronik (57) die Schärfe der Abbildung des Ausschnitts der Bodenfläche (30) auswertbar ist.

14. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Auswerteelektronik (57) aufgrund der Schärfe der Abbildung des Ausschnitts der Bodenfläche (30) ein Überschreiten des vorgegebenen Abstandes zwischen dem Bodenbearbeitungsgerät (10) und der Bodenflä-

che (30) erkennbar ist.

15. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels des mindestens einen Positionssensors (31) bis (36) die Beschaffenheit der Bodenfläche (30) erkennbar ist.

16. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrtrichtung und/oder die Fahrgeschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgerätes (10) und/oder die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit (26) in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Bodenfläche (30) steuerbar sind.

17. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenfläche (30) segmentierbar ist und einzelne Bodenflächensegmente nacheinander bearbeitbar sind.

18. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 15, 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Positionssensor (31 bis 36) in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Bodenfläche (30) selbsttätig kalibrierbar ist.

19. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Auswerteelektronik (57) die Intensität der auf das strahlungsempfindliche Element (55) auftreffenden Strahlung auswertbar ist.

20. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegung des Bodenbearbeitungsgerätes (10) und/oder die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit (26) in Abhängigkeit von der Intensität der auf das strahlungsempfindliche Element (55) auftreffenden Strahlung steuerbar ist.

21. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuereinheit (20) ein positionsabhängiger Referenzwert der Intensität der auf das strahlungsempfindliche Element (55) auftreffenden Strahlung vorgebar ist, und daß die Steuereinheit (20) ein Vergleichsglied umfaßt zum Vergleich des Referenzwertes mit dem momentanen Wert der Intensität der auf das strahlungsempfindliche Element (55) auftreffenden Strahlung, wobei die Bewegung des Bodenbearbeitungsgerätes (10) und/oder die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit (26) in Abhängigkeit von einer Abweichung des momentanen Intensitätswertes vom Referenzwert steuerbar ist.

22. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Bodenbearbeitungsgerät (10) zumindest zwei Positionssensoren (31; 32; 33; 34; 35; 36) aufweist, wobei

die Bewegung des Bodenbearbeitungsgerätes (**10**) und/oder die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit (**26**) in Abhängigkeit von den von den jeweiligen Positionssensoren (**31; 32; 33; 34; 35; 36**) erfaßten Bodenbeschaffenheiten steuerbar sind.

23. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegung des Bodenbearbeitungsgerätes (**10**) und/oder die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit (**26**) in Abhängigkeit von den Intensitäten der auch die strahlungsempfindlichen Elemente (**51**) der Positionssensoren (**31; 32; 33; 34; 35; 36**) auftretenden Strahlung steuerbar sind.

24. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß mittels eines ersten Positionssensors (**35**) die Bodenfläche (**30**) vor deren Bearbeitung und mittels eines zweiten Positionssensors (**36**) die Bodenfläche (**30**) nach ihrer Bearbeitung erfaßbar ist.

25. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels des optischen Sensors (**55**) und der zugeordneten Auswerteeinheit (**57**) eine Rotation des Bodenbearbeitungsgerätes (**10**) erkennbar ist.

26. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinheit zwei Antriebsräder (**16, 17**) umfaßt, die eine gemeinsame Drehachse (**15**) aufweisen, wobei zu beiden Seiten der gemeinsamen Drehachse (**15**) jeweils mindestens ein Positionssensor (**31, 33** bzw. **32, 34**) angeordnet ist.

27. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenbearbeitungseinheit eine Reinigungseinheit (**26**) umfaßt.

28. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Reinigungseinheit eine Kehrbürste (**26**) aufweist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



