



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 672 122 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**21.06.2006 Patentblatt 2006/25**

(51) Int Cl.:  
**E01C 19/48 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **04029963.8**

(22) Anmeldetag: **17.12.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR LV MK YU**

• **Stegmaier, Peter A. Dr.**  
**8707 Uetikon a/S (CH)**  
• **Kuch, Volker**  
**63303 Dreieich (DE)**

(71) Anmelder: **Leica Geosystems AG**  
**9435 Heerbrugg (CH)**

(74) Vertreter: **Harmann, Bernd-Günther**  
**Büchel, Kaminski & Partner**  
**Patentanwälte Est.**  
**Austrasse 79**  
**9490 Vaduz (LI)**

(72) Erfinder:  
• **Buehlmann, Andreas**  
**3653 Oberhofen am Thunersee (CH)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Kontrollieren einer Strassenbearbeitungsmaschine**

(57) Verfahren und Vorrichtung zum Kontrollieren des Fahrweges einer auf einer Basisoberfläche (1) fahrenden Strassenbearbeitungsmaschine (2) und der Arbeitshöhe eines daran höhenverstellbar angeordneten Arbeitsteiles (4) bei welchem Verfahren die räumliche Lage eines Positionselementes (11) erfasst, eine Fahr-richtung ermittelt, und die Arbeitshöhe des Arbeitsteiles

(4) bestimmt wird, wobei das Positionselement (11) an einer Position angeordnet ist, die horizontal vom Arbeitsteil (4) entfernt ist, und die Positionshöhe der räumlichen Lage des Positionselementes (11) unter Verwendung mindestens eines Wertes mindestens einer Referenzbestimmung in die Arbeitshöhe beim Arbeitsteil (4) umgerechnet wird.

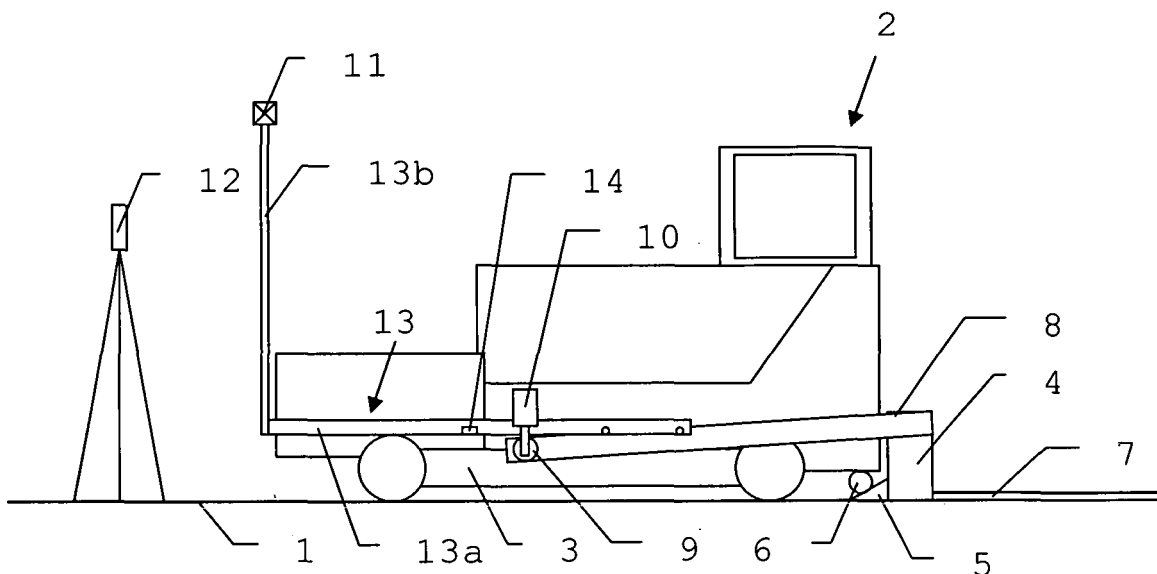


Fig. 1

EP 1 672 122 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 und eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruches 9.

**[0002]** Beim Erstellen und Reparieren von Strassen und Plätzen werden für verschiedene Arbeitsschritte Maschinen eingesetzt, die entlang eines vorgegebenen Fahrweges fahren und dabei einen gewünschten Bearbeitungsschritt durchführen. Beispielsweise werden zum Auftragen von Asphalt-Belägen Strassenfertiger mit einem Fahrzeug und einem höhenverstellbar daran befestigten Glättbalken bzw. einer Bohle verwendet. Das Asphaltmaterial wird vom Fahrzeug entlang des vorderen Randes des Glättbalkens verteilt. Wenn die Maschine auf dem vorbereiteten Strassenbett vorrückt, streicht der Glättbalken über das Asphaltmaterial und glättet sowie verdichtet dieses, um einen kontinuierlichen Asphaltbelag mit einem gewünschten Oberflächenverlauf bereitzustellen.

**[0003]** Aus dem Stande der Technik sind verschiedene Lösungen bekannt mit denen der Glättbalken vertikal so positioniert werden kann, dass ein gewünschter Oberflächenverlauf möglichst genau erzielt wird. Zur vertikalen Positionierung wird beispielsweise eine Referenz verwendet. Wenn als Referenzlinie etwa ein Seil oder ein Draht entlang der zu asphaltierenden Strasse gespannt werden muss, so ist dies mit einem grossen Aufwand verbunden. Wenn die Basisoberfläche, auf welche der Asphalt aufgetragen wird, als Referenz verwendet wird, so muss diese mit grossem Aufwand sehr genau ausgebildet werden. Gemäss einer weiteren Lösung wird ein Laserstrahl als Referenz verwendet, wobei dann mit einem am Glättbalken befestigten Sensor die Höhe des Glättbalkens relativ zum Laser erfasst und der Glättbalken auf einer gewünschten Höhe gehalten wird.

**[0004]** Die DE 100 60 903 beschreibt einen Stand der Technik bei dem die Lage einer Referenzfläche mit einem Tastski oder mit drei in Bewegungsrichtung voneinander beabstandeten Lasermessköpfen erfasst wird. Um eine aufwändige Konstruktion zum Halten der Lasersensoren zu vermeiden, wird vorgeschlagen an einer Stelle über dem Glättbalken drei verschieden ausgerichtete Laser-Distanzmesser anzuordnen, welche die Distanz zu drei in Bewegungsrichtung hintereinander liegenden Messpunkten erfassen. Die Distanzwerte werden je in eine Höhe und einen horizontalen Abstand umgerechnet. Abhängig von den erfassten Höhen und von der Sollhöhe wird ein Höhensteuersignal für den Glättbalken oder ein anderes Bearbeitungswerkzeug erzeugt.

**[0005]** Die Genauigkeit der Höhenbestimmung mit den schräg ausgerichteten Laser-Distanzmessern wird durch die Montagegenauigkeit und durch die Tatsache, dass mindestens ein Messpunkt auf dem bereits aufgetragten Belag liegt, reduziert. Bei Strassenbaumaschinen ist eine exakt gleich bleibende Sensorausrichtung aufgrund von Vibrationen sowie grossen Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen kaum erzielbar. Bei

schräg nach vorne gerichteten Distanzmessern führt eine kleine unerkannte Winkeländerung bereits zu einem erheblichen Fehler in der aus der Messung unter Annahme der falschen Ausrichtung berechneten Höhe.

**[0006]** Aus der US 5,549,412 ist ein Verfahren bekannt, bei dem eine Strassenbearbeitungsmaschine mit einem höhenverstellbaren Arbeitsteil zusammen mit mindestens einem Sender eingesetzt wird. Dabei empfängt ein Sensor auf der Maschine mindestens ein Signal des mindestens einen Senders und aus dem empfangenen Signal wird eine Höhen-Positionsinformation abgeleitet, die zur vertikalen Positionierung des höhenverstellbaren Arbeitsteiles verwendet wird. Als System aus Sender und Sensor wird etwa ein GPS-System verwendet. Um eine gewünschte Belagsoberfläche über einer Referenzfläche zu erzielen, wird die Referenzfläche ohne Bearbeitung lediglich zum Erfassen der Referenzflächenlage überfahren, was mit einem doppelten Fahraufwand verbunden ist.

**[0007]** Aus der EP 1 079 029 A2 ist eine Lösung bekannt bei der zum dreidimensionalen Steuern bzw. Nivellieren einer Baumaschine ein GPS-System und ein neigungsverstellbares Rotationslasersystem verwendet werden. Das GPS-System auf der Baumaschine ermittelt zwei Ortskoordinaten der Baumaschine, welche an das ortsfeste Rotationslasersystem übermittelt werden. Den aktuellen Ortskoordinaten wird eine Sollhöhe zugeordnet und der Rotationslaser wird so ausgerichtet, dass er bei einem linearen Laserempfänger der Baumaschine die Sollhöhe markiert. Der Laserempfänger ermittelt die aktuelle Abweichung des Arbeitswerkzeuges von der Sollhöhe. Entsprechend dieser Abweichung wird die Höhenlage des Arbeitswerkzeuges verstellt. Diese Lösung ist sehr aufwendig, weil sie ein GPS-System, ein komplexes Rotationslasersystem, eine Funkverbindung zwischen diesen Systemen, einen linearen Laserempfänger und mindestens eine Steuerung umfasst. Zudem ergeben sich Probleme in Bereichen, beispielsweise unter Brücken, wo die vom GPS-System benötigten Satellitensignale nicht empfangen werden können.

**[0008]** Weitere Möglichkeiten zur Höhenbestimmung des Arbeitsteils können aus der DE 196 47 150 entnommen werden, in der eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Steuern der Einbauhöhe eines Strassenfertigers beschrieben werden. Die Erfassung der Höhe der Bohlenkante erfolgt hier durch Potentiometersensoren, Ultraschallsensoren oder Laserempfänger.

**[0009]** Die DE 199 51 297 C1 bezieht sich auf eine automatische Längssteuerung eines Strassenfertigers während des Einbaus einer Strassenschicht. Es wird von Lösungen ausgegangen, bei denen ein am Strassenfertiger angeordnetes Prisma mit einer Laser-Totalstation verfolgt wird. Diese Station verfolgt das Prisma mittels einer in alle Richtungen ausrichtbaren Optik. Aus dem Raumwinkel der Optik, der Distanz zwischen Prisma und Optik und der Position der Totalstation wird die Position der Baumaschine bzw. der Bohle berechnet. Für die genaue Höhenregulierung der Bohle muss das Pris-

ma möglichst direkt über der Bohlenhinterkante angeordnet werden. Es ergeben sich dann aber Lenkungsungenauigkeiten, die den Belagsverlauf negativ beeinflussen. Um die Auswirkungen der Lenkungsungenauigkeiten zu kompensieren werden quer zur Fahrtrichtung verschiebbare Teile der Bohle vorgeschlagen, so dass auch bei einem ungenauen Fahrweg durch eine optimale seitliche Verschiebung dieser Teile ein präzises Auftragen des Belages gewährleistet ist.

**[0010]** Eine Strassenbearbeitungsmaschine mit seitlich verschiebbaren Bohlenteilen ist mechanisch aufwändig gebaut. Bei Baumaschinen ohne seitliche Verstellmöglichkeiten bleiben die von der Lenkungsungenauigkeit hervorgehenden Probleme bestehen.

**[0011]** Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine einfache Lösung zu finden, mit welcher ein höhenverstellbares Arbeitsteil einer Strassenbearbeitungsmaschine in vertikaler Richtung präzise positioniert und die Lenkfunktion der Strassenbearbeitungsmaschine verbessert werden kann.

**[0012]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruches 1 und 9 gelöst. Die abhängigen Ansprüche beschreiben alternative bzw. vorteilhafte Ausführungsvarianten.

**[0013]** Bei der Lösung der Aufgabe wurde erkannt, dass das Prisma horizontal vom Arbeitsteil entfernt angeordnet und damit die Lenkfunktion verbessert werden kann, ohne dass dabei die Höhenregulierung des Arbeitsteiles verschlechtert wird. Dazu muss aber die Höhenbestimmung beim Prisma unter Verwendung mindestens eines Wertes mindestens einer Referenzbestimmung in eine Höhe beim Arbeitsteil (Bohle) umgerechnet werden.

**[0014]** Es versteht sich von selbst, dass anstelle einer Laser-Totalstation und eines passiven Prismas auch ein aktives Positionselement, beispielsweise ein GPS-Gerät, verwendet werden kann. Ein aktives Positionselement soll mit der Hilfe von anderen Elementen, deren Positionen bekannt sind, seine Position ermitteln können. Bei den anderen Elementen kann es sich wiederum um aktive oder passive Elemente handeln. Wenn als Positionselement ein GPS-Gerät verwendet wird, so sollte dieses auch die Position in vertikaler Richtung möglichst genau bestimmen können. Gegebenenfalls wird einem Positionselement in der Form eines modifizierten GPS-Gerätes noch ein weiteres Signal von einem Vertikalpositioniersender, z.B. ausgeführt als rotierender Laser, zugeführt, so dass aus den Satellitensignalen und dem weiteren Signal die räumliche Lage des Positionselementes auch in vertikaler Richtung sehr genau bestimmt werden kann.

**[0015]** Hierfür verwendbare Verfahren und Vorrichtungen zur Positionierung bzw. Höhenmessung mit Laserempfang werden beispielsweise in der US 4,807,131 beschrieben.

**[0016]** Wenn das Positionselement über eine feste Verbindung mit dem Arbeitsteil verbunden ist, so kann für jede mögliche Ausrichtungslage dieser Verbindung

ein effektiver Höhenunterschied zwischen dem Positionselement und einem Punkt beim Arbeitsteil ermittelt werden. Für die Ermittlung des effektiven Höhenunterschiedes ist es am genauesten, wenn die Neigung der direkten Verbindungslinie zwischen dem Positionselement und dem Punkt beim Arbeitsteil, also ein Winkel zur Vertikalen oder zur Horizontalen, ermittelt wird.

**[0017]** Wenn die Verbindung aus mindestens einem im Wesentlichen vertikal und einem im Wesentlichen horizontal verlaufenden Teilstück besteht, so können auch die jeweiligen Neigungen beider Teilstücke erfasst werden. Wenn die feste Verbindung aber im Wesentlichen nur um eine einzige horizontale Achse gedreht wird, so genügt eine einzige Neigungsbestimmung.

**[0018]** Die horizontale Schwenkachse des zum Arbeitsteil führenden Gestänges wird von einer Höhenverstellvorrichtung in der Höhe verändert. Dies ermöglicht es dem Arbeitsteil, auf dem warmen Asphaltmaterial aufzuschwimmen. Um ausgehend von der erfassten Lage des Positionselementes die genaue Lage des Arbeitsteiles zu ermitteln, muss mit mindestens einem aus einer Referenzbestimmung abgeleiteten Wert ein Höhenunterschied zwischen Positionselement und Arbeitswerkzeug bestimmt werden.

**[0019]** Die Referenzbestimmung umfasst vorzugsweise eine Neigungsbestimmung, mit der die aktuelle Ausrichtung der festen Verbindung erfasst wird. Die Ausrichtung der festen Verbindung kann gegebenenfalls auch mittels zweier Abstandsmessungen zur Basisoberfläche bzw. zu einer Referenzhöhe ermittelt werden. Dazu werden die Abstände von zwei verschiedenen Punkten der festen Verbindung zu einer Referenzposition ermittelt.

**[0020]** Weil die Strassenbearbeitungsmaschine auf der Basisoberfläche vorwärts fährt, sind zwei Punkte, die in Fahrtrichtung versetzt angeordnet sind, zeitversetzt über dem gleichen Bereich der Basisoberfläche. Wenn nun der horizontale Abstand zwischen den beiden Punkten der festen Verbindung durch die Fahrgeschwindigkeit dividiert wird, so erhält man das Zeitintervall, welches zwischen einer Abstandsmessung beim ersten und einer Abstandsmessung beim zweiten Punkt verstreichen soll. Mit diesem Zeitintervall kann gewährleistet werden, dass die beiden Abstandsmessungen an der gleichen Referenzoberfläche gemacht werden. Alternativ dazu kann auch die Positionsbestimmung mit Hilfe von Totalstation und Prisma herangezogen werden.

**[0021]** Aus den beiden Distanzen zu einer Referenzoberfläche kann der Höhenunterschied zwischen Positionselement und Arbeitsteil ermittelt werden. Bei bekannter Höhe des Positionselementes kann mit dem ermittelten Höhenunterschied die Höhenlage des Arbeitsteiles bzw. einer Arbeitskante exakt bestimmt werden. Diese Höhenbestimmung für das Arbeitsteil kann auch durchgeführt werden, wenn keine feste Verbindung zwischen Positionselement und Arbeitsteil vorliegt. Das heisst, dass beispielsweise in Fahrtrichtung vorne an der Strassenbearbeitungsmaschine ein Positionselement und ein erster Distanzsensor zum Bestimmen eines Ab-

standes zur Basisoberfläche angeordnet sind. Am Arbeitsteil ist ein zweiter Distanzsensoren zum ersten Sensor in Fahrtrichtung nach hinten versetzt angeordnet. Diese Anordnung ist auch ohne feste Verbindung zwischen Arbeitsteil und Positionselement zur Höhenbestimmung des Arbeitsteiles bei Geradeauslauf der Maschine einsetzbar. In Kurven kann die Positionsbestimmung herangezogen werden.

**[0022]** Wenn die Höhenstellvorrichtung beim Verstellen lediglich eine Parallelverschiebung der festen Verbindung durchführt, so hängt der Höhenunterschied nicht von der Stellhöhe ab. Bei einer Basisoberfläche, deren Ausrichtung im Wesentlichen überall gleich ist, beispielsweise horizontal, ist die Höhenkorrektur konstant und es muss lediglich kontrolliert werden, dass keine weitere Korrektur nötig ist. Entsprechend besteht die Referenzbestimmung darin, die parallele Ausrichtung zu überwachen.

**[0023]** Bei einer Basisoberfläche, deren Ausrichtung entlang des Fahrweges ändert, kann mit mindestens einer Neigungsbestimmung die Ausrichtung der Strassenbearbeitungsmaschine bzw. der darunter liegenden Basisoberfläche ermittelt werden. Die gemessene Neigung kann als Referenzbestimmung zur Korrektur der Höhe benutzt werden. Aus der Lage des Positionselementes und dieser Höhenkorrektur ergibt sich die aktuelle Höhe des Arbeitsteiles.

**[0024]** Weil nun auch bei einem vom Arbeitsteil entfernten Positionselement die Höhenlage des Arbeitsteiles immer genau bestimmbar ist, kann das Positionselement so angeordnet werden, dass auch der Fahrweg der Strassenbearbeitungsmaschine optimal überwacht werden kann. Um eine hohe Sensibilität bezüglich Fahrzeugbewegungen vom Fahrweg weg zu gewährleisten, wird das Positionselement an einer Stelle der Strassenbearbeitungsmaschine befestigt, die möglichst weit von der Wendeachse entfernt ist.

**[0025]** Weil Strassenbearbeitungsmaschinen mit einem höhenverstellbaren Arbeitsteil beim Fahren einer Kurve meist so drehen, dass das Arbeitsteil nicht oder zumindest nur wenig ausschwenkt, muss das Positionselement so weit wie möglich vom Arbeitsteil entfernt sein. Wenn das Arbeitsteil im hinteren Endbereich der Maschine angeordnet ist, so wird das Positionselement im vorderen Endbereich angeordnet. Bei einem unerwünschten seitlichen Ausschwenken des Fahrzeuges wird das Positionselement erkennbar von der Fahrlinie weg bewegt. Eine Korrektursteuerung kann die Strassenbearbeitungsmaschine sofort wieder auf den gewünschten Fahrweg bringen. Das Arbeitsteil bleibt dabei im Wesentlichen immer auf dem gewünschten Weg.

**[0026]** Die Anbringung des Positionselements bzw. des Prismas möglichst weit vorne erlaubt auch eine einfachere Ausgestaltung des Kontrollalgorithmus insofern einfacher wird, da so die Regelung der Fahrtrichtung direkt auf den horizontalen Fehler abgestellt werden kann und die Längsachse der Strassenbearbeitungsmaschine nicht bekannt sein muss. Deren zusätzliche Kenntnis ver-

bessert natürlich die Regelung.

**[0027]** Bei der erfindungsgemässen Lösung kann mit lediglich einer Positionsverfolgung mit einem Positionselement, z.B. GPS oder einem Prisma, eine präzise Fahrzeugbewegung und eine präzise Höhenpositionierung des Arbeitsteiles erzielt werden. Zur Ermittlung der Höhe des Arbeitsteiles muss lediglich mindestens eine Art von Referenzbestimmung durchgeführt werden.

**[0028]** Die Zeichnungen erläutern die Erfindung anhand zweier Ausführungsbeispiele. Dabei zeigt

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer Strassenbearbeitungsmaschine mit einem Neigungssensor und

Fig. 2 eine schematische Seitenansicht einer Strassenbearbeitungsmaschine mit zwei Distanzmessvorrichtungen

**[0029]** Die Fig. 1 und 2 zeigen eine auf einer Basisoberfläche 1 fahrende Strassenbearbeitungsmaschine 2. Bei der dargestellten Maschine handelt es sich um einen Strassenfertiger mit einem Fahrzeug 3 und einem daran höhenverstellbar befestigten Arbeitsteil 4 in der Form einer Bohle. Das Asphaltmaterial 5 wird von einem Verteilorgan 6 entlang des vorderen Randes des Arbeitsteiles 4 verteilt. Wenn die Strassenbearbeitungsmaschine 2 auf der vorbereiteten Basisoberfläche 1 vorrückt, streicht das Arbeitsteil 4 über das Asphaltmaterial 5 und glättet sowie verdichtet dieses, um einen kontinuierlichen Asphaltbelag 7 mit einem gewünschten Oberflächenverlauf bereitzustellen. Die Positionierung des Arbeitsteiles 4 auf einer gewünschten Höhe erfolgt über eine leichte Schwenkbewegung von zwei beidseits der Maschine schwenkbar angeordneten Trägern 8, deren Schwenklager 9 als Drehpunkte von Hydraulikzylindern als Betätigungsorganen 10 bewegbar bzw. in der Höhe verstellbar sind.

**[0030]** Um eine exakte Bearbeitung entlang eines gewünschten Fahrweges zu vereinfachen, soll an Punkten entlang des Fahrweges die jeweils aktuelle Position und/oder Fahrtrichtung ermittelt, die Arbeitshöhe des Arbeitsteiles bestimmt und die ermittelte Position bzw. Fahrtrichtung mit einer Sollposition bzw. Sollrichtung sowie die Arbeitshöhe mit einer Sollhöhe verglichen werden. Sobald die Position bzw. Fahrtrichtung von der Sollposition bzw. Sollrichtung am entsprechenden Ort abweicht, sollte ein Steuersignal bereit gestellt werden, mit dem durch eine entsprechende Steuerung der Strassenbearbeitungsmaschine 2 die Abweichung kompensiert werden kann. Wenn die Arbeitshöhe von der Sollhöhe abweicht, so soll das Arbeitsteil 4 von den Trägern 8 gehoben oder gesenkt werden, bis die gewünschte Höhe erzielt wird.

**[0031]** Ein an der Strassenbearbeitungsmaschine 2 angeordnetes Positionselement, kann, bei Ausführung mit einem Prisma 11, mit einer Laser-Totalstation 12 verfolgt werden. Diese Station 12 verfolgt das Prisma 11 mittels einer in alle Richtungen ausrichtbaren Optik. Aus dem Raumwinkel der Optik, der Distanz zwischen Prisma

11 und Optik und der Position der Totalstation 12 wird die Position des Prismas 11 berechnet. Für einen Vergleich mit einem gewünschten Fahrweg müssen die Positionen und/oder Richtungen entlang des gewünschten Fahrweges als Sollwerte für die Strassenbearbeitungsmaschine 2 an der Stelle, an welcher das Prisma 11 angeordnet ist, vorliegen. Um einen gewünschten Bearbeitungsweg beim Arbeitsteil zu gewährleisten, sollte das Kurvenverhalten der Strassenbearbeitungsmaschine 2 bei der Bestimmung des Sollweges für das Prisma 11 berücksichtigt werden, so dass sich das Arbeitsteil 4 entlang des gewünschten Weges bewegt. Die Fahrtrichtung kann aus aufeinander folgenden Positionen bestimmt werden.

**[0032]** Weil sich bei Strassenbearbeitungsmaschinen 2 Richtungsänderungen durch seitliche Bewegungen des vorderen Endes der Maschine meist deutlicher zeigen als im Bereich des Arbeitsteiles, und weil der Regelalgorithmus der Richtungsregelung aufgrund der Position des Prismas ohne Kenntnis der Längsachse der Maschine einfacher wird, so wird das Prisma 11 möglichst weit vorne platziert. Damit ist eine gute Kontrolle der Maschine mit lediglich einem Prisma möglich.

**[0033]** Die zulässigen Toleranzen bei der Arbeitshöhe sind kleiner als bei der seitlichen Ausrichtung des Arbeitsteiles. Für den Vergleich einer erfassten Arbeitshöhe mit einer Sollhöhe muss die aktuelle Höhe des Arbeitsteiles 4 äusserst genau erfasst werden. Zwischen der Positionshöhe des Prismas 11 und der Arbeitshöhe des Arbeitsteiles 4 besteht keine feste Beziehung, weil sie in Längsrichtung der Maschine versetzt angeordnet sind. Wenn die Basisoberfläche 1 in Fahrtrichtung geneigt verläuft, so ist das Arbeitsteil 4 relativ zur Höhe des Prismas 11 tiefer als bei einer ebenen Basisoberfläche 1. Hebe- und Senkbewegungen der Träger 8 und auch variable Neigungen der Basisoberfläche 1 verändern den Höhenunterschied zwischen Prisma und Arbeitsteil 4.

**[0034]** Um aus der Positionshöhe des Prismas 11 eine möglichst genaue Arbeitshöhe ableiten zu können, soll mindestens ein Wert mindestens einer Referenzbestimmung für die Berechnung der Arbeitshöhe beim Arbeitsteil verwendet werden.

**[0035]** Die Laser-Totalstation 12 ist mit einer nicht dargestellten Auswerte- und Steuereinrichtung zum Auswerten der Lageinformation des Positionselementes - hier des Prismas 11 - und zum Bereitstellen von Steuerungssignalen zum Steuern der Strassenbearbeitungsmaschine 2 und zum Steuern der Höhenverstellung des Arbeitsteiles 4 verbunden. Ebenfalls der mindestens eine Referenzsensor zum Durchführen mindestens einer Referenzbestimmung ist mit der Steuereinrichtung verbunden. Mindestens ein Teil der Verbindungen sind als Funkverbindungen ausgebildet. Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise auf der Strassenbearbeitungsmaschine 2 angeordnet, könnte aber gegebenenfalls auch bei der Laser-Totalstation 12 angeordnet sein. Wenn die Steuereinrichtung auf der Maschine 2 angeordnet ist, so können die Verbindungen zu Sensoren und Betätigungs-

vorrichtungen als Leitungsverbindungen ausgebildet werden.

**[0036]** Gemäss Fig.1 wird im Rahmen einer ersten Ausführungsform vorgeschlagen eine feste Verbindung 13 von einem der Träger 8 zum Prisma 11 auszubilden. Diese Verbindung 13 umfasst beispielsweise ein im Wesentlichen horizontal verlaufendes Verbindungsteil 13a und ein damit verbundenes vertikal verlaufende Verbindungsteil 13b. Wenn das Prisma 11 über eine feste Verbindung mit dem Arbeitsteil 4 verbunden ist, so kann für jede mögliche Ausrichtungslage dieser Verbindung 13 ein effektiver Höhenunterschied zwischen dem Prisma 11 und einem Punkt beim Arbeitsteil 4 ermittelt werden. Für die Ermittlung des effektiven Höhenunterschiedes ist es am genauesten, wenn die Neigung der direkten Verbindungslinie zwischen dem Prisma und dem Punkt beim Arbeitsteil 4, also ein Winkel zur Vertikalen oder zur Horizontalen, ermittelt wird. Dazu kann ein Neigungssensor 14 ausgerichtet in Richtung der direkten Verbindungslinie an einem Teil der festen Verbindung 13 befestigt werden.

**[0037]** In der dargestellten Ausführungsform ist der Neigungssensor 14 am horizontal verlaufenden Verbindungsteil 13a befestigt. Gegebenenfalls wird auch noch ein zweiter Neigungssensor, senkrecht zum ersten Neigungssensor ausgerichtet, an der festen Verbindung angeordnet, so dass die Neigung der festen Verbindung in zwei verschiedenen Richtungen erfasst werden kann. Ein quer zur Fahrtrichtung angebrachter Neigungssensor kann somit Zusatzinformationen bereitstellen.

**[0038]** Gemäss Fig. 2 wird im Rahmen einer zweiten Ausführungsform zur Referenzbestimmung beim Prisma 11 mit einer ersten Distanzmesseinrichtung 15 mindestens eine erste Distanzmessung zur Basisoberfläche 1 und zeitlich versetzt beim Arbeitsteil 4 mit einer zweiten Distanzmesseinrichtung 16 mindestens eine zweite Distanzmessung zur Basisoberfläche 1 durchgeführt. Der Zeitversatz zwischen zusammen gehörenden Messungen soll anhand der Fahrgeschwindigkeit so gewählt werden, dass die beiden Messungen im Wesentlichen an der gleichen Referenzstelle erfolgen. Zwischen dem Prisma 11 und dem Arbeitsteil 4 muss nun keine feste Verbindung vorliegen. Das Prisma ist über eine Haltestange 13c mit der Strassenbearbeitungsmaschine 2 verbunden.

**[0039]** Zwischen dem Prisma 11 und der ersten Distanzmesseinrichtung 15 ist in vertikaler Richtung ein fester und in horizontaler Richtung im Wesentlichen ein verschwindender Abstand gegeben. Analog muss zwischen dem Arbeitsteil 4 und der zweiten Distanzmesseinrichtung 16 in vertikaler Richtung ein fester und in horizontaler Richtung ein möglichst kleiner Abstand gegeben sein. Weil beim Arbeitsteil 4 Asphaltmaterial 5 von einem Verteilorgan 6 verteilt wird, muss vorzugsweise die zweite Distanzmessung direkt vor dem Verteilorgan 6 durchgeführt werden, damit die Basisoberfläche noch freiliegt. Wenn die Distanzmessung seitlich neben dem ausgetragenen Asphalt gemacht wird, so kann sie auch

direkt neben dem Arbeitsteil durchgeführt werden. Es versteht sich von selbst, dass die Anordnung der zweiten Distanzmesseinrichtung 16 an das jeweilige Arbeitsteil 4 angepasst werden kann.

**[0040]** Es versteht sich von selbst, dass auch Verfahren mit mindestens einer Neigungsbestimmung und zusätzlich mindestens einer ersten Distanzmessung zur Basisoberfläche 1 sowie zeitlich versetzt beim Arbeitsteil 4 mindestens einer zweiten Distanzmessung zur Basisoberfläche 1 vorteilhaft eingesetzt werden können.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Kontrollieren des Fahrweges einer auf einer Basisoberfläche (1) fahrenden Strassenbearbeitungsmaschine (2) und der Arbeitshöhe eines daran höhenverstellbar angeordneten Arbeitsteiles (4) bei welchem Verfahren die räumliche Lage eines Positionselementes (11) erfasst, gegebenenfalls aus mindestens zwei räumlichen Lagen, insbesondere zu zwei Zeitpunkten oder aus zwei Positions-Koordinaten, eine Fahrrichtung ermittelt, und die Arbeitshöhe des Arbeitsteiles (4) bestimmt wird, wobei

- die Arbeitshöhe mit einer Sollhöhe, und/oder
- die erfasste Lage mit einer Sollage und/oder
- die ermittelte Fahrrichtung mit einer Sollrichtung verglichen werden,

### **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Positionselement (11) an einer Position angeordnet ist, die horizontal vom Arbeitsteil (4) entfernt ist, und dass die Positionshöhe der räumlichen Lage des Positionselementes (11) unter Verwendung mindestens eines Wertes mindestens einer Referenzbestimmung in die Arbeitshöhe beim Arbeitsteil (4) umgerechnet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Positionselement (11) und dem Arbeitsteil (4) eine feste Verbindung ausgebildet ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Referenzbestimmung mindestens eine Neigungsbestimmung mit einem an der festen Verbindung angeordneten Neigungssensor (14) durchgeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Referenzbestimmung zwei Neigungsbestimmungen durch zwei an der festen Verbindung angeordnete, unterschiedlich ausgerichtete Neigungssensoren (14) durchgeführt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der mindestens einen Neigungsbestimmung ein Höhenunterschied zwischen der Positionshöhe des Positionselementes (11) und der Arbeitshöhe beim Arbeitsteil (4) abgeleitet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Referenzbestimmung beim Positionselement (11) mindestens eine erste Distanzmessung zur Basisoberfläche (1) und zeitlich versetzt beim Arbeitsteil (4) mindestens eine zweite Distanzmessung zur Basisoberfläche (1) durchgeführt wird, wobei der Zeitversatz anhand der Fahrgeschwindigkeit oder einer Positionsbestimmung so gewählt wird, dass die beiden Messungen im Wesentlichen an der gleichen Referenzstelle erfolgen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der Positionshöhe des Positionselementes (11) und der mindestens einen ersten Distanzmessung die Lage der Referenzstelle abgeleitet wird und beim Fahren der Strassenbearbeitungsmaschine vorzugsweise eine Basisshöhe der Basisoberfläche (1) zumindest entlang einer Linie erfasst wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der Positionshöhe des Positionselementes (11), der mindestens einen ersten Distanzmessung und der mindestens einen zweiten Distanzmessung mindestens eine Arbeitshöhe abgeleitet wird und beim Fahren der Strassenbearbeitungsmaschine vorzugsweise die Arbeitshöhe des Arbeitsteiles (4) zumindest entlang einer Linie erfasst wird.

9. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum Kontrollieren des Fahrweges einer auf einer Basisoberfläche (1) fahrenden Strassenbearbeitungsmaschine (2) und der Arbeitshöhe eines daran höhenverstellbar angeordneten Arbeitsteiles (4), mit einem Positionselement (11), mindestens einer Station (12) zum Erfassen der räumlichen Lage des Positionselementes (11), einer Auswerte- und Steuereinrichtung zum Auswerten der Lageinformation des Positionselementes (11) und zum Bereitstellen von Steuerinformationen für das Steuern der Strassenbearbeitungsmaschine (2) und der Höhenverstellung des Arbeitsteiles (4), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung mindestens einen Referenzsensor (14, 15, 16) zum Durchführen mindestens einer Referenzbestimmung umfasst, wobei die Positionshöhe eines entfernt vom Arbeitsteil (4) angeordneten Positionselementes (11) unter Verwendung mindestens eines vom Referenzsensor (14, 15, 16) abge-

leiteten Referenzwertes in eine Arbeitshöhe beim Arbeitsteil (4) umzurechnen ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** 5  
mindestens ein Referenzsensor als Neigungssensor (14) ausgebildet ist, der an einer festen Verbindung (13) zwischen dem Positionselement (11) und dem Arbeitsteil (4) anzuordnen ist und einen Höhenunterschied zwischen der Positionshöhe des Positionselementes (11) und der Arbeitshöhe des Arbeitsteiles (4) ableitbar macht. 10
11. Vorrichtung nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** 15  
mindestens zwei Referenzsensoren als erster und zweiter Distanzsensor (15, 16) ausgebildet sind, wobei der erste Distanzsensor (15) beim Positionselement (11) und der zweite (16) beim Arbeitsteil (4) anzuordnen sind, so dass Distanzmessungen zur Basisoberfläche (1) anhand der Fahrgeschwindigkeit so zeitlich versetzt erfasst werden, dass die beiden Messungen im Wesentlichen an der gleichen Referenzstelle erfolgen. 20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

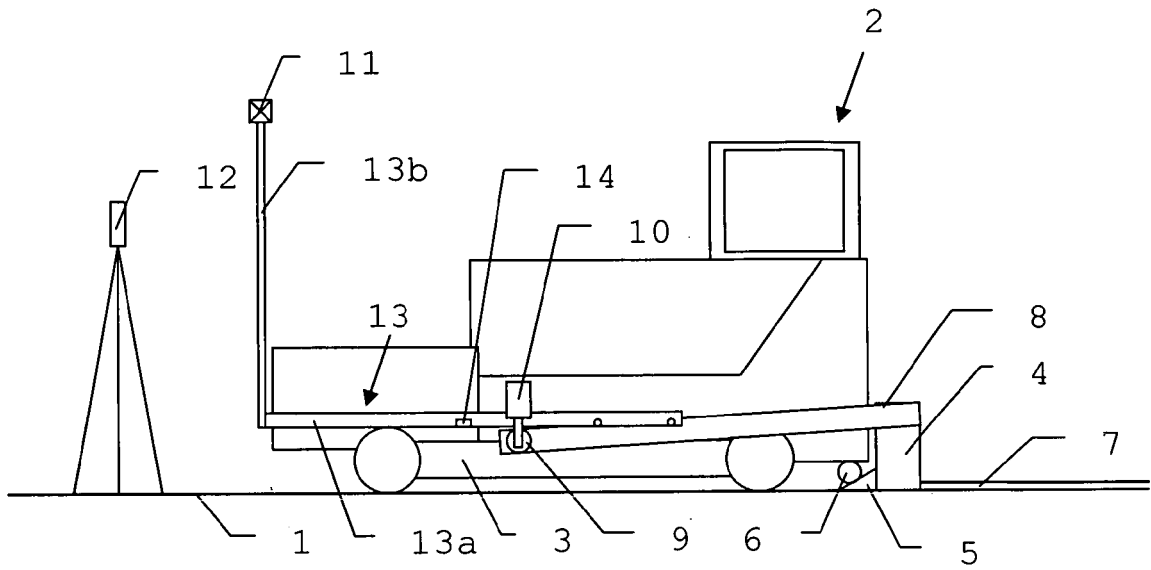


Fig. 1

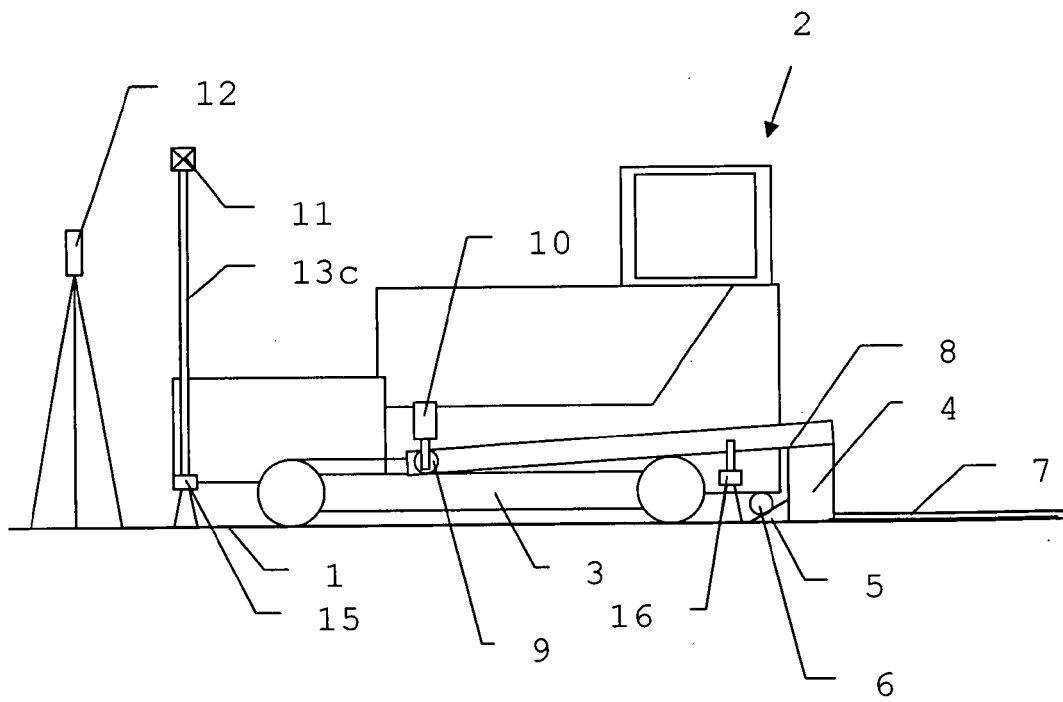


Fig. 2



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 04 02 9963

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 964 298 A (GREENSPUN ET AL) 12. Oktober 1999 (1999-10-12) * Spalte 3, letzter Absatz - Spalte 5, Absatz 1; Abbildungen 1,2 *	1,9,10	E01C19/48
X	US 6 421 627 B1 (ERICSSON LARS) 16. Juli 2002 (2002-07-16) * Spalte 5, Zeile 6 - Zeile 18; Abbildungen *	1,9,10	
A	EP 1 079 029 A (MOBA-MOBILE AUTOMATION GMBH) 28. Februar 2001 (2001-02-28) * das ganze Dokument *	1,9	
A	DE 199 51 297 C1 (MOBA - MOBILE AUTOMATION GMBH) 12. April 2001 (2001-04-12) * das ganze Dokument *	1,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			E01C E02F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>27. Mai 2005</b>	Prüfer <b>Movadat, R</b>
<p>KATEGORIE DER GENANTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>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 &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

2  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 02 9963

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.

27-05-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5964298	A	12-10-1999	KEINE
US 6421627	B1	16-07-2002	SE 508951 C2 16-11-1998
		DE 69815063 D1 03-07-2003	
		DE 69815063 T2 11-03-2004	
		EP 0956397 A1 17-11-1999	
		JP 2001509852 T 24-07-2001	
		SE 9704397 A 16-11-1998	
		WO 9928566 A1 10-06-1999	
EP 1079029	A	28-02-2001	DE 19940404 A1 29-03-2001
			EP 1079029 A2 28-02-2001
DE 19951297	C1	12-04-2001	KEINE

EPO FORM P0461

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