



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.09.2020 Patentblatt 2020/39

(51) Int Cl.:
E01C 19/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19164127.3**

(22) Anmeldetag: **20.03.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **MOBA Mobile Automation AG**
65555 Limburg (DE)

(72) Erfinder:
• **DUBENKOW, Sven**
65555 Limburg (DE)
• **NEUHEUSER, Markus**
65555 Limburg (DE)

(74) Vertreter: **Pfitzner, Hannes et al**
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler
Zinkler, Schenk & Partner mbB
Patentanwälte
Radtkoferstraße 2
81373 München (DE)

(54) **MESSSYSTEM FÜR EINE BAUMASCHINE SOWIE BAUMASCHINE**

(57) Eine Messsystem für eine Baumaschine umfasst zumindest einen ersten Abstandssensor und eine Auswerteeinrichtung (45). Der erste Abstandssensor ist ausgebildet, um einen Abstand zu einem Untergrund der Baumaschine zu ermitteln und in Abhängigkeit von dem ermittelten Abstand einen Abstandswert oder eine Messreihe mit Abstandswerten in Abhängigkeit zu mindestens einem Abstandssensorkriterium auszugeben. Die Auswerteeinrichtung umfasst zumindest eine Schnittstelle,

wobei die Schnittstelle zum Empfangen des Abstandswertes oder der Messreihe der Abstandswerte und zum Empfangen einer Wegstreckeninformation in Abhängigkeit zu mindestens einem Wegstreckenkriterium dient. Die Auswerteeinrichtung ist ausgebildet, um den erhaltenen Abstandswert oder die Messreihe mit Abstandswerten mit der Wegstreckeninformation korrelierend zu kombinieren.

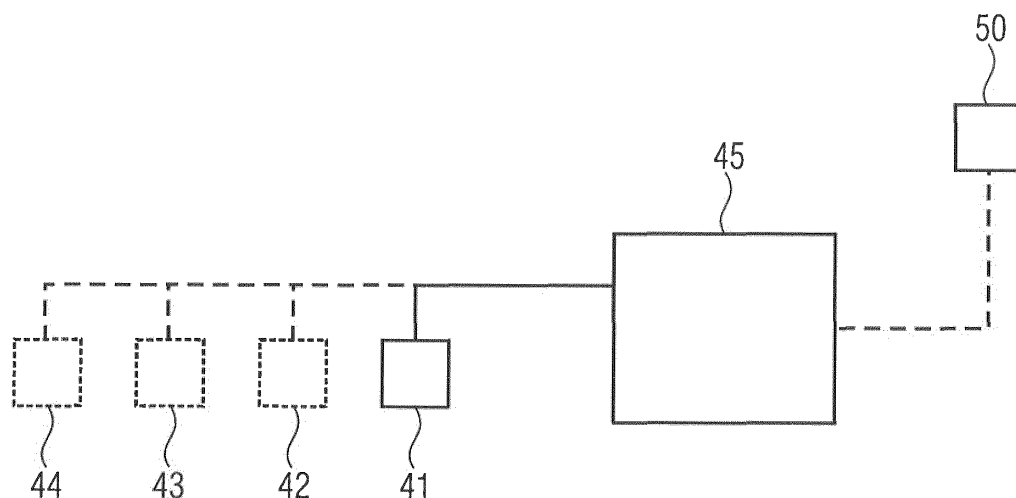


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung beziehen sich auf ein Messsystem für eine Baumaschine sowie auf ein entsprechendes Verfahren. Weitere Ausführungsbeispiele beziehen sich auf eine Baumaschine. Im Allgemeinen liegt die Erfindung auf dem Gebiet von Straßenbaumaschinen. Bevorzugte Ausführungsbeispiele betreffen ein Sensorsystem für einen Straßenfertiger zur Einstellung der Höhe einer höhenverstellbaren Einbaubohle. Weitere besondere Ausführungsbeispiele befassen sich mit einem Sensorsystem für die Ansteuerung einer Fahrwerkshöhenverstellung von Fräsmaschinen, insbesondere Bodenfräsmaschinen, wie eine Straßenfräse, einem Recycler, einem Stabilisierer oder einem Surface-Miner.

[0002] Allgemein läuft ein Straßenfertiger mit einem Raupen- oder Radfahrwerk auf einem vorbereiteten Untergrund, auf den eine zu fertigende Straßenbedeckung bzw. ein zu fertigender Straßenbelag aufzubringen ist. In Fahrtrichtung hinten am Straßenfertiger ist eine höhenverstellbare Einbaubohle vorgesehen, an deren Vorderseite ein Vorrat des Straßenbelagmaterials angehäuft ist, der durch eine Fördereinrichtung verteilt und nachgeführt wird, die dafür Sorge trägt, dass auf der Vorderseite der Einbaubohle immer eine ausreichende, jedoch nicht zu große Menge des Straßenbelagmaterials bevorratet gehalten wird. Die Höhe der Hinterkante der Einbaubohle, deren Hinterkante die Lage der oberen Fläche eines neu gefertigten, jedoch noch nicht oder teilweise verfestigten Belages definiert, gegenüber der Oberfläche des vorbereiteten Untergrundes, der gegebenenfalls auch durch eine bereits vorhandene Straßenbelagsdecke gebildet sein kann, legt die Dicke der gefertigten Straßendecke vor ihrer anschließenden weiteren Verfestigung durch Walzen fest. Die Einbaubohle ist an einem Zugarm gehalten, der um einen im Mittenbereich des Straßenfertigers angeordneten Zugpunkt drehbeweglich gelagert ist, wobei die Höhenlage der Einbaubohle von einer Hydraulikverstelleinrichtung festgelegt wird.

[0003] Bei bekannten Fräsmaschinen, die auch als sogenannte Kaltfräsen bezeichnet werden, ist eine drehgelagerte Frästrommel bezüglich ihrer Drehachse gegenüber dem Chassis der Fräsmaschine festgelegt. Die Fräsmaschine verfügt über ein vorderes Fahrwerk und ein hinteres Fahrwerk. Je nach Fräsmaschine bzw. Fräsmaschinentyp ist eines der beiden Fahrwerke (vorderes oder hinteres Fahrwerk) manuell auf einen festen Wert in seiner Höhe einstellbar. Das entsprechend andere Fahrwerk verfügt über eine Fahrwerkshöhenverstelleinrichtung, die in Abhängigkeit von einem Frästiefenregelsignal angesteuert wird. Das Frästiefenregelsignal wird von einem Sensor geliefert, der an der Fräsmaschine angebracht ist und die Höhe des Sensors gegenüber einer Referenzebene erfasst, welche beispielsweise ein Randstreifen des abzufräsenden Straßenbelages sein kann.

[0004] Für die Höhenregelung gibt es im Stand der

Technik schon einige Ansätze. Die EP 0 542 297 A1 beschreibt eine Ultraschallsensor-Regeleinrichtung für einen Straßenfertiger zur Einstellung der Höhe einer höhenverstellbaren Bohle, mit mindestens zwei Ultraschallsensoren und mit einer Auswertungseinrichtung. Die mindestens zwei Ultraschallsensoren sind im Wesentlichen in der Bewegungsrichtung des Straßenfertigers derart mit Abstand voneinander an einer an der Bohle befestigten Halterung angeordnet, dass zwischen den Strahlungskeulen der Ultraschallsensoren auf einer Referenzfläche jeweils ein Abstand vorhanden ist, dass die Auswertungseinrichtung aufgrund der Ultraschallsensorsignale die Abstände eines jeden Ultraschallsensors gegenüber der Referenzfläche erfasst, und dass die Auswertungseinrichtung aufgrund der Abstände und der bekannten geometrischen Anordnung der Ultraschallsensoren bezogen auf die Hinterkante der Bohle die Höhe der Hinterkante der Bohle gegenüber der Referenzfläche berechnet und aus dieser Höhe und einer wählbaren Soll-Dicke des zu fertigenden Straßenbelages ein Höhensteuersignal für die Einstellung der Bohle ableitet.

[0005] Weiterhin offenbart die EP 0 547 378 A1 eine Ultraschall-Regeleinrichtung für ein fahrbares Fräsegerät mit einer gegenüber dem Fräsegerät drehgelagerten Frästrommel, einem vorderen und einem hinteren Fahrwerk, von denen eines eine erste Fahrwerkshöhenverstelleinrichtung aufweist, die in Abhängigkeit von einem Frästiefenregelsignal angesteuert wird. Das andere Fahrwerk weist eine zweite Fahrwerkshöhenverstelleinrichtung auf. Mindestens drei Ultraschallsensoren sind im Wesentlichen in Bewegungsrichtung des Fräsegerätes hintereinander an dem Fräsegerät angeordnet. Eine Auswertungseinrichtung erfasst aufgrund von Ultraschallsensorsignalen der Ultraschallsensoren die Abstände der Ultraschallsensoren gegenüber einer Referenzfläche und leitet aus den gemessenen Abständen einerseits ein Neigungssignal, das den Anstellwinkel des Fräsegerätes gegenüber der Referenzfläche darstellt, und andererseits ein gemitteltes Abstandssignal ab. Die Auswertungseinrichtung leitet weiterhin aus dem gemittelten Abstandssignal, dem Neigungswinkel und einer einstellbaren Sollfrästiefe Ansteuersignale für die beiden Fahrwerkshöhenverstelleinrichtungen ab.

[0006] Die bekannten Ultraschall-Regeleinrichtungen für einen Straßenfertiger und für ein fahrbares Fräsegerät haben sich in der Praxis bewährt, insbesondere mit der Verwendung von vier Ultraschallsensoren. Dadurch, dass der Untergrund von den Ultraschallsensoren an mehreren, weit auseinander liegenden Punkten abgetastet wird, werden insbesondere lang gestreckte Bodenwellen gut ausgeglichen.

[0007] Nachteilig an den bekannten Ultraschall-Regeleinrichtungen ist jedoch, dass kleinere Unebenheiten wie einzelne Fehlstellen, beispielsweise eine Bodenwelle, Fräskuhle oder Ähnliches, im Untergrund, d. h. in der von den Ultraschallsensoren abgetasteten Referenzfläche, durch das Messsystem nicht vollständig eliminiert werden, sondern aufgrund der dem System zugrunde-

liegenden Berechnungsmethode zu einem nicht unerheblichen Anteil in das Regelverhalten mit eingerechnet werden und sich somit quasi auf der neu gefertigten Straßendecke bzw. auf dem abgefrästen Straßenbelag entsprechend wiederfinden. Dies führt zu unangenehmen Schwingungen beim Überfahren dieser Stellen mit dem Auto, Motorrad oder LKW. Dabei würde die Verwendung von weiteren Ultraschallsensoren, beispielsweise fünf oder mehr Sensoren, nur zu einer geringen, aber zu keiner signifikanten Verbesserung führen, sondern insbesondere den Installations- und Verdrahtungsaufwand sowie die Anschaffungs- und Wartungskosten des Systems bzw. der Regeleinrichtung für den Betreiber der Maschine entsprechend stark erhöhen. Es besteht somit für die oben angegebenen Ultraschall-Regeleinrichtungen für einen Straßenfertiger und für ein fahrbares Fräsegerät Bedarf nach einem verbesserten Ansatz, um ein genaueres Planum herzustellen.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Konzept für eine Höhenregelung einer Baumaschine (z.B. Straßenfertiger oder Fräse) zu schaffen, durch das sichergestellt ist, dass Unebenheiten im Untergrund sich nicht nachteilig auf die Oberflächenqualität der zu schaffenden Oberfläche auswirken.

[0009] Die Aufgabe wird durch die unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0010] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung schaffen ein Messsystem für eine Baumaschine (Straßenfertiger, Straßenfräse oder Ähnliches). Das Messsystem umfasst zumindest einen ersten Abstandssensor sowie eine Auswerteeinrichtung, wobei die Auswerteeinrichtung zumindest eine Schnittstelle, d. h. eine vorzugsweise bidirektionale Kommunikationsschnittstelle wie bspw. CAN-Bus oder ähnlich, umfasst. Über diese zumindest eine Schnittstelle kann die Auswerteeinrichtung mit dem zumindest einen ersten Abstandssensor oder weiteren Einheiten der Baumaschine oder des Messsystems kommunizieren, d. h. Daten senden und empfangen. Der Abstandssensor (z.B. Ultraschallsensor) ist ausgebildet, um den Abstand zu einem Untergrund der Baumaschine (z. B. dem Untergrund, auf welchem die Baumaschine steht) zu ermitteln und in Abhängigkeit von dem ermittelten Abstand einen Abstandswert oder eine Messreihe mit Abstandswerten in Abhängigkeit mindestens eines Abstandssensorkriteriums (z. B. zugehörig zu mehreren Zeitpunkten) auszugeben. Die Auswerteeinrichtung erhält / empfängt über die zumindest eine Schnittstelle diesen Abstandswert bzw. die Abstandswerte zugehörig zu der Messreihe mit Verknüpfung zu dem mindestens einen Abstandssensorkriterium. Die Auswerteeinrichtung erhält /empfängt über die zumindest eine Schnittstelle weiterhin, z. B. von einem Wegstreckensensor (der Teil des Messsystems, z.B. in Form eines Positionssensors, oder Teil der Baumaschine, z.B. Geschwindigkeitssensor, sein kann) eine Wegstreckeninformation (z. B. eine Position oder eine zurückgelegte Wegstrecke in Bezug auf eine Referenz), wobei die Wegstreckeninformationen zugehörig zu mindestens

einem Wegstreckenkriterium (z. B. über die Zeit ebenfalls in Korrelation zu entsprechenden Zeitpunkten, oder über den gemessenen Weg zu entsprechenden Wegabschnitten) sind. Werden beispielsweise die Wegstreckeninformation als auch der Abstand gleichzeitig ermittelt, beziehen sich die zwei Informationen (Wegstreckeninformationenabstandswert) auf dieselben bzw. vergleichbare Zeitpunkte. Sollen sich die zwei Informationen (Wegstreckeninformationenabstandswert) beispielsweise auf den von der Baumaschine zurückgelegten Weg bzw. auf denselben Wegabschnitt beziehen, so erfolgt die Ermittlung und die Ausgabe des Abstands an die Auswerteeinheit in Abhängigkeit bzw. in Bezug zu der Wegstreckeninformation (Trigger auf die Wegstreckeninformation). Ausgehend hiervon ist die Auswerteeinrichtung ausgebildet, um den erhaltenen Abstandswert bzw. die Abstandswerte zugehörig zu der Messreihe mit der Wegstreckeninformation korrelierend (bspw. zeitlich oder wegabhängig) zu kombinieren.

[0011] Beispielsweise kann für das Abstandssensorkriterium und für das Wegstreckenkriterium entweder ein zeitlicher oder ein wegabhängiger Bezug definiert sein. Ein zeitlicher Bezug kann bedeuten, dass eine Ausgabe der Werte (Wegstreckeninformation bzw. Abstandswert(e) des Sensors) zu einem oder mehreren Zeitpunkten (bspw. alle 100 oder 250 ms, oder jede Sekunde, ...) erfolgt und die Auswerteeinrichtung die zeitlich zueinander korrelierenden Werte kombinieren kann. Ein wegabhängiger Bezug kann dagegen bedeuten, dass eine Ausgabe der Werte (Wegstreckeninformation bzw. Abstandswert(e) des Sensors) zu einem oder mehreren Wegtriggerpunkten erfolgt und die Auswerteeinrichtung die wegabhängig zueinander korrelierenden Werte kombinieren kann. Wegtriggerpunkt in diesem Zusammenhang bedeutet bspw., dass in Abhängigkeit des zurückgelegten Wegs oder nach bestimmten Weglängen (Wegabschnitten, wie bspw. alle 10 oder 25 cm, 1 Meter, ...), nach bestimmten Positionsänderungen usw. eine Weginformation z. B. von einem Wegstreckensensor an die Auswerteeinrichtung ausgegeben wird bzw. vorliegt, die die Auswerteeinrichtung über die zumindest eine Schnittstelle erhält. Das Wegstreckenkriterium und/oder das Abstandssensorkriterium kann neben der Information, ob ein zeitlicher und/oder wegabhängiger Bezug definiert ist, auch weitere Informationen wie bspw. den Ausgabeintervall für die Werte (bspw. alle 100 oder 250 ms ...; oder alle 10 oder 25 cm ...) enthalten.

[0012] Neben einem zeitlichen Bezug und einen wegabhängigen Bezug für das Abstandssensorkriterium und das Wegstreckenkriterium wäre es auch denkbar, dass Abstandswerte oder eine Messreihe von Abstandswerten lediglich nur dann an die Auswerteeinheit ausgegeben werden, wenn bspw. der gemessene Abstand oder ein gemittelter Abstandswert eine vordefinierte Schwelle überschreitet. Eine derartige messwert- bzw. schwellwertabhängige Ausgabe mindert in vorteilhafter Weise das Datenaufkommen auf der Kommunikationsstrecke zwischen Abstandssensor und Auswerteeinheit sowie in

der Auswerteeinheit selbst, da der Abstandssensor nur dann Daten sendet, wenn eine entsprechende Messwertänderung auftritt.

[0013] Entsprechend Ausführungsbeispielen ist die Auswerteeinrichtung ausgebildet, das Abstandssensor-kriterium und/oder das Wegstrecken-kriterium festzulegen. Dabei ist es auch denkbar, dass mehrere Kriterien miteinander verknüpft werden, bspw. eine zeitliche Ausgabe von Messwerten verknüpft mit einer messwertabhängigen Ausgabe. Dies hat den Vorteil, dass das Datenaufkommen auf der Kommunikationsstrecke zwischen Abstandssensor und Auswerteeinheit sowie in der Auswerteeinheit selbst minimiert wird, jedoch mindestens ein Messwert innerhalb eines vorbestimmten Zeitintervalls gesendet werden muss, anhand dessen von der Auswerteeinrichtung festgestellt werden kann, ob der Abstandssensor noch ordnungsgemäß arbeitet bzw. die elektrische Verbindung zwischen Abstandssensor und Auswerteeinrichtung noch in Ordnung ist.

[0014] Entsprechend Ausführungsbeispielen ist die Auswerteeinrichtung ausgebildet, über die zumindest eine Schnittstelle den Abstandswert oder die Messreihe von Abstandswerten sowie die Wegstreckeninformation anzufordern und zu empfangen, um mindestens einen wegabhängigen und/oder zeitabhängigen Abstandswert oder eine wegabhängige und/oder zeitabhängige Messreihe von Abstandswerten zu erzeugen. Das Anfordern von Messwerten (bspw. einzelne Abstandsmesswerte oder eine Messreihe von Abstandsmesswerten oder eine Wegstreckeninformation) durch die Auswerteeinrichtung wäre somit ein weiteres denkbare Kriterium, welches auch mit anderen Kriterien (bspw. einer zeitlichen Ausgabe von Messwerten) verknüpft werden kann.

[0015] Entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die Auswerteeinrichtung ausgebildet, über die zumindest eine Schnittstelle zunächst die Wegstreckeninformation anzufordern und die empfangene Information an den zumindest ersten Abstandssensor zu übergeben, wobei der zumindest erste Abstandssensor ausgebildet ist, um einen wegabhängigen Abstandswert oder eine wegabhängige Messreihe von Abstandswerten zu erzeugen und auszugeben. Hierdurch wird in vorteilhafter Weise erreicht, dass der zumindest erste Abstandssensor einen wegabhängigen Abstandswert oder eine wegabhängige Messreihe von Abstandswerten liefert, wobei diese von der Auswerteeinrichtung empfangenen Werte für eine Höhenregelung einer Baumaschine (bspw. eine Höhenregelung einer Einbaubohle am Straßenfertiger oder eine Regelung für die Fahrwerkhöhenverstelleinrichtung einer Fräsmaschine) direkt verarbeitet werden können. Eine korrelierende Kombination des Abstandswertes bzw. der Abstandswerte zugehörig zu der Messreihe mit der Wegstreckeninformation würde hierdurch in den Abstandssensor verlagert werden und entlastet die Auswerteeinrichtung entsprechend.

[0016] Entsprechend Ausführungsbeispielen weist die Auswerteeinrichtung zum Anfordern und Empfangen des Abstandswertes oder der Messreihe der Abstandswerte

eine erste Schnittstelle, und zum Anfordern und Empfangen der Wegstreckeninformation eine zweite Schnittstelle auf. Die beiden (physikalisch voneinander getrennten) Schnittstellen können dabei entweder eine gleiche Technologie benutzen (bspw. CAN-Bus oder ähnlich) oder technologisch unterschiedlich sein (bspw. CAN-Bus und RS485 oder ähnlich). Entsprechend Ausführungsbeispielen weist die Auswerteeinrichtung zum Anfordern und Empfangen des Abstandswertes oder der Messreihe der Abstandswerte sowie der Wegstreckeninformation eine gemeinsame Schnittstelle auf (bspw. CAN-Bus oder ähnlich).

[0017] Entsprechend Ausführungsbeispielen ist das Resultat des Kombinierens durch die Auswerteeinrichtung ein Abbild des Untergrunds über eine Wegstrecke, die von der Baumaschine (bspw. über die mehreren Zeitpunkte) zurückgelegt wurde.

[0018] Entsprechend Ausführungsbeispielen umfasst das Messsystem weitere Abstandssensoren, wobei, wenn man alle Abstandssensoren betrachtet, diese beispielsweise entlang der Baumaschine angeordnet sind. Der erste Abstandssensor kann beispielsweise am in Fahrtrichtung vordersten Punkt oder ein Stück vor der Baumaschine positioniert sein, während die weiteren Abstandssensoren, z. B. der zweite, oder der zweite und dritte oder der zweite, dritte und vierte entlang einer Wegstreckenrichtung nach hinten angeordnet sind.

[0019] Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass Ultraschallregel-einrichtungen bzw. allgemein das Messsystem einer Regeleinrichtung mit einem Abstandssensor zum Einsatz bei Straßenfertigern oder fahrbaren Fräsgeräten dadurch verbessert werden kann, dass die von den Abstandssensoren (z. B. Ultraschallsensoren) gemessenen Werte in Abhängigkeit des von der Maschine zurückgelegten Wegs in den Berechnungsalgorithmus der Regeleinrichtung einfließen. Hierzu werden die gemessenen Abstandswerte mit entsprechenden Wegstreckeninformationen verbunden bzw. verknüpft (bspw. anhand der Zeitpunkte oder der Wegstreckeninformation). Das Ergebnis ist ein Abbild des Untergrunds, in welchem dann ersichtlich wird, ob eine Veränderung in den Messwerten nur auf eine vorübergehende Störung (wie z. B. eine kurze Unebenheit) zurückzuführen ist oder ob die Messwerte dahin gehend auszuwerten sind, dass eine Berücksichtigung bei der Oberflächenbearbeitung (z. B. Einbau der Straße oder Abfräsen) erfolgen muss. Insofern werden kleinere Unebenheiten im Untergrund wie einzelne Fehlstellen, beispielsweise Bodenwellen, Fräskuhlen oder Ähnliches, im Vergleich zu den bekannten Ultraschall-Regel-einrichtungen besser ausgeglichen, d. h. finden sich auf einer neu gefertigten Straßendecke bzw. auf einem abgefrästen Straßenbelag weitestgehend nicht mehr wieder. Gerade bei solchen kleineren Unebenheiten trägt das Sensorsystem zu einer signifikanten Verbesserung der Genauigkeit bzw. Ebenheit des Planums bei.

[0020] Ein weiterer Vorteil ergibt sich daraus, dass kei-

ne weiteren Abstandssensoren (über die bereits vorhandenen Sensoren) notwendig sind. Ein bereits vorhandenes Sensorsystem mit üblicherweise drei oder vier in Bewegungsrichtung der Maschine angeordneten Abstandssensoren kann an sich weiter verwendet werden, da dies gemäß der vorliegenden Erfindung lediglich um eine Wegstreckenbestimmungsvorrichtung erweitert werden muss und Änderungen in der Software der Auswerteeinrichtung vorgenommen werden müssen oder aber die Auswerteeinrichtung selbst ausgetauscht werden muss. Auch bleibt die Bedienung des Sensorsystems/der Höhenregleinrichtung gleich, was bedeutet, dass Bediener in gewohnter Weise Einbau- bzw. Fräsarbeiten durchführen können, ohne hierbei "umdenken" zu müssen.

[0021] Ausgehend von der Basiskonfiguration ist - entsprechend Ausführungsbeispielen - die Auswerteeinrichtung ausgebildet, um die Abstandswerte über eine vorbestimmte Wegstrecke zu filtern, zu mitteln, gleitend zu mitteln oder einen Median zu berechnen. Über eine derartige gleitende Mittelung werden bereits kleinere Unebenheiten herausgefiltert. Auch können Tiefpassfilter verwendet werden, die dann evtl. sich im Messsignal abbildende Vibrationen entfernen. Entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel kann die oben erläuterte Auswertung hinsichtlich temporärer Ausreißer durch die Analyse der Streuung der Abstandswerte (Abstandswertstreuung) erfolgen. Bei dieser Analyse können dann temporär auftretende Unebenheiten (d. h. Unebenheiten, die entlang einer begrenzten Wegstrecke vorliegen) erkannt und markiert werden. Entsprechend Ausführungsbeispielen können derartig markierte Abstandswerte für die nachfolgende Regelung vermindert und nicht berücksichtigt werden. Hierzu kann die Auswerteeinrichtung entsprechend Ausführungsbeispielen direkt die markierten Abstandswerte durch vorherige Abstandswerte oder gemittelte Abstandswerte ersetzen.

[0022] Für die Markierung gibt es unterschiedliche Vorgehensweisen, diese zu ermitteln. Beispielsweise werden Abstandswerte markiert, die sich maximal innerhalb der begrenzten Wegstrecke, die durch Schwellenwerte vorab vordefiniert ist, von den übrigen Messwerten (signifikant, d. h. z. B. um mehr als 5% oder mehr als 10%) unterscheiden. Entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel werden die Abstandswerte markiert, die sich über ein vordefiniertes Maß hinaus von den übrigen Abstandswerten unterscheiden. Auch kann ein sogenannter "Deltawert" zur Markierung herangezogen werden, wobei dann die Abstandswerte markiert werden, deren Deltawert einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet. Entsprechend Ausführungsbeispielen erfolgt bei der Markierung nicht nur die Position der Abstandswerte, sondern es wird auch die Wegstreckeninformation, wie z. B. die Position abgespeichert. Dies hat Vorteile, wenn die Auswertung unter Verwendung einer Mehrzahl an Abstandssensoren erfolgt.

[0023] Entsprechend Ausführungsbeispielen kann das Messsystem also eine Mehrzahl von Abstandssen-

soren umfassen, wobei dann die Auswerteeinrichtung beispielsweise folgende Berechnungsvorschrift verwendet: eine Zuordnung der erhaltenen Abstandswerte oder der erhaltenen Messreihe mit Abstandswerten zu der Wegstreckeninformation erfolgt gemäß dem mindestens einen Abstandssensorkriterium, so dass mit unterschiedlichen Abstandssensoren ermittelte Abstandswerte über die Wegstreckeninformation einer Position zugeordnet werden können. Die Auswerteeinrichtung ist entsprechend Ausführungsbeispielen ausgebildet, um die erhaltenen Abstandswerte oder die erhaltene Messreihe mit Abstandswerten je Abstandssensor ausgehend von den bekannten Relativpositionen des jeweiligen Abstandssensors gegenüber einem Wegstreckenbestimmer, der die Wegstreckeninformation liefert, oder gegenüber einer entsprechenden Referenzposition für die Wegstreckeninformation der exakten Position entlang der Wegstrecke korrelierend zuzuordnen. Bevorzugt sind entsprechend Ausführungsbeispielen die Abstandssensoren weit voneinander beabstandet, d. h. entlang der Länge des Baufahrzeugs angeordnet. Insbesondere die mittleren können zur Regelung der Höhe verwendet werden.

[0024] Die Auswerteeinrichtung ist entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen ausgebildet, um Abstandswerte des ersten Abstandssensors, insbesondere in Bezug zu der Wegstreckeninformation oder gegenüber einer entsprechenden Referenzposition für die Wegstreckeninformation der exakten Position entlang der Wegstrecke, zu markieren (wenn Anzahl für temporäre Unebenheiten oder temporäre Ausreißer vorliegen) und dann weiter die Abstandswerte eines in Fahrtrichtung nachfolgenden (z. B. zweiten oder mittleren oder den mittleren) Abstandssensors für die Position auszublenzen, die ausgehend von den Abstandswerten des ersten Abstandssensors markiert sind. In anderen Worten ausgedrückt heißt das, dass die von dem ersten Sensor erfassten Unebenheiten (Störungen) von der Auswerteeinrichtung auf die Position des nachfolgenden Sensors (z. B. des oder der mittleren Sensorposition) umgerechnet werden, so dass dessen aufgenommene Messwerte an der Anfangs- und Endposition der Störung für eine Höhenregelung nicht verwendet werden bzw. vermindert verwendet werden.

[0025] Wie oben bereits erläutert, so kann die Wegstreckeninformation eine Positionsinformation oder eine Information bezüglich einer durch die Baumaschine zurückgelegten Wegstrecke (in Bezug auf eine Referenz, wie einen Startpunkt) darstellen. Solche Informationen werden beispielsweise über ein GPS(-Sensor) oder GNSS(-Sensor), einen Geschwindigkeitssensor, ein Odometer (ein an der Maschine angeordnetes Wegrad) oder einen Fahrwerksensor ermittelt. Allgemein kann diese Ermittlungseinheit als Wegstreckenbestimmung bezeichnet werden und ist entweder Teil des Messsystems oder der Baumaschine. Dabei kann die Wegstreckeninformation, die Positionsinformation oder die Information bezüglich einer durch die Baumaschine zurückgelegten Wegstrecke, auch von einem mobilen Gerät

(bspw. ein Tablet-PC, Laptop, Smartphone oder dergleichen) ermittelt werden, welches sich im Bereich der Baumaschine befindet, wobei das mobile Gerät die Wegstreckeninformation vorzugsweise drahtlos über eine Kommunikationsschnittstelle (WLAN, Bluetooth oder Ähnlich) an das Messsystem überträgt.

[0026] Entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel kann die Auswerteeinrichtung anhand der Abstandswerte und anhand der Wegstreckeninformation eine Steigung oder eine Steigungsänderung im Straßenverlauf bzw. in dem zu bearbeitenden Untergrund erkennen. Hierbei wird beispielsweise eine Regressionsgerade zur Steigungserkennung bzw. zur Erkennung einer Steigungsänderung hinzugezogen. Denkbar ist in diesem Zusammenhang jedoch auch, dass die Auswerteeinrichtung anhand der Abstandswerte über die Zeit eine Steigung oder eine Steigungsänderung im Straßenverlauf bzw. in dem zu bearbeitenden Untergrund erkennen kann.

[0027] Das Erkennen einer Steigung oder einer Steigungsänderung im Straßenverlauf bzw. in dem zu bearbeitenden Untergrund mittels einer Regressionsgerade ist beispielsweise beim Einbau von Straßenbaumaterial durch einen Straßenfertiger, an dem das erfindungsgemäße Messsystem angeordnet ist, vorteilhaft, da der Zugpunkt für die Einbaubohle optimaler geregelt wird. Denn ein Verlauf von Straßen ist oftmals geprägt durch das Landschaftsprofil, so dass beim Straßenbau positive und negative Steigungen (umgangssprachlich formuliert: bergauf bzw. bergab) auftreten. Werden diese Steigungen oder Steigungsänderungen vom Messsystem bzw. der Auswerteeinrichtung erkannt, so lässt sich dadurch eine Höhenregelung der Einbaubohle optimieren, indem vermieden wird, dass der Zugpunkt für die Einbaubohle entweder zu früh oder zu spät verstellt wird und somit beim Übergang in eine positive Steigung zu viel Asphaltmaterial eingebaut wird und beim Übergang zurück in die horizontale Lage der Maschine bzw. beim Übergang in eine negative Steigung zu wenig Asphaltmaterial eingebaut wird. Das am Straßenfertiger angeordnete Messsystem wird hierfür in der Regel vor Beginn des Asphalteinbaus entsprechend abgeglichen, d. h. ein sogenannter Nullabgleich wird vorgenommen. In vorteilhafter Weise erfolgt dann durch die Auswerteeinrichtung während des Asphalteinbaus eine kontinuierliche Berechnung einer Regressionsgerade über die gemessenen Abstands- bzw. Höhenmesswerte (einzelne Abstandswerte oder eine Messreihe mit Abstands- bzw. Höhenmesswerten). Die Auswerteeinrichtung erhält diese Abstandswerte bzw. die Abstandswerte zugehörig zu der Messreihe mit Verknüpfung zu einem oder mehreren Ausgabekriterien, wie oben angegeben beispielsweise in Abhängigkeit einer Zeit- und/oder Wegstreckeninformation. Jegliche Abweichungen der gemessenen Abstands- bzw. Höhenmesswerte werden von der Auswerteeinrichtung mit vorgegebenen Sollwerten oder einem Nullabgleichswert verglichen, gegebenenfalls weiter bearbeitet (bspw. gefiltert oder gemittelt oder ähnlich), und

fließen kontinuierlich in eine Höhenregelung der Einbaubohle des Straßenfertigers ein.

[0028] Weiterhin ist das Erkennen einer Steigung oder einer Steigungsänderung im Straßenverlauf bzw. in dem zu bearbeitenden Untergrund mittels einer Regressionsgerade beispielsweise bei einer Fräsmaschine vorteilhaft, um die Fräsmaschine während des Fräsvorgangs parallel gegenüber einer Referenzfläche (bspw. ein parallel zum abzufräsenden Straßenbelag liegender Untergrund) auszurichten. D. h., dass bei einer Fräse oder Fräsmaschine, an der das erfindungsgemäße Messsystem angeordnet ist, die Berechnung einer Regressionsgerade zur parallelen Ausrichtung der Fräse oder Fräsmaschine gegenüber einer Referenzfläche oder eines Untergrundes verwendet wird, und zwar über die gesamte Länge der Fräsmaschine. Denkbar sind in diesem Zusammenhang jedoch auch andere Abstandslängen. Die Fräsmaschine wird in der Regel vor Beginn der Fräsarbeiten auf einem relativ ebenen Untergrund parallel zum zu fräsenden Untergrund ausgerichtet und das an der Fräsmaschine angeordnete Messsystem entsprechend abgeglichen, d. h. ein sogenannter Nullabgleich wird vorgenommen. In vorteilhafter Weise erfolgt während der Fräsarbeiten durch die Auswerteeinrichtung kontinuierlich eine Berechnung einer Regressionsgerade über die gemessenen Abstands- bzw. Höhenmesswerte (einzelne Abstandswerte oder eine Messreihe mit Abstands- bzw. Höhenmesswerten). Die Auswerteeinrichtung erhält diese Abstandswerte bzw. die Abstandswerte zugehörig zu der Messreihe mit Verknüpfung zu einem oder mehreren Ausgabekriterien, wie oben angegeben beispielsweise in Abhängigkeit einer Zeit- und/oder Wegstreckeninformation. Jegliche Abweichungen der gemessenen Abstands- bzw. Höhenmesswerte werden von der Auswerteeinrichtung mit vorgegebenen Sollwerten oder einem Nullabgleichswert verglichen, gegebenenfalls weiter bearbeitet (bspw. gefiltert oder gemittelt oder ähnlich), und fließen kontinuierlich in eine Regelung für die Fahrwerkhöhenverstelleinrichtung der Fräsmaschine ein, die die Fräsmaschine während des Fräsvorgangs in einem optimalen Schnittwinkel/Fräswinkel beziehungsweise parallel zur Referenz oder einem Untergrund hält.

[0029] Ein weiteres Ausführungsbeispiel bezieht sich auf ein Messsystem mit einer Höhenregelungsvorrichtung, d. h. also einer Steuereinheit, die ausgebildet ist, um ein Werkzeug der Baumaschine, wie z. B. die Bohle oder ein Fräs Werkzeug in Bezug auf ihre Höhenposition zu steuern. Für die Steuerung wird entsprechend Ausführungsbeispielen die durch die ein oder mehreren Abstandssensoren ermittelten Abstandswerte bzw. korrigierten Abstandswerte (um Ausreißer korrigierte Abstandswerte) verwendet.

[0030] Ein weiteres Ausführungsbeispiel bezieht sich auf eine Baumaschine, wie einen Straßenfertiger oder eine Straßenfräse mit einem entsprechenden Messsystem. Hierbei kann entsprechend Ausführungsbeispielen das Messsystem selbstverständlich um die Höhenrege-

lungsvorrichtung erweitert sein. Dabei kann es sich bei der Baumaschine auch um einen sogenannten Kilver, d. h. um ein von einem Traktor gezogenes Planierschild, um eine Planieraupe (Dozer), um einen Grader oder um jede andere Form von Baumaschine, die ein Werkzeug zur Bearbeitung eines Untergrunds aufweist, handeln, mit einem entsprechenden erfindungsgemäßen Messsystem. Die bauliche Länge des Messsystems kann dabei variieren bzw. an die Baumaschine entsprechend angepasst sein. D. h., dass das Messsystem im Gegensatz zu den eingangs erwähnten und zum Stand der Technik bekannten Ultraschall-Regeleinrichtungen, bei denen das Messsystem eine variable Länge im Bereich von 9 bis 13 Metern hat, auch durchaus kürzer (bspw. im Bereich von nur etwa 3 bis 4 Metern Länge) oder aber auch länger ausgestaltet sein kann.

[0031] Ein weiteres Ausführungsbeispiel schafft ein Verfahren zur Abstandsbestimmung bei einer Baumaschine. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- Ermitteln unter Verwendung von zumindest einem ersten Abstandssensor eines Abstands zu einem Untergrund der Baumaschine, um in Abhängigkeit von dem ermittelten Abstand einen Abstandswert oder eine Messreihe mit Abstandswerten in Abhängigkeit zu mindestens einem Abstandssensorkriterium auszugeben;
- Empfangen des Abstandswertes oder der Messreihe der Abstandswerte zugehörig zu dem mindestens einen Abstandssensorkriterium und Empfangen einer Wegstreckeninformation zugehörig zu mindestens einem Wegstreckenkriterium; und
- Korrelierend kombinieren des erhaltenen Abstandswertes oder der erhaltenen Messreihe der Abstandswerte mit der Wegstreckeninformation.

[0032] Entsprechend Ausführungsbeispielen kann das Verfahren computerimplementiert sein.

[0033] Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen definiert, nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Messsystems gemäß einem Basisausführungsbeispiel;

Fig. 2a, 2b eine schematische Darstellung der Messsituation zur Erläuterung des Basisausführungsbeispiels und eines erweiterten Ausführungsbeispiels;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Straßenfertigers mit einem Messsystem gemäß Ausführungsbeispielen; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Straßenfertigers mit einem Messsystem gemäß erweitertem Ausführungsbeispiel.

[0034] Bevor nachfolgend Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert werden, sei darauf hingewiesen, dass gleichwirkende Elemente und Strukturen mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, so dass die Beschreibung derer aufeinander anwendbar ist.

[0035] Fig. 1 zeigt ein Messsystem 1 mit einer Auswerteeinheit 45 und zumindest einem Abstandssensor 41. Des Weiteren ist in Fig. 1 eine Wegstreckenbestimmungsvorrichtung 50, wie z. B. ein GPS-Sensor gezeigt, der entweder Teil des Messsystems 1 sein kann oder auch einfach nur Daten an die Auswerteeinheit 45 sendet (vgl. gestrichelte Linie).

[0036] Entsprechend optionalen Ausführungsbeispielen umfasst das Messsystem weitere Abstandssensoren, 42, 43, 44, die hier gestrichelt dargestellt sind, da es sich eben um optionale Merkmale handelt. Die Abstandssensoren 41 bis 44 sind beispielsweise nach unten auf den Untergrund gerichtet und ermöglichen die Bestimmung einer Ist-Höhe bzw. eines Ist-Abstands zu dem Untergrund. Dieser Ist-Wert wird zur Regelung von Werkzeugen, wie z. B. einer Bohle im Straßenbau verwendet. Der Bedarf an einer derartigen Regelung wird im Hinblick auf den in Fig. 2a und 2b illustrierten Untergrund 21 deutlich. Das in Fig. 2a und 2b illustrierte Profil des Untergrunds 21 ist identisch und stellt unterschiedliche Herausforderungen an die Regelung. Es sind im Wesentlichen zwei temporäre Unebenheiten 21b und 21c und ein großflächiger Profilsprung 21a enthalten. Der Profilsprung 21a erstreckt sich beispielsweise über mehr als eine Fahrzeuglänge und ist gegenüber der Referenzoberfläche 21r niedriger, z. B. um zwei Zentimeter niedriger. Ebenso wie das andere Profiliniveau 21a stellt die temporäre Unebenheit 21b eine Vertiefung dar, die beispielsweise eine Länge von wenigen Zentimetern, wie z. B. 10 oder 20 cm hat. Die temporäre Unebenheit 21c ist eine Erhöhung, z. B. gebildet durch einen größeren Stein.

[0037] In anderen Worten ausgedrückt heißt das, dass das Messsystem 1 im Wesentlichen ein herkömmliches Messsystem mit zumindest einem Abstandssensor 41 darstellt, wobei die Abstandswerte an eine Auswerteeinheit 45 ausgegeben werden. Dieses Sensorsystem 1 bzw. die Höhenregeleinrichtung, zu welcher das Sensorsystem 1 gehört, wird weiter um eine Wegstreckenbestimmungsvorrichtung 50 erweitert, deren Ausgangssignale (Weg - bzw. Positionsinformation) der Auswerteeinheit des Sensorsystems/der Höhenregeleinrichtung zugeführt werden.

[0038] Bezugnehmend auf Fig. 2a und 2b werden zwei unterschiedliche Messmodi erläutert. Fig. 2a stellt hier die Basisvariante dar. Ausgehend vom Untergrund 21 mit seinem Profil und den jeweiligen Unstetigkeiten im Profil 21a, 21b und 21c gilt es nun, dieses Profil abzutasten, so dass eine gute Höhenregelung erfolgen kann.

Die Abtastung erfolgt mit dem in Bezug auf Fig. 1 erläuterten Abstandssensor 41. Dieser ist beispielsweise auf der sich in Fahrtrichtung 10f bewegenden Baumaschine auf Höhe vor dem Fahrwerk, z. B. vorne, angebracht und tastet den Untergrund 21 ab. Der Abstand zu der Referenz 21r ist bekannt bzw. kalibriert, so dass durch die Abtastung des Abstandssensors 41 ausgehend von den absoluten Signalen insbesondere die Änderung ermittelt werden kann. An der in Fig. 2a dargestellten Position befindet sich der Abstandssensor 41 in einer Position über dem Untergrund, der sich auf dem Referenzniveau befindet (siehe Markierung p1).

[0039] Während der Fahrt entlang der Fahrtrichtung 10f bewegt sich der Sensor 41 über das Profil 21 hinweg, wie gestrichelt für die Positionen p2, p3, p4 und p5 zugehörig zu dem ersten Abstandssensor 41 (hier 41') dargestellt ist. Das Abtasten mit Positionen p1 bis p5 erfolgt im Beispiel zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

[0040] Die Auswerteeinrichtung 45 ist ausgebildet, um die Abstandswerte des Abstandssensors 41 zu erhalten und mit Positionswerten bzw. einer Wegstreckeninformation, die über den Sensor 50 generiert wird, zu verknüpfen. Die Verknüpfung erfolgt im Beispiel über die Zeitpunkte, also derart, dass der Abstandswert für die Position p1 ermittelt zu dem Zeitpunkt t1 mit der Wegstreckeninformation des Sensors 50 verknüpft wird. Vorzugsweise erfolgt die Verknüpfung jedoch wegabhängig, also derart, dass der Abstandswert für die Position p1 in Abhängigkeit bzw. in Bezug zu der Wegstreckeninformation (Trigger auf die Wegstreckeninformation) ermittelt und an die Auswerteeinheit 45 übergeben wird, und dann durch die Auswerteeinheit 45 mit der Wegstreckeninformation des Sensors 50 verknüpft wird. Die Wegstreckeninformation kann hierbei eine Position, z. B. aus GPS-Koordinaten heraus oder eine ab einem Referenzpunkt zurückgelegte Wegstrecke sein. Beide Varianten ermöglichen das Bestimmen einer Veränderung der Position zwischen den Punkten p1, p2,, p5.

[0041] Das System 1 tastet nun kontinuierlich entlang der Wegstrecke 10f die Oberfläche 21 ab und detektiert an der Position p2 eine temporäre Erhöhung 21c, an der Position p3 eine temporäre Unebenheit 21b sowie entlang der Position p5 bzw. in dem Bereich beginnend ab p5 ein abgesenktes Niveau. Vom regelungstechnischen Gedanken heraus wird das Fahrwerk durch die Unebenheiten 21c und 21b wenig beeinflusst, während das Fahrwerk allerdings in die Senke 21a hineinfahren wird. Ausgehend hiervon ist also eine Nachregelung des Werkzeugs der Baumaschine an den Unebenheiten 21b und 21c nicht erforderlich, während die Unebenheit 21a nachgeregelt ist.

[0042] Ausgehend von dieser Erkenntnis und ausgehend von der nun aufgezeigten Möglichkeit, das Profil 21 über die Strecke in Fahrtrichtung 10f abzutasten, kann eben diese Entscheidung über die Notwendigkeit der Nachregelung durch die Auswerteeinrichtung 45 getroffen werden.

[0043] Die Wegstreckenbestimmungsvorrichtung be-

stimmt den zurückgelegten Weg der Maschine oder bestimmt kontinuierlich die Position oder Positionsabweichungen der Maschine, so dass die Auswerteeinrichtung den zurückgelegten Weg der Maschine bestimmen kann. Bei der Wegstreckenbestimmungsvorrichtung kann es sich beispielsweise um ein berührungsloses Messsystem gemäß der EP 3 112 812 A1 oder der EP 3 270 109 A1 handeln, bei der zur Wegstreckenmessung an einer Baumaschine mit einem Raupenkettenantrieb zumindest ein berührungsloser Sensor zur Anordnung an dem Chassis der Baumaschine vorgesehen ist, derart, dass der berührungslose Sensor auf eine Raupenkette des Raupenkettenantriebs der Baumaschine gerichtet ist. Eine Auswerteeinheit ist mit dem berührungslosen Sensor verbunden und ist wirksam, um basierend auf den von dem berührungslosen Sensor empfangenen Signalen eine durch die Baumaschine zurückgelegte Wegstrecke zu bestimmen. Bei der Wegstreckenbestimmungsvorrichtung kann es sich ferner auch um eine wie in der EP 0 388 819 A1 beschriebenen Wegmessenrichtung in Form eines innerhalb der Arbeitsbreite der Einbaubohle mitlaufenden Messrads handeln. Für die beschriebenen Ausführungsbeispiele sind jedoch alle Arten von Weg- bzw. Positionsmessenrichtungen verwendbar. Denkbar ist es in diesem Zusammenhang jedoch auch, dass die Wegstreckenbestimmungsvorrichtung ein Teil der Baumaschine darstellt, d. h. von der Baumaschine selbst der zurückgelegte Weg ermittelt wird und an das Sensorsystem ausgegeben wird. Ebenfalls denkbar ist es, dass die Wegstreckeninformation auch von einem mobilen Gerät (bspw. ein Tablet-PC, Laptop, Smartphone oder dergleichen) ermittelt werden kann, welches sich im Bereich der Baumaschine befindet, wobei das mobile Gerät die Wegstreckeninformation vorzugsweise drahtlos über eine Kommunikationsschnittstelle (WLAN, Bluetooth oder Ähnlich) an das Messsystem überträgt.

[0044] Die Auswerteeinrichtung 45 ist also ausgebildet, um ausgehend von den gemessenen Sensorabstandswerten zusammen mit dem von der Maschine zurückgelegten Weg (Ausgangssignale der Wegstreckenbestimmungsvorrichtung) eine Verrechnung so durchzuführen, dass ein Abbild des von den Abstandssensoren abgetasteten Untergrunds 21 entsteht. Das Abbild des Untergrunds 21 bzw. die Teilabbildung von Untergrundabschnitten, jeweils zwischen zwei benachbarten Abstandssensoren (wenn man von mehreren Abstandssensoren 41 bis 44 ausgeht), kann nun auf unterschiedliche Art und Weise verarbeitet werden.

[0045] Entsprechend einem Ausführungsbeispiel kann das Abbild des Untergrunds bzw. die Teilabbildungen von Untergrundabschnitten mit einem oder mehreren entsprechenden Filtern (auch in Kombination) bearbeitet werden, beispielsweise mit einem Mittelwertfilter, mit einem gleitenden Mittelwertfilter (der nur Teilbereiche des Abbildes/Teil-Abbildes bearbeitet) oder mit einem sogenannten Median-Filter (um "Messwert-Ausreißer" erkennen zu können). Dabei ist es auch möglich, nur

einen Filtertyp auf das Abbild bzw. die Teil-Abbildungen zu verwenden, oder aber mehrere Filtertypen in Kombination zu verwenden.

[0046] Entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel kann ein Ausblenden von temporär auftretenden Unebenheiten erfolgen: Insbesondere um kleine temporäre Unebenheiten (Störungen) im Untergrund detektieren zu können, werden über eine zuvor fest definierte Wegstrecke Messwertabweichungen des ersten in der Bewegungsrichtung des Straßenfertigers befindlichen Sensors beobachtet. Sobald eine Messwertabweichung eine zuvor fest definierte Grenze überschreitet, wird diese Störung beobachtet. Messwerte, die eine derartige Störung repräsentieren, werden für eine Höhenregelung nicht verwendet.

[0047] Wie oben bereits angedeutet, kann - entsprechend erweiterten Ausführungsbeispielen - das Messsystem 1 auch noch zusätzliche Sensoren 42, 43 und 44 aufweisen. Die beispielsweise zeitliche Abtastung für zwei Zeitpunkte t_2 (Sensor 41 ist an Position p_2) und t_5 (Sensor 42 ist an Position p_2) ist in Fig. 2b dargestellt.

[0048] Ausgehend hiervon kann auch eine Ausblendung von temporär auftretenden Unebenheiten, wie der Unebenheit 21b oder 21c erfolgen. Hierbei wird wiederum eine Messwertabweichung, die eine zuvor definierte Grenze (Wegstrecke, z. B. größer 20 cm, oder Grad der Abweichung von der Referenz 21r, Unebenheit mit mehr als 5 cm) unterschreitet, wird die Störung beobachtet und die jeweiligen Abstandswerte bzw. um genau zu sein die Position, hier die Position p_2 beobachtet. Zu dem dargestellten Zeitpunkt t_2 , an welchem sich der Sensor 41 an der Position p_2 befindet, beobachtet dieser eine temporäre Erhöhung im Untergrund (entspricht einer Verkürzung des gemessenen Abstands), nämlich die Erhebung 21c. Die jeweiligen Sensorwerte an der Position p_2 werden also markiert. Es wird weiter davon ausgegangen, dass diese Störung nur innerhalb einer zuvor definierten Wegstrecke (z. B. 10 cm) bestehen bleibt, so dass die Messwerte also nicht für die Höhenregelung verwendet werden. Ausgehend von dem System mit mehreren Abstandssensoren 41 bis 44 kann entsprechend Ausführungsbeispielen in einem weiteren Schritt für den nachfolgenden Sensor 42 (bei einer Regeleinrichtung mit drei Abstandssensoren folglich der mittlere Sensor) der Sensorwert an der Position p_2 für diesen Sensor 42 ausgeblendet werden. Ausgehend von der Wegstreckeninformation ist bekannt, zu welchem Zeitpunkt t_5 sich der Sensor 42 an der Position p_2 befindet, so dass über die Zeit eben genau diese Sensorwerte identifiziert werden können. In anderen Worten ausgedrückt heißt das, dass also die von dem ersten Sensor 41 erfassten Unebenheiten (Störungen) 21c von der Auswerteeinrichtung 45 auf die Position des nachfolgenden Sensors 42 (mittlere Sensorposition) umgerechnet werden, so dass dessen aufgenommenen Messwerte an der Anfangs- und Endposition der Störung für eine Höhenregelung ebenfalls nicht verwendet werden (temporäre Störung wird somit auch von dem nachfolgenden (mittleren) Sensor 42 ausge-

blendet). Werden Messwerte oder das Abbild des Untergrunds bzw. die Teilabbildung von Untergrundabschnitten ausgeblendet, so werden ersatzweise hierfür entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen Messwerte aus der Messwerthistorie der einzelnen Sensoren für eine Höhenregelung verwendet (z. B. dem vorherigen Wert oder einem Mittelwert aus diesen vorherigen Werten).

[0049] Bei der Verwendung von vier Abstandssensoren 41-44 in einem Sensorsystem 1/einer Höhenregel-einrichtung ist dieses Verfahren zu dem zweiten und dritten Sensor analog zu verstehen. Für das Ausblenden von temporär auftretenden Unebenheiten 21a/21b ist es wichtig, dass alle Abstandssensoren 41-44 untereinander abgeglichen sind, d. h. bei dem Sensorsystem 1 nach Montage (und noch vor Beginn der eigentlichen Bauarbeiten) an der Baumaschine ein sogenannter Nullabgleich vorgenommen wurde. Bei diesem Nullabgleich des Sensorsystems werden alle Abstandssensoren auf den Untergrund, der zum Zeitpunkt des Abgleichs eine Referenz(null)linie darstellt, kalibriert bzw. eingestellt, und lediglich die Abweichungen bezüglich dieser Referenz(null)linie als Messwerte an die Auswertungseinrichtung weitergegeben. Auch ist es erforderlich, dass alle Abstandssensoren im Wesentlichen geometrisch in einer Linie (in der Bewegungsrichtung des Straßenfertigers) zueinander positioniert sind um zu gewährleisten, dass Unebenheiten gleichermaßen von allen Abstandssensoren detektiert werden.

[0050] Treten mehrere temporäre Störungen (Unebenheiten) hintereinander auf, so wird die Ausblendung der Messwertaufnahme des ersten Sensors 41 entsprechend verlängert sowie die Anfangs- und Endposition der Störung für den jeweils nachfolgenden Sensor entsprechend umgerechnet bzw. eine Endposition entsprechend korrigiert.

[0051] Nachfolgend wird ein weiterer Ansatz gemäß weiteren Ausführungsbeispielen erläutert. Reduzierung von temporär auftretenden Unebenheiten: In Abhängigkeit des zurückgelegten Weges der Maschine werden vom ersten bzw. vordersten Abstandssensor 41 durch Unebenheiten erzeugte Messwertabweichungen (sogenannte Delta-Werte), d. h. Abweichungen der Höhenmesswerte in Bezug zum Abgleichwert (s. o. Referenz(null)linie bei Nullabgleich des Sensorsystems), ermittelt. Diese wegbezogenen Messwertabweichungen bzw. Delta-Werte spiegeln die Unebenheiten des Untergrunds an den entsprechenden Positionen zum Abgleichwert wieder. Um ein Abbild des von den Abstandssensoren 41-44 abgetasteten Untergrunds mit den entsprechenden Messwertabweichungen zu erzeugen, werden die gemessenen Delta-Werte wegbezogen in einem separaten Speicherfeld (Array) innerhalb der Auswertungseinrichtung abgespeichert und synchron zur Position bzw. zum zurückgelegten Weg im Array verschoben, derart, dass die gemessenen Delta-Werte zusammen mit der Position (dem zurückgelegten Weg) in diesem Array "wandern". Mit dieser katalogisierten An-

sicht des Untergrunds 21 können temporäre auftretende Unebenheiten 21b/21c (Störungen) frühzeitig erkannt werden, so dass diese nicht mehr bzw. nicht mehr so stark in die Berechnung der Höhenregelung mit eingehen.

[0052] Die Auswertungseinrichtung 45 ist gemäß diesem Verfahren in der Lage, die vom ersten bzw. vordersten Abstandssensor ermittelten Messwertabweichungen (Delta-Werte) mit dem von der Maschine zurückgelegten Weg zu verrechnen und an den Positionen aller weiteren bzw. nachfolgenden Abstandssensoren 42-44 deren Höhenmesswerte in Bezug zum Abgleichwert zu korrigieren und damit Fehler in der Höhenregelung zu reduzieren.

[0053] Entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel kann die Auswerteeinrichtung 45 Steigungen oder Steigungsänderungen detektieren. Oftmals bestimmt das Landschaftsprofil den Verlauf von Straßen, das bedeutet, dass auch beim Straßenbau positive und negative Steigungen (umgangssprachlich formuliert: bergauf bzw. bergab) auftreten.

[0054] Bei der Verwendung eines der bekannten Ultraschall-Regeleinrichtungen für einen Straßenfertiger hat sich in der Praxis jedoch beim Einbau von Asphaltmaterial im Bereich von Steigungen gezeigt, dass der Zugpunkt für die Einbaubohle nicht optimal geregelt wird. So ergibt es sich, dass beim Übergang in eine positive Steigung zu viel Asphaltmaterial eingebaut wird und beim Übergang zurück in die horizontale Lage der Maschine bzw. beim Übergang in eine negative Steigung zu wenig Asphaltmaterial eingebaut wird, da der Zugpunkt für die Einbaubohle entweder zu früh oder zu spät verstellt wird.

[0055] Abhilfe für das beschriebene Problem kann mit dem System 1 insofern geschaffen werden, indem zunächst nur Messwerte des (in der Bewegungsrichtung des Straßenfertigers) ersten bzw. vordersten Abstandssensors des Sensorsystems/der Höhenregeleinrichtung berücksichtigt werden. Das Abbild des Untergrunds, welches entsteht, wird zum Detektieren von Steigungen oder Steigungsänderungen immer über einen ersten Bereich von ca. 1 Meter des aufgenommenen Abbildes des Untergrunds betrachtet. Messwerte werden zunächst mit einem Filter, beispielsweise mit einem Median-Filter, bearbeitet (um "Messwert-Ausreißer" erkennen zu können), anschließend wird mittels einer Regressionsgerade berechnet, ob eine Steigung oder eine Steigungsänderung vorliegt oder nicht. Die Regressionsgerade sollte dabei möglichst so über den Messwerten anliegen, dass der Abstand von jedem Messpunkt zur Regressionsgeraden minimal ist (Summe der Fehlerquadrate ist minimal). Während einer Bewegung der Maschine wird der erste Bereich des Abbildes von ca. 1 Meter sich ständig ändern, so dass die o. g. Berechnungen wegbezogen ständig durchgeführt werden müssen.

[0056] Die Auswertungseinrichtung 45 ist gemäß diesem Verfahren in der Lage, eine Zugpunktregelung für die Einbaubohle in Abhängigkeit einer erkannten Steigung oder einer erkannten Steigungsänderung entsprechend anzupassen, so dass im Bereich von Steigungen

weder zu viel noch zu wenig Asphaltmaterial eingebaut wird.

[0057] Weiterhin ist das Erkennen einer Steigung oder einer Steigungsänderung im Straßenverlauf bzw. in dem zu bearbeitenden Untergrund 21 mittels einer Regressionsgerade beispielsweise bei einer Fräsmaschine vorteilhaft, um die Fräsmaschine während des Fräsvorgangs parallel gegenüber einer Referenzfläche (bspw. ein parallel zum abzufräsenden Straßenbelag liegender Untergrund) auszurichten. D. h., dass bei einer Fräse oder Fräsmaschine, an der das erfindungsgemäße Messsystem 1 angeordnet ist, die Berechnung einer Regressionsgerade zur parallelen Ausrichtung der Fräse oder Fräsmaschine gegenüber einer Referenzfläche oder eines Untergrundes verwendet wird, und zwar über die gesamte Länge der Fräsmaschine. Denkbar sind in diesem Zusammenhang jedoch auch andere Abstandslängen. Die Fräsmaschine wird in der Regel vor Beginn der Fräsarbeiten auf einem relativ ebenen Untergrund parallel zum zu fräsenden Untergrund ausgerichtet und das an der Fräsmaschine angeordnete Messsystem 1 entsprechend abgeglichen, d. h. ein sogenannter Nullabgleich wird vorgenommen. Während der Fräsarbeiten erfolgt durch die Auswerteeinrichtung 45 kontinuierlich eine Berechnung einer Regressionsgerade über die gemessenen Abstands- bzw. Höhenmesswerte (einzelne Abstandswerte oder eine Messreihe mit Abstands- bzw. Höhenmesswerten). Jegliche Abweichungen der gemessenen Abstands- bzw. Höhenmesswerte werden von der Auswerteeinrichtung 45 mit vorgegebenen Sollwerten oder einem Nullabgleichswert verglichen, gegebenenfalls weiter bearbeitet (bspw. gefiltert oder gemittelt oder ähnlich), und fließen kontinuierlich in eine Regelung für die Fahrwerkshöhenverstelleinrichtung der Fräsmaschine ein, die die Fräsmaschine während des Fräsvorgangs in einem optimalen Schnittwinkel/Fräswinkel beziehungsweise parallel zur Referenz oder einem Untergrund 21 hält.

[0058] Nachfolgend werden Bezug nehmend auf Fig. 3 und 4 Implementierungsdetails des Systems 1 aus Fig. 1 anhand eines Straßenfertigers 10 zusammen mit deren Funktionen erläutert.

[0059] Fig. 3 zeigt schematisch einen selbstfahrenden Straßenfertiger 10 als Beispiel für eine Baumaschine. Bekanntermaßen umfasst der Straßenfertiger 10 einen Gutbunker 12 zur Aufnahme von Baumaterial, wie z. B. Asphalt, Schotter oder dergleichen, sowie eine Einbau- oder Glättbohle 15, die an einem Zugarm 13 angeordnet ist und von der Fahreinheit bzw. Traktoreinheit des Straßenfertigers 10 gezogen wird. Vor der Bohle 15 ist eine Verteilerschnecke 14 angeordnet, welche das einzubauende Baumaterial, welches während des Einbaus ausgehend von dem Gutbunker 13 über Förderbänder (nicht dargestellt) in Richtung der Verteilerschnecke 14 transportiert wird, quer zur Fahrtrichtung des Straßenfertigers 10 vor der Bohle 15 verteilt, so dass das einzubauende Baumaterial während des Einbaus stets in ungefähr gleichmäßiger Menge vor der Bohle 15 verfügbar ist.

Oberhalb der Verteilerschnecke 14 und den nicht dargestellten Förderbändern befindet sich ein Fahrerstand 11, ausgehend von diesem die Maschine 10 u. a. gelenkt wird.

[0060] Am Zugarm 13 des Straßenfertigers 10 ist eine Trägermechanik 60 für ein Sensorsystem 40 angeordnet, wobei dies vorzugsweise an zwei Punkten an dem Zugarm 13 angeordnet ist. In vorteilhafter Weise ist die Hauptträgermechanik 61 sowohl im vorderen Bereich des Zugarms, beispielsweise in der Nähe des Zugpunktes, mittels einer Halterung 62, sowie im hinteren Bereich, beispielsweise in der Nähe der Befestigung der Bohle 15, mittels einer Halterung 63 lösbar befestigt. An der Hauptträgermechanik 61, welche sich entlang der Fahrtrichtung des Straßenfertigers 10 erstreckt, sind weitere lösbar befestigte und entlang der Hauptträgermechanik 61 verschiebbare Halterungen 64 angeordnet, mittels welchen einzelne Abstandssensoren 41 bis 44 eines Sensorsystems 40 gehalten werden. Zur weiteren (Fein)Justierung der äußeren Abstandssensoren 41 und 44 sind weitere lösbar befestigte und verschiebbare Halterungen 65 vorgesehen. Vorzugsweise besteht die Hauptträgermechanik 61 aus einzelnen bzw. einzelverbindbaren mechanischen Teilen oder aber auch aus mittels einer Drehmechanik verdrehbaren Einzelteilen oder aber auch aus teleskopierbaren Einzelteilen, um das System in seiner Länge L individuell einstellen zu können. Bei den eingangs erwähnten und zum Stand der Technik bekannten Ultraschall-Regeleinrichtungen sind variable Längen L im Bereich von 9 bis 13 Metern gängig.

[0061] Das Sensorsystem 40 besteht in der Regel aus vier Abstandssensoren 41 bis 44, denkbar sind allerdings auch nur drei Abstandssensoren 41, 43 und 44. D. h. im Bereich vor der Bohle 15 sind dann entweder zwei oder drei Abstandssensoren 41, 42 und/oder 43 angeordnet, welche einen noch zu bearbeitenden Untergrund 21 abtasten bzw. Abstandswerte s1, s2 und/oder s3 zu dem noch zu bearbeitenden Untergrund 21 bestimmen. Das Sensorsystem 40 umfasst somit - wie bereits beschrieben - mindestens zwei Abstandssensoren 41, 42 und/oder 43 vor der Bohle 15, welche den noch zu bearbeitenden Untergrund 21 abtasten bzw. abscannen, sowie einen weiteren Abstandssensor 44, welcher den neu gelegten bzw. neu eingebauten Straßenbelag 22 abtastet bzw. abscannt bzw. einen Abstandswert s4 zu dem neu gelegten bzw. neu eingebauten Straßenbelag 22 bestimmt. Der prinzipielle und schematisch in Fig. 3 dargestellte Aufbau des Sensorsystems 40 entspricht im Wesentlichen den aus dem Stand der Technik bekannten Systemen.

[0062] Vorzugsweise ist der Abstandssensor 43 im Bereich der Verteilerschnecke 14 angeordnet, d. h. eine dem Abstandssensor 43 zugeordnete (Montage)Position p3 befindet sich in vorteilhafter Weise im Bereich der Verteilerschnecke 14 bzw. entlang der Fahrtrichtung des Straßenfertigers 10 gesehen kurz vor der Verteilerschnecke 14. In Bezug zu dem Abstandssensor 43 sind die äußeren Abstandssensoren 41 (vor der Bohle 15) und

44 (hinter der Bohle 15) vorzugsweise in einem gleichmäßigen Abstand zueinander angeordnet, d. h. die Länge der Teilabschnitte L1+L2 (Länge des Abschnitts zwischen einer dem Abstandssensor 41 zugeordneten (Montage)Position P1 und der Position P3) und L3 (Länge des Abschnitts zwischen einer dem Abstandssensor 44 zugeordneten (Montage)Position P4 und der Position P3) ist vorzugsweise gleich. Der Abstandssensor 42 wird vorzugsweise mittig zwischen die beiden Abstandssensoren 41 und 43 positioniert, so dass die Länge der Teilabschnitte L1 (Länge des Abschnitts zwischen einer dem Abstandssensor 42 zugeordneten (Montage)Position P2 und der Position P1) und L2 (Länge des Abschnitts zwischen der Position P2 und der Position P3) im Wesentlichen gleich ist und die Länge der Teilabschnitte L1 und L2 jeweils der Hälfte der Länge des Teilabschnitts L3 beträgt. Eine derartige Verteilung der Abstandssensoren ist in Bezug darauf, dass lang gestreckte Bodenwellen gut ausgeglichen werden können, vorteilhaft. Denkbar sind jedoch auch andere Abstandsverteilungen, wie beispielsweise eine in etwa gleichmäßige Verteilung der Abstandssensoren, d. h. die Länge aller dargestellten Teilabschnitte L1, L2 und L3 ist in etwa gleich. Eine andere Abstandverteilung der Abstandssensoren ist insbesondere auch dann möglich, wenn mehr als vier Abstandssensoren verwendet werden.

[0063] Das Sensorsystem 40 umfasst weiterhin eine Auswertungseinrichtung 45, bestehend im Wesentlichen aus einer Prozessrechnereinheit 45A und einer Bedien- und Anzeigevorrichtung 45B. Die einzelnen Abstandssensoren 41 bis 44 sind vorzugsweise über Kabelverbindungen 41k bis 44k mit der Prozessrechnereinheit 45A verbunden, welche die gemessenen Abstandswerte s1 bis s4 der Abstandssensoren 41 bis 44 einliest und verarbeitet. Ferner steuert bzw. regelt die Prozessrechnereinheit 45A die Höhenlage der Bohle 15 in Abhängigkeit der gemessenen Abstandswerte s1 bis s4, d. h. die Prozessrechnereinheit 45A fungiert hierbei als Nivelliereinheit. Über die Bedien- und Anzeigevorrichtung 45B kann ein Bediener, beispielsweise das Bohlenpersonal, Einstellungen und Änderungen an verschiedenen Parametern die Nivellierung betreffend einstellen oder diese während des Einbauvorgangs überwachen. Die Anzeige- und Bedienvorrichtung 45B dient als sogenanntes Mensch-Maschine-Interface (MMI). In einer bevorzugten Variante ist die Prozessrechnereinheit 45A und die Bedien- und Anzeigevorrichtung 45B in einem Gerät bzw. in einem Gehäuse zusammengefasst, d. h. in einem Gerät oder Gehäuse integriert.

[0064] Mit der Prozessrechnereinheit 45A ist ferner eine Wegstreckenbestimmungsvorrichtung 50 über eine entsprechende Kabelverbindung 50k verbunden. Die Wegstreckenbestimmungsvorrichtung 50 bestimmt die zurückgelegte Wegstrecke des Straßenfertigers 10. Dabei kann die Wegstreckenbestimmungsvorrichtung 50 beispielsweise als berührungsloses Messsystem oder als ein innerhalb der Arbeitsbreite der Einbaubohle mitlaufendes Messrad (Odometer) ausgebildet sein. Für die

vorliegende Erfindung sind jedoch alle Arten von Weg- bzw. Positionsmesseinrichtungen verwendbar. Denkbar ist es in diesem Zusammenhang jedoch auch, dass die Wegstreckenbestimmungsvorrichtung ein Teil der Baumaschine darstellt, d. h. von der Baumaschine selbst der zurückgelegte Weg ermittelt wird und an das Sensorsystem ausgegeben wird. Da die von den Abstandssensoren 41 bis 44 gemessenen Werte in Abhängigkeit des von der Maschine 10 zurückgelegten Weges in den Berechnungsalgorithmus der Regeleinrichtung einfließen, sollte die Wegstreckenbestimmungsvorrichtung 50 in vorteilhafter Weise ein hochgenaues Wegstreckensignal liefern, damit eine präzise Berechnung der Höhenlage der Bohle 15 in Abhängigkeit der gemessenen Abstandswerte s1 bis s4 erfolgen kann.

[0065] Fig. 4 zeigt zusätzlich zu dem in Fig. 3 dargestellten selbstfahrenden Straßenfertiger 10 und dem bereits beschriebenen Sensorsystem 40, welches an der Trägermechanik 60 angeordnet ist, eine am Straßenfertiger 10 angeordnete Kommunikationsvorrichtung 70, welche über eine Kabelverbindung 70k mit der Prozessrechnereinheit 45A der Auswertungs- einrichtung 45 verbunden ist. Über die Kommunikationsvorrichtung 70 ist das an dem Straßenfertiger 10 angeordnete Sensorsystem 40 (die Höhenregeleinrichtung) in der Lage, Daten mit einem entfernt stehenden Datenserver 90 und/oder einem mobilen Endgerät 80 drahtlos auszutauschen, d. h. Daten zu den genannten Geräten 80 und 90 drahtlos zu senden sowie Daten von diesen Geräten 80 und 90 drahtlos zu empfangen. Das mobile Endgerät 80 kann beispielsweise ein Laptop-Computer oder ein Tablet-PC oder ein Smartphone oder dergleichen sein, wobei das mobile Gerät 80 eine Kommunikationsvorrichtung 85 aufweist, um über entsprechende drahtlose Verbindungsarten wie WLAN, Bluetooth etc. kommunizieren zu können.

[0066] Beispielsweise können über eine Verbindung 71 oder 72 Daten, wie beispielsweise gemessene Abstandsmesswerte von den Abstandssensoren 41 bis 44 und/oder Daten angehend die Höhenlage der Bohle 15 und/oder eine Wegstreckeninformation von der Wegstreckenbestimmungsvorrichtung 50 an das mobile Gerät 80 oder über ein Netzwerk 100 an den Datenserver 90 zu Protokollierungs-Berechnungs- oder Auswertungszwecken gesendet werden. Dadurch hat ein Maschinenbediener oder Baustellenleiter stets einen Überblick über den Einbauvorgang und kann im Falle von auftretenden Problemen wie beispielsweise dem Ausfall eines Abstandssensors sofort reagieren. Weiterhin können über eine Verbindung 71, 81 und 91 Daten von dem mobilen Gerät auch an das Sensorsystem 40 (die Höhenregeleinrichtung) am Straßenfertiger 10 oder zum Datenserver 90 gesendet werden, um beispielsweise Berechnungsparameter des Berechnungsalgorithmus der Regeleinrichtung einzustellen oder um Daten das Sensorsystem 40 betreffend auf dem Datenserver 90 abzulegen. Denkbar ist es in diesem Zusammenhang auch, dass Berechnungen der Regeleinrichtung während des

Asphalteinbaus nicht (nur) in der Prozessrechnereinheit 45A der Auswertungs- einrichtung 45 durchgeführt werden, sondern (auch) auf dem Datenserver 90, wobei hierfür eine kontinuierlich vorhandene Daten- bzw. Kommunikationsverbindung zwischen der Prozessrechnereinheit 45A auf dem Straßenfertiger 10 und dem Datenserver 90 Voraussetzung ist. Auch zu Fernwartungszwecken sind die Kommunikationsvorrichtung 70, die Kommunikationsverbindungen 71, 72, 81 und 91 sowie die mobilen Geräte 80 geeignet, um beispielsweise aus der Ferne einen Status des Sensorsystems 40 abzurufen und/oder einen auftretenden Fehler des Sensorsystems 40 zu detektieren und beheben zu können.

[0067] Bei den Hardware-Konfigurationen aus Fig. 3 und 4 sind sowohl die Abstandssensoren 41-44 sowie eine entsprechende Auswertungs- einrichtung 45 sowieso vorgesehen. Darüber hinaus ist auf jeder Maschine im Regelfall eine Wegstreckenbestimmungsvorrichtung 50, wie z. B. ein GPS-Sensor oder ein einfaches Geschwindigkeitssignal vorgesehen. Denkbar ist es jedoch auch, dass die Wegstreckeninformation auch von einem mobilen Gerät 80 (bspw. ein Tablet-PC, Laptop, Smartphone oder dergleichen) ermittelt werden kann, welches sich im Bereich der Baumaschine 10 befindet, wobei das mobile Gerät 80 die Wegstreckeninformation vorzugsweise drahtlos über eine Kommunikationsschnittstelle 70, 85, 71 (WLAN, Bluetooth oder ähnlich) an das Sensorsystem 40 bzw. das Messsystem 1 überträgt. Ausgehend von dieser Hardware-Konfiguration kann nun die Bezug nehmend auf Fig. 1, 2 und 2b erläuterte Erfindung hier implementiert werden. Da die Implementierung von Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung insbesondere die Verknüpfung von Wegstreckeninformationen mit Abstandswerten betrifft, kann das oben beschriebene Konzept durch Software, die auf der Auswertungs- einrichtung 45 abläuft, implementiert werden. Hierbei werden in der Basisvariante je Abstandssensor 41, 42, 43 und 44 eine Messreihe mit Abstandswerten zugeordnet zu entsprechenden Kriterien (bspw. zu unterschiedlichen Zeitpunkten oder über den gemessenen Weg zu entsprechenden Wegabschnitten oder Wegtriggerpunkten) ermittelt und ausgegeben. Hierfür wird auch noch eine entsprechende Wegstreckeninformation mittels des Wegstreckensensors 50 bestimmt, so dass jeder Messwert einer Wegstreckeninformation (bspw. zeitlich oder wegbezogen) zugeordnet werden kann. In Anbetracht von Fig. 3 oder 4 ist der Wegstreckenbestimmer 50 als eine Art von Positionssensor, wie zum Beispiel als GPS-Sensor dargestellt. Dieser GPS-Sensor misst die Position an seinem Ort, nicht aber an den Orten für die Sensoren. Insofern wird entsprechend Ausführungsbeispielen ein Abstandswert einer Position zugeordnet, die der Position des Wegstreckenbestimmers plus dem (lateralen Versatz) zwischen Wegstreckenbestimmer 50 und dem jeweiligen Detektor 41 bzw. 42 bzw. 43 bzw. 44 entspricht.

[0068] Über diese Zuordnung der jeweiligen Position, Wegstrecke und/oder Zeit kann dann die Information, die beispielsweise mittels des Sensors 41 generiert wird, auf

die nachfolgenden Sensoren 42, 43 oder 44 übertragen werden. Wie oben erläutert, wird beispielsweise ausgehend von den mittels des Sensors 41 ermittelten Abstandswerten erkannt, ob es sich um eine temporäre Unebenheit oder um eine zu berücksichtigende Unebenheit (über einen längeren Abschnitt bestehende Vertiefung oder Erhöhung) handelt. Diese Abstandswerte bzw. dann auch die Positionen werden markiert und bei den Sensoren 42 und 43, mittels welchen beispielsweise die Höhenregelung erfolgt, dadurch nicht berücksichtigt, indem die markierten Sensorwerte durch vorherige Sensorwerte ersetzt werden.

[0069] Ausgehend von diesem Ansatz ist es vorteilhaft, dass der erste Sensor 41, der also insbesondere dazu dient, zu bestimmen, ob es sich um eine temporäre oder eine zu berücksichtigende Unebenheit handelt, möglichst weit vor dem Chassis 12 der Baumaschine 10 angeordnet ist, da so eine Unebenheit noch keinen Einfluss auf die Baumaschine nehmen kann und trotzdem bereits diese auszuwerten ist.

[0070] Die beschriebenen Beispiele wurden teilweise am Beispiel eines Straßenfertigers erläutert. Es versteht sich jedoch, dass die beschriebenen Beispiele auch auf andere Baumaschinen, wie beispielsweise eine Straßenfräse übertragbar sind. Dabei kann es sich bei der Baumaschine auch um einen sogenannten Kilver, d. h. um ein von einem Traktor gezogenes Planierschild, um eine Planierdraupe (Dozer), um einen Grader oder um jede andere Form von Baumaschine, die ein Werkzeug zur Bearbeitung eines Untergrunds aufweist, handeln, mit einem entsprechenden erfindungsgemäßen Messsystem. Die bauliche Länge des Messsystems kann dabei variieren bzw. an die Baumaschine entsprechend angepasst sein. D. h., dass das Messsystem im Gegensatz zu den eingangs erwähnten und zum Stand der Technik bekannten Ultraschall-Regeleinrichtungen, bei denen das Messsystem eine variable Länge im Bereich von 9 bis 13 Metern hat, auch durchaus kürzer (bspw. im Bereich von nur etwa 3 bis 4 Metern Länge) oder aber auch länger ausgestaltet sein kann.

[0071] Obwohl manche Aspekte im Zusammenhang mit einer Vorrichtung beschrieben wurden, versteht es sich, dass diese Aspekte auch eine Beschreibung des entsprechenden Verfahrens darstellen, sodass ein Block oder ein Bauelement einer Vorrichtung auch als ein entsprechender Verfahrensschritt oder als ein Merkmal eines Verfahrensschrittes zu verstehen ist. Analog dazu stellen Aspekte, die im Zusammenhang mit einem oder als ein Verfahrensschritt beschrieben wurden, auch eine Beschreibung eines entsprechenden Blocks oder Details oder Merkmals einer entsprechenden Vorrichtung dar. Einige oder alle der Verfahrensschritte können durch einen Hardware-Apparat (oder unter Verwendung eines Hardware-Apparats), wie zum Beispiel einen Mikroprozessor, einen programmierbaren Computer oder eine elektronische Schaltung ausgeführt werden. Bei einigen Ausführungsbeispielen können einige oder mehrere der wichtigsten Verfahrensschritte durch einen solchen Ap-

parat ausgeführt werden.

[0072] Je nach bestimmten Implementierungsanforderungen können Ausführungsbeispiele der Erfindung in Hardware oder in Software implementiert sein. Die Implementierung kann unter Verwendung eines digitalen Speichermediums, beispielsweise einer Floppy-Disk, einer DVD, einer Blu-ray Disc, einer CD, eines ROM, eines PROM, eines EPROM, eines EEPROM oder eines FLASH-Speichers, einer Festplatte oder eines anderen magnetischen oder optischen Speichers durchgeführt werden, auf dem elektronisch lesbare Steuersignale gespeichert sind, die mit einem programmierbaren Computersystem derart zusammenwirken können oder zusammenwirken, dass das jeweilige Verfahren durchgeführt wird. Deshalb kann das digitale Speichermedium computerlesbar sein.

[0073] Manche Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung umfassen also einen Datenträger, der elektronisch lesbare Steuersignale aufweist, die in der Lage sind, mit einem programmierbaren Computersystem derart zusammenzuwirken, dass eines der hierin beschriebenen Verfahren durchgeführt wird.

[0074] Allgemein können Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung als Computerprogrammprodukt mit einem Programmcode implementiert sein, wobei der Programmcode dahingehend wirksam ist, eines der Verfahren durchzuführen, wenn das Computerprogrammprodukt auf einem Computer abläuft.

[0075] Der Programmcode kann beispielsweise auch auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert sein.

[0076] Andere Ausführungsbeispiele umfassen das Computerprogramm zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren, wobei das Computerprogramm auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert ist.

[0077] Mit anderen Worten ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens somit ein Computerprogramm, das einen Programmcode zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren aufweist, wenn das Computerprogramm auf einem Computer abläuft.

[0078] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verfahren ist somit ein Datenträger (oder ein digitales Speichermedium oder ein computerlesbares Medium), auf dem das Computerprogramm zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren aufgezeichnet ist. Der Datenträger, das digitale Speichermedium oder das computerlesbare Medium sind typischerweise gegenständlich und/oder nicht-vergänglich bzw. nicht-vorübergehend.

[0079] Ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist somit ein Datenstrom oder eine Sequenz von Signalen, der bzw. die das Computerprogramm zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren darstellt bzw. darstellen. Der Datenstrom oder die Sequenz von Signalen kann bzw. können beispielsweise dahingehend konfiguriert sein, über eine Datenkommunikationsverbindung, beispielsweise

über das Internet, transferiert zu werden.

[0080] Ein weiteres Ausführungsbeispiel umfasst eine Verarbeitungseinrichtung, beispielsweise einen Computer oder ein programmierbares Logikbauelement, die dahingehend konfiguriert oder angepasst ist, eines der hierin beschriebenen Verfahren durchzuführen.

[0081] Ein weiteres Ausführungsbeispiel umfasst einen Computer, auf dem das Computerprogramm zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren installiert ist.

[0082] Ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung umfasst eine Vorrichtung oder ein System, die bzw. das ausgelegt ist, um ein Computerprogramm zur Durchführung zumindest eines der hierin beschriebenen Verfahren zu einem Empfänger zu übertragen. Die Übertragung kann beispielsweise elektronisch oder optisch erfolgen. Der Empfänger kann beispielsweise ein Computer, ein Mobilgerät, ein Speichergerät oder eine ähnliche Vorrichtung sein. Die Vorrichtung oder das System kann beispielsweise einen Datei-Server zur Übertragung des Computerprogramms zu dem Empfänger umfassen.

[0083] Bei manchen Ausführungsbeispielen kann ein programmierbares Logikbauelement (beispielsweise ein feldprogrammierbares Gatterarray, ein FPGA) dazu verwendet werden, manche oder alle Funktionalitäten der hierin beschriebenen Verfahren durchzuführen. Bei manchen Ausführungsbeispielen kann ein feldprogrammierbares Gatterarray mit einem Mikroprozessor zusammenwirken, um eines der hierin beschriebenen Verfahren durchzuführen. Allgemein werden die Verfahren bei einigen Ausführungsbeispielen seitens einer beliebigen Hardwarevorrichtung durchgeführt. Diese kann eine universell einsetzbare Hardware wie ein Computerprozessor (CPU) sein oder für das Verfahren spezifische Hardware, wie beispielsweise ein ASIC.

[0084] Die hierin beschriebenen Vorrichtungen können beispielsweise unter Verwendung eines Hardware-Apparats, oder unter Verwendung eines Computers, oder unter Verwendung einer Kombination eines Hardware-Apparats und eines Computers implementiert werden.

[0085] Die hierin beschriebenen Vorrichtungen, oder jedwede Komponenten der hierin beschriebenen Vorrichtungen können zumindest teilweise in Hardware und/oder in Software (Computerprogramm) implementiert sein.

[0086] Die hierin beschriebenen Verfahren können beispielsweise unter Verwendung eines Hardware-Apparats, oder unter Verwendung eines Computers, oder unter Verwendung einer Kombination eines Hardware-Apparats und eines Computers implementiert werden.

[0087] Die hierin beschriebenen Verfahren, oder jedwede Komponenten der hierin beschriebenen Verfahren können zumindest teilweise durch Hardware und/oder durch Software ausgeführt werden.

[0088] Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele stellen lediglich eine Veranschaulichung der Prinzipien der vorliegenden Erfindung dar. Es versteht sich, dass

Modifikationen und Variationen der hierin beschriebenen Anordnungen und Einzelheiten anderen Fachleuten einleuchten werden. Deshalb ist beabsichtigt, dass die Erfindung lediglich durch den Schutzbereich der nachstehenden Patentansprüche und nicht durch die spezifischen Einzelheiten, die anhand der Beschreibung und der Erläuterung der Ausführungsbeispiele hierin präsentiert wurden, beschränkt sei.

[0089] Als Computer sind sowohl stationäre als auch mobile bzw. tragbare Geräte, wie bspw. Tablet-PC, Notebook, Smartphone usw., zu verstehen. Zu Computerprogramm zählen somit auch Programme und sogenannte Apps auf diesen mobilen bzw. tragbaren Geräten.

Patentansprüche

1. Ein Messsystem (1) für eine Baumaschine (10), mit folgenden Merkmalen:

zumindest einem ersten Abstandssensor (41), der ausgebildet ist, um einen Abstand (s1, s2, s3, s4) zu einem Untergrund (21) der Baumaschine (10) zu ermitteln und in Abhängigkeit von dem ermittelten Abstand (s1, s2, s3, s4) einen Abstandswert oder eine Messreihe mit Abstandswerten in Abhängigkeit mindestens eines Abstandssensorkriteriums auszugeben; einer Auswerteeinrichtung (45) mit zumindest einer Schnittstelle, wobei die Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, über die zumindest eine Schnittstelle den Abstandswert oder die Messreihe der Abstandswerte zugehörig zu dem mindestens einen Abstandssensorkriterium sowie eine Wegstreckeninformation zugehörig zu mindestens einem Wegstreckenkriterium zu empfangen, wobei die Auswerteeinrichtung ausgebildet ist, um den erhaltenen Abstandswert oder die erhaltene Messreihe der Abstandswerte mit der Wegstreckeninformation korrelierend zu kombinieren.

2. Messsystem (1) gemäß Anspruch 1, wobei die Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, das mindestens eine Abstandssensorkriterium und/oder das mindestens eine Wegstreckenkriterium festzulegen, und/oder wobei Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, den erhaltenen Abstandswert oder die erhaltene Messreihe der Abstandswerte mit der Wegstreckeninformation anhand von zumindest einem übereinstimmenden oder korrelierenden Abstandssensorkriterium und Wegstreckenkriterium zu kombinieren.
3. Messsystem (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, über die zumindest eine Schnittstelle den

- Abstandswert oder die Messreihe von Abstandswerten sowie die Wegstreckeninformation anzufordern und zu empfangen, um mindestens einen wegabhängigen und/oder zeitabhängigen Abstandswert oder eine wegabhängige und/oder zeitabhängige Messreihe von Abstandswerten zu erzeugen; und/oder
- wobei die Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, über die zumindest eine Schnittstelle die Wegstreckeninformation anzufordern und die empfangene Information an den zumindest ersten Abstandssensor (41) zu übergeben, wobei der zumindest erste Abstandssensor (41) ausgebildet ist, um einen wegabhängigen Abstandswert oder eine wegabhängige Messreihe von Abstandswerten zu erzeugen und auszugeben.
4. Messsystem (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Auswerteeinrichtung (45) zum Anfordern und Empfangen des Abstandswertes oder der Messreihe der Abstandswerte eine erste Schnittstelle, und zum Anfordern und Empfangen der Wegstreckeninformation eine zweite Schnittstelle aufweist; oder wobei die Auswerteeinrichtung (45) zum Anfordern und Empfangen des Abstandswertes oder der Messreihe der Abstandswerte sowie der Wegstreckeninformation eine gemeinsame Schnittstelle aufweist.
 5. Messsystem (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Auswerteeinrichtung (45) beim Kombinieren ein Abbild des Untergrunds (21) über eine Wegstrecke, die von der Baumaschine (10) zurückgelegt wird, erzeugt.
 6. Messsystem (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, um die Abstandswerte über eine vorbestimmte Wegstrecke zu filtern, zu mitteln, gleitend zu mitteln und/oder einen Median zu berechnen.
 7. Messsystem (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, um die Abstandswerte zugehörig zu einer vorbestimmten Wegstrecke hinsichtlich temporärer Ausreißer (21b, 21c) und/oder hinsichtlich einer Abstandswertstreuung auszuwerten.
 8. Messsystem (1) gemäß Anspruch 7, wobei die Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, um Abstandswerte, die auf eine temporäre Unebenheit (21b, 21c) oder auf eine entlang einer begrenzten Wegstrecke der vorbestimmten Wegstrecke vorliegende Unebenheit hindeuten, zu markieren und/oder Abstandswerte, die auf einen temporären Ausreißer (21b, 21c) oder auf entlang einer begrenzten Wegstrecke der vorbestimmten Wegstrecke vorliegende Ausreißer hindeuten zu markieren; und/oder
- wobei die Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, um Abstandswerte, die auf eine temporäre Unebenheit (21b, 21c) oder auf eine entlang einer begrenzten Wegstrecke der vorbestimmten Wegstrecke vorliegende Unebenheit hindeuten, zu markieren und/oder Abstandswerte, die auf einen temporären Ausreißer (21b, 21c) oder auf entlang einer begrenzten Wegstrecke der vorbestimmten Wegstrecke vorliegende Ausreißer hindeuten, zu markieren und wobei die Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, um markierte Abstandswerte für eine nachfolgende Regelung vermindert oder nicht zu berücksichtigen oder um markierte Abstandswerte durch andere Abstandswerte oder vorherige Abstandswerte zu ersetzen.
9. Messsystem (1) gemäß Anspruch 8, wobei die Auswerteeinrichtung (45) die Abstandswerte markiert, die sich maximal innerhalb der vordefinierten, begrenzten Wegstrecke von den übrigen unterscheiden; und/oder
 - wobei die Auswerteeinrichtung (45) die Abstandswerte markiert, die sich über ein vordefiniertes Maß hinaus von den übrigen Abstandswerten unterscheiden; und/oder
 - wobei die Auswerteeinrichtung (45) die Abstandswerte markiert, deren Deltawert einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet.
 10. Messsystem (1) gemäß einem der Ansprüche 8 bis 9, wobei die Abstandswerte zusammen mit ihrer Position (P1, P2, P3, P4) und/oder Wegstreckeninformation markiert werden.
 11. Messsystem (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Messsystem (1) zumindest einen zweiten Abstandssensor (42), bevorzugt einen zweiten, dritten und vierten Abstandssensor (42, 43, 44) umfasst, die entlang einer Richtung der Wegstrecke angeordnet sind,
 - wobei jeder Abstandssensor (41, 42, 43, 44) ausgebildet ist, um einen Abstand (s1, s2, s3, s4) zu einem Untergrund (21) der Baumaschine (10) zu ermitteln und in Abhängigkeit von dem ermittelten Abstand (s1, s2, s3, s4) einen eigenen Abstandswert oder eine eigene Messreihe mit Abstandswerten zugehörig zu mindestens einem Abstandssensorkriterium auszugeben;
 - wobei die Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, um den erhaltenen Abstandswert oder die erhaltene Messreihe mit Abstandswerten des zweiten Abstandssensor (42) mit der Wegstreckeninformation korrelierend zu kombinieren.
 12. Messsystem (1) gemäß Anspruch 11, wobei die Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, um die Abstandswerte von zumindest zwei Abstandssensoren (41, 42, 43, 44) zu mitteln und/oder um die Abstands-

werte zugeordnet zu einer Position (P1, P2, P3, P4) und/oder Wegstreckeninformation über die Wegstrecke zu mitteln.

13. Messsystem (1) gemäß einem der Ansprüche 11 oder 12, wobei die Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, um Abstandswerte des ersten Abstandssensors (41), die auf eine temporäre Unebenheit (21b, 21c) oder auf eine entlang einer begrenzten Wegstrecke der vorbestimmten Wegstrecke vorliegende Unebenheit hindeuten, zu markieren und/oder Abstandswerte, die auf einen temporären Ausreißer (21b, 21c) oder auf entlang einer begrenzten Wegstrecke der vorbestimmten Wegstrecke vorliegende Ausreißer hindeuten zu markieren; und wobei die Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, um Abstandswerte eines in Fahrtrichtung nachfolgenden, in Fahrtrichtung zweiten, mittleren oder von mittleren Abstandssensoren (42, 43, 44) für Positionen (P1, P2, P3, P4) auszublenden, die ausgehend von den Abstandswerten des ersten Abstandssensors (41) markiert sind. 5 10
14. Messsystem (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, um die Abstandswerte je Abstandssensor (41, 42, 43, 44) ausgehend von den bekannten Relativpositionen der des jeweiligen Abstandssensors (41, 42, 43, 44) gegenüber einem Wegstreckenbestimmer (50), der die Wegstreckeninformation liefert, oder gegenüber einer entsprechenden Referenzposition für die Wegstreckeninformation der exakten Position (P1, P2, P3, P4) entlang der Wegstrecke zuzuordnen. 25 30
15. Messsystem (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei der erste Abstandssensor (41) in Fahrtrichtung vor der Baumaschine (10) angeordnet ist. 35 40
16. Messsystem (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Wegstreckeninformation eine Positionsinformation und/oder eine Information bezüglich einer durch die Baumaschine (10) zurückgelegten Wegstrecke darstellt; und/oder wobei die Wegstreckeninformation von einem Wegstreckenbestimmer (50), einem Positionssensor, einem GPS-Sensor, einem GNSS-Sensor, einem Geschwindigkeitssensor, einem Odometer, einem Fahrwerksensor der Baumaschine (10) oder von der Baumaschine (10) selber ermittelt wird; und/oder wobei die Wegstreckeninformation, eine Positionsinformation und/oder eine Information bezüglich einer durch die Baumaschine (10) zurückgelegten Wegstrecke, von einem mobilen Gerät (80), welches sich im Bereich der Baumaschine (10) befindet, ermittelt wird und vorzugsweise drahtlos über eine Kommunikationsschnittstelle (70, 85) an das Mess- 45 50 55

system (1) übertragen wird.

17. Messsystem (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei das Messsystem (1) einen Wegstreckenbestimmer (50) umfasst, der ausgebildet ist, die Wegstreckeninformation auszugeben.
18. Messsystem (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Auswerteeinrichtung (45) ausgebildet ist, um anhand der Abstandswerte und anhand der Wegstreckeninformation eine Steigung oder eine Steigungsänderung zu erkennen.
19. Messsystem (1) gemäß Anspruch 18, wobei die Auswerteeinrichtung (45) zur Erkennung einer Steigung oder einer Steigungsänderung eine Regressionsgerade bildet.
20. Messsystem (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Messsystem (1) eine Höhenregelungsvorrichtung umfasst, die ausgebildet ist, um ein Werkzeug der Baumaschine (10), eine Bohle (15) der Baumaschine (10) und/oder ein Fräs Werkzeug der Baumaschine (10) in Bezug auf ihre Höhenposition zu steuern.
21. Baumaschine (10), insbesondere Straßenfertiger, Straßenfräse, Kilver, Planierdraupe oder Grader, umfassend ein Messsystem (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche.
22. Verfahren zur Abstandsbestimmung bei einer Baumaschine (10), mit folgenden Schritten:

Ermitteln unter Verwendung von zumindest einem ersten Abstandssensor (41) eines Abstands (s1, s2, s3, s4) zu einem Untergrund (21) der Baumaschine (10), um in Abhängigkeit von dem ermittelten Abstand (s1, s2, s3, s4) einen Abstandswert oder eine Messreihe mit Abstandswerten in Abhängigkeit zu mindestens einem Abstandssensorkriterium auszugeben;
Empfangen des Abstandswertes oder der Messreihe der Abstandswerte zugehörig zu dem mindestens einem Abstandssensorkriterium und Empfangen einer Wegstreckeninformation zugehörig zu mindestens einem Wegstreckenkriterium; und
Korrelierend kombinieren des erhaltenen Abstandswertes oder der erhaltenen Messreihe der Abstandswerte mit der Wegstreckeninformation.
23. Computerprogramm mit einem Programmcode zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 22, wenn das Verfahren auf einem Computer abläuft.

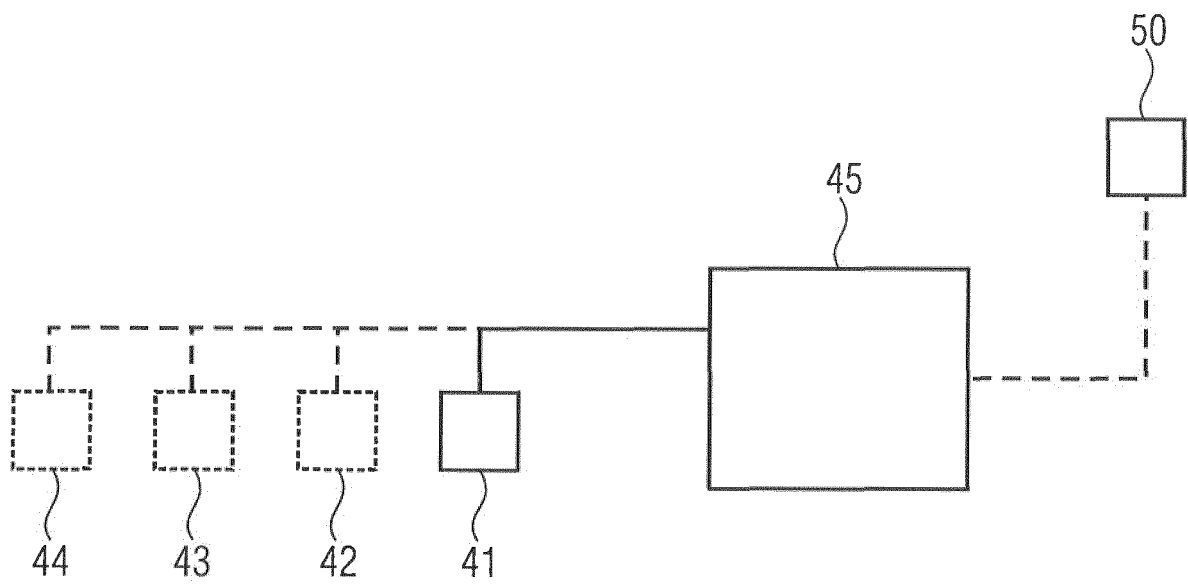


Fig. 1

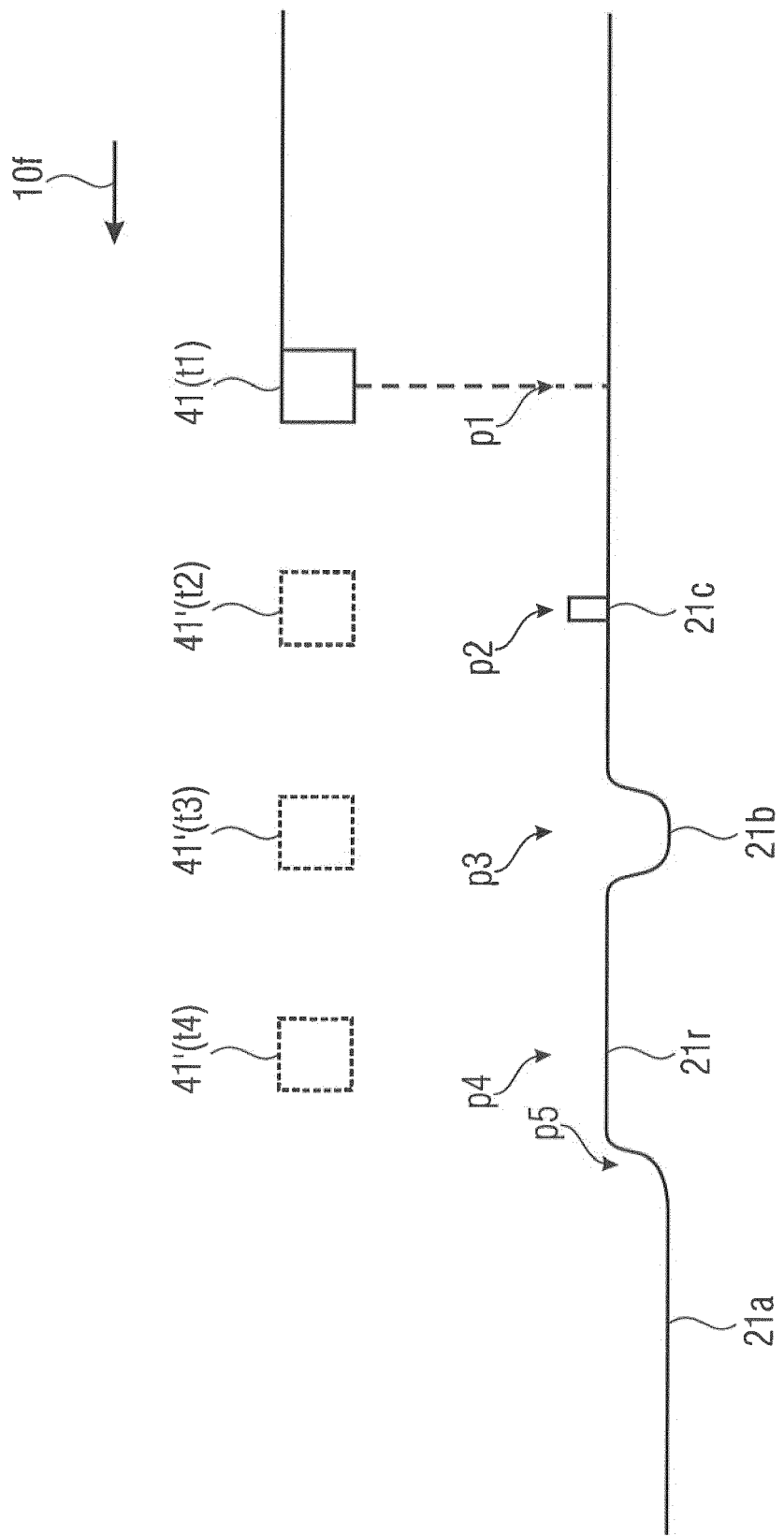


Fig. 2a

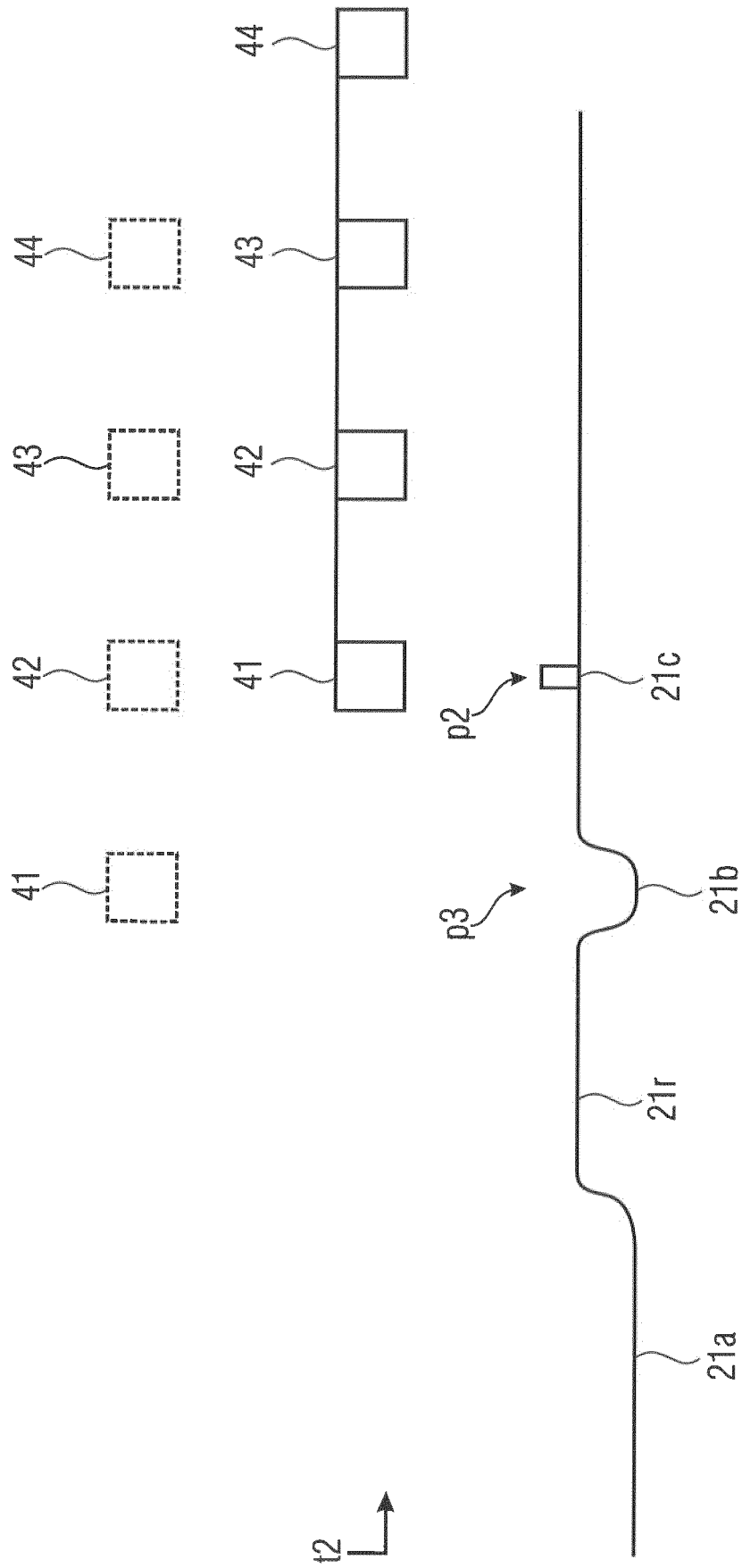


Fig. 2b

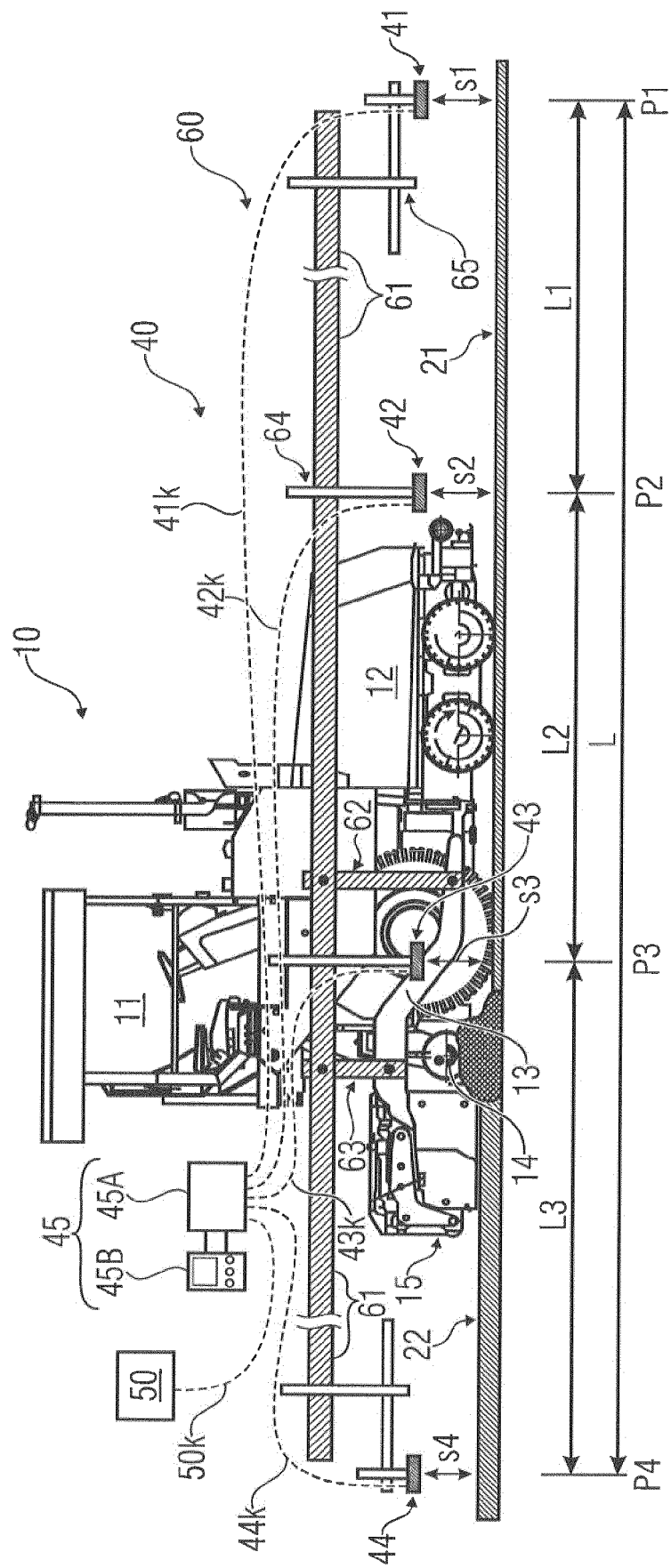


Fig. 3

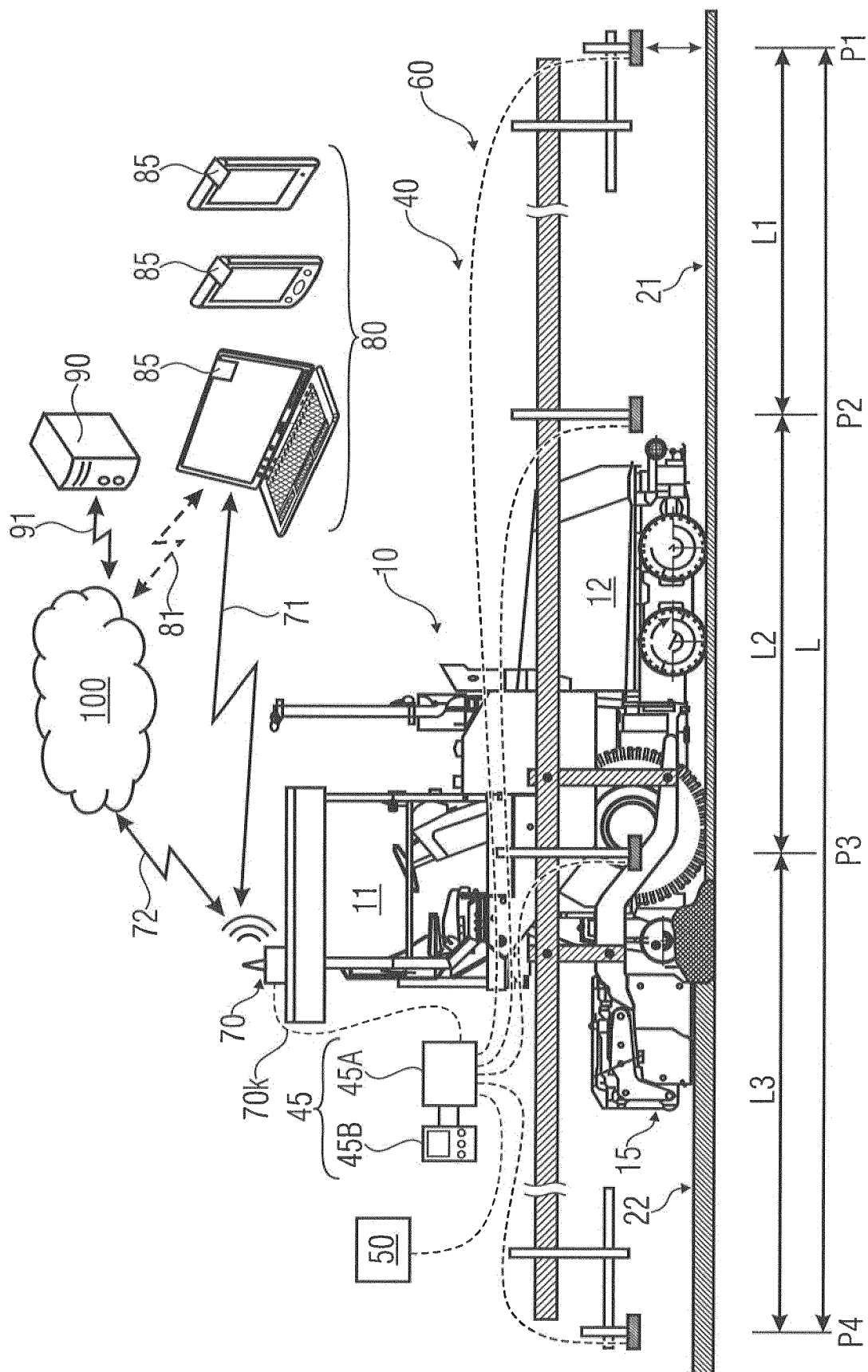


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 16 4127

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 3 406 799 A1 (WIRTGEN GMBH [DE]) 28. November 2018 (2018-11-28) * das ganze Dokument *	1-20, 22, 23	INV. E01C19/00
X	US 5 549 412 A (MALONE KERRY [US]) 27. August 1996 (1996-08-27) * das ganze Dokument *	1-5, 14-16, 20-23	
X	DE 92 04 614 U1 (MOBA-ELECTRONIC GMBH [DE]) 2. Juli 1992 (1992-07-02) * das ganze Dokument *	1-5, 14-17, 21-23	
A	US 2006/045620 A1 (OLSON DALE M [US] ET AL) 2. März 2006 (2006-03-02) * Absatz [0025]; Abbildungen 1-4 *	1-23	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E01C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. September 2019	Prüfer Flores Hokkanen, P
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 16 4127

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23-09-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3406799 A1	28-11-2018	CN 108930218 A	04-12-2018
		CN 208701480 U	05-04-2019
		DE 102017005015 A1	29-11-2018
		EP 3406799 A1	28-11-2018
		US 2018340302 A1	29-11-2018

US 5549412 A	27-08-1996	DE 69616421 D1	06-12-2001
		DE 69616421 T2	30-01-2003
		EP 0744494 A1	27-11-1996
		US 5549412 A	27-08-1996

DE 9204614 U1	02-07-1992	KEINE	

US 2006045620 A1	02-03-2006	CN 1743552 A	08-03-2006
		DE 102005040326 A1	13-04-2006
		US 2006045620 A1	02-03-2006

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0542297 A1 **[0004]**
- EP 0547378 A1 **[0005]**
- EP 3112812 A1 **[0043]**
- EP 3270109 A1 **[0043]**
- EP 0388819 A1 **[0043]**