



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.11.2020 Patentblatt 2020/48**

(51) Int Cl.:  
**E01C 23/088** <sup>(2006.01)</sup> **E01C 19/48** <sup>(2006.01)</sup>  
**E01C 19/00** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **20180921.7**

(22) Anmeldetag: **18.05.2018**

(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**

- **MÜLLER, René**  
**53560 Vettelschoß (DE)**
- **BARIMANI, Cyrus**  
**53639 Königswinter (DE)**

(30) Priorität: **26.05.2017 DE 102017005015**

(74) Vertreter: **Oppermann, Frank**  
**OANDO Oppermann & Oppermann LLP**  
**Wilhelminenstrasse 1a**  
**65193 Wiesbaden (DE)**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:  
**18173127.4 / 3 406 799**

(71) Anmelder: **Wirtgen GmbH**  
**53578 Windhagen (DE)**

Bemerkungen:  
Diese Anmeldung ist am 18.06.2020 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(72) Erfinder:

- **MENZENBACH, Christoph**  
**53577 Neustadt (Wied) (DE)**

(54) **MASCHINENZUG AUS EINER STRASSENFRÄSMASCHINE UND EINEM STRASSENFERTIGER UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER STRASSENFRÄSMASCHINE UND EINES STRASSENFERTIGERS**

(57) Die Erfindung betrifft einen Maschinenzug aus einer vorausfahrenden Straßenfräsmaschine 1, die einen von Kettenlaufwerken 3, 4 oder Rädern getragenen Maschinenrahmen 3 und eine an dem Maschinenrahmen angeordnete Fräswalze 10 zum Abfräsen von Material aufweist, und einem nachfolgenden Straßenfertiger 16, der einen von Kettenlaufwerken 17 oder Rädern getragenen Maschinenrahmen 18 aufweist, an dem ein Vorratsbehälter 19 für einzubauendes Material und eine Einbaubohle 20 zum Einbau von Material angeordnet ist. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Maschinenzuges aus einer vorausfahrenden Straßenfräsmaschine und einem nachfolgenden Straßenfertiger. Der Maschinenzug aus Straßenfräsmaschine und Straßenfertiger zeichnet sich dadurch aus, dass die Straßenfräsmaschine 1 eine Profildaten-Ermittlungseinrichtung 33 aufweist, wobei die Profildaten-Er-

mittlungseinrichtung 33 derart ausgebildet ist, dass während des Vorschubs der Straßenfräsmaschine eine Folge von die Höhe der Straßenoberfläche in Längsrichtung beschreibende Höhenprofil-Daten ermittelt werden. Zur Übermittlung der Höhenprofil-Daten ist an der Straßenfräsmaschine 1 eine Datenübermittlungseinrichtung 27 und an dem Straßenfertiger 16 eine Datenempfangseinrichtung 27 vorgesehen. Zur Veränderung der Lage der Einbaubohle 20 verfügt der Straßenfertiger 1 über eine Nivelliereinrichtung 23, die mindestens einen Aktor 24 und eine Steuereinheit 23A aufweist, die derart ausgebildet ist, dass die Steuereinheit 23A in Abhängigkeit von einem Höhenprofil-Datensatz ein Steuersignal zum Ansteuern des mindestens einen Aktors 24 erzeugt.

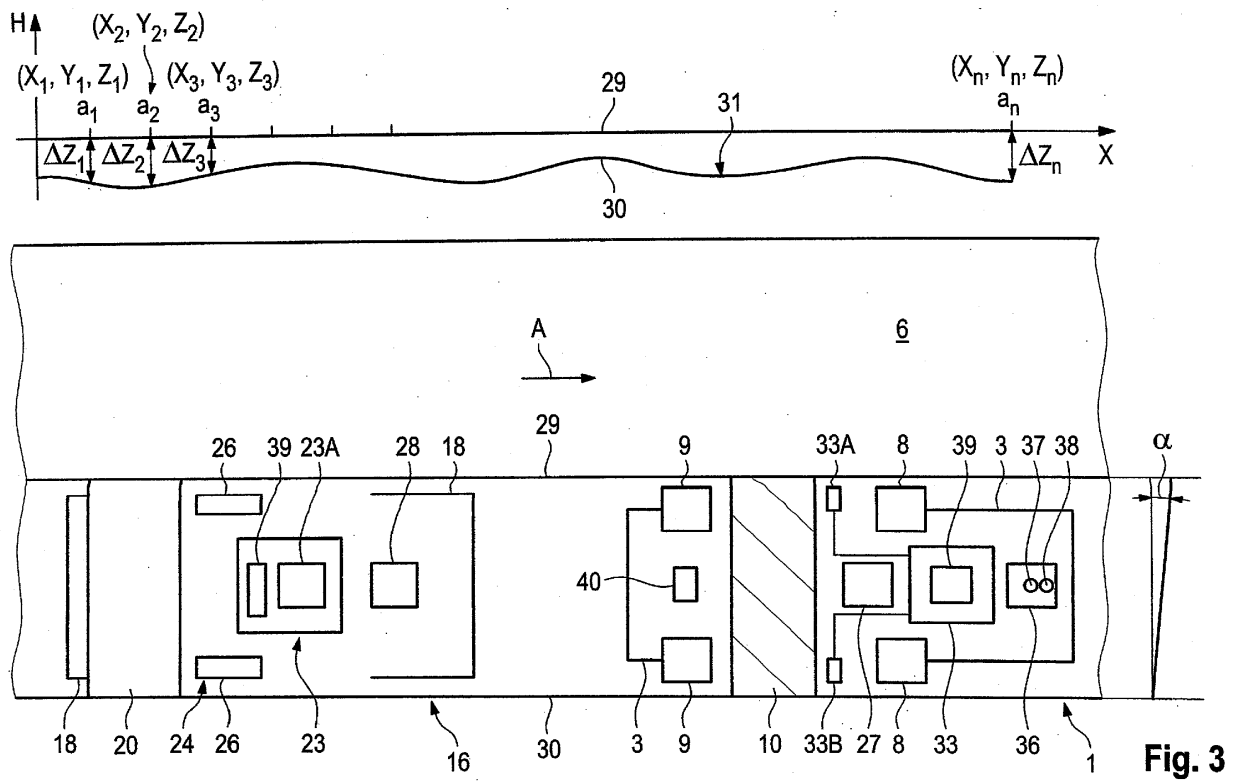


Fig. 3

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Maschinenzug aus einer vorausfahrenden Straßenfräsmaschine, die einen von Kettenlaufwerken oder Rädern getragenen Maschinenrahmen und eine an dem Maschinenrahmen angeordnete Fräswalze zum Abfräsen von Material aufweist, und einem nachfolgenden Straßenfertiger, der einen von Kettenlaufwerken oder Rädern getragenen Maschinenrahmen aufweist, an dem ein Vorratsbehälter für einzubauendes Material und eine Einbaubohle zum Einbau von Material angeordnet ist. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Straßenfräsmaschine und eines Straßenfertigers.

**[0002]** Im Straßenbau werden selbstfahrende Baumaschinen unterschiedlicher Bauart eingesetzt. Zu diesen Maschinen zählen die bekannten Straßenfräsmaschinen, mit denen bestehende Straßenschichten des Straßenoberbaus abgetragen werden können. Die bekannten Straßenfräsmaschinen verfügen über eine rotierende Fräswalze, die mit geeigneten Fräs- oder Schneidwerkzeugen zur Bearbeitung des Bodens bestückt ist. Die Fräswalze ist an dem Maschinenrahmen angeordnet, der in der Höhe gegenüber dem zu bearbeitenden Boden verstellbar ist. Die Höhenverstellung des Maschinenrahmens erfolgt mittels einer Hubeinrichtung, die den einzelnen Kettenlaufwerken oder Rädern zugeordnete Hubsäulen aufweist. Zum Abführen des abgefrästen Materials weist die Straßenfräsmaschine eine Fördereinrichtung mit einem Transportband auf. Darüber hinaus verfügen die bekannten Straßenfräsmaschinen über eine Steuer- und Recheneinheit, mit der die Hubeinrichtung gesteuert wird. Zum Abfräsen eines schadhafte Straßenbelages wird der Maschinenrahmen abgesenkt, so dass die Fräswalze in den Straßenbelag eindringt. Die Hubsäulen erlauben dabei sowohl die Höhenverstellung des Maschinenrahmens bzw. der Fräswalze als auch die Einstellung einer vorgegebenen Neigung der Fräswalze quer zur Vorschubrichtung der Straßenfräsmaschine.

**[0003]** Zur genauen Einstellung der Frästiefe und Fräsneigung verfügen die bekannten Straßenfräsmaschinen über Frästiefen-Regeleinrichtungen bzw. Nivelliersysteme, die eine oder mehrere Messeinrichtung zum Messen des Abstandes zwischen einem Referenzpunkt auf der Fräsmaschine und der zu bearbeitenden Straßenoberfläche aufweisen. Die bekannten Messeinrichtungen weisen zur Abstandsmessung taktile Sensoren oder berührungslose Sensoren auf, beispielsweise Ultraschallsensoren. Zur Messung langgezogener Unebenheiten werden als Multiplex-Nivelliersysteme bezeichnete Messsysteme eingesetzt, die über mehrere in Längsrichtung des zu bearbeitenden Untergrundes im Abstand zueinander angeordnete Abstandssensoren verfügen, um aus den Messwerten der einzelnen Sensoren einen Mittelwert berechnen zu können. Die Hubsäulen werden dann in Abhängigkeit von dem Mittelwert gesteuert, so dass kleinere Unebenheiten weitgehend ausgeglichen werden können. Die Abstandssensoren

sind bei den bekannten Multiplex-Systemen an einem langgestreckten Ausleger befestigt, der an einer Seite des Maschinenrahmens angebracht ist.

**[0004]** Zum Einbau des Straßenmaterials finden Straßenfertiger Verwendung, die über einen Vorratsbehälter zur Aufnahme des Mischgutes und eine Einbaubohle verfügen. Das Mischgut wird mit einer Fördereinrichtung aus dem Vorratsbehälter zu der Einbaubohle gefördert, wobei das Mischgut in Fertigungsrichtung vor der Einbaubohle angehäuft wird. Es sind Einbaubohlen bekannt, die auf dem einzubauenden Material schwimmen. Dadurch können kleinere Unebenheiten des Untergrundes weitgehend ausgeglichen werden. Die Einbaubohlen weisen im Allgemeinen eine Einrichtung zum Beheizen und Verdichten des einzubauenden Materials auf. Die Straßenfertiger können wie die Straßenfräsmaschinen über eine Nivelliereinrichtung verfügen, die einen oder mehrere Abstandssensoren aufweisen können.

**[0005]** In besonderen Einbausituationen kann es notwendig sein, das Schwimmverhalten der Einbaubohle zu verändern. Daher sehen bekannte Straßenfertiger eine schwimmende Lagerung der Einbaubohle vor, die ein Anheben und Absenken der Bohle erlaubt, wobei auch die Querneigung der Bohle verändert werden kann. Die Veränderung bzw. Einstellung der Lage der Einbaubohle erfolgt mit einer Nivelliereinrichtung in Bezug auf eine Referenzlinie oder Referenzfläche.

**[0006]** Im Allgemeinen wird das von der Straßenfräsmaschine abgefräste Material von der Baustelle mit einem LKW abgefahren, um in einer Aufbereitungsanlage aufbereitet werden zu können. Aufbereitetes Mischgut wird dann mit einem LKW zu der Baustelle gefahren, um mit dem Straßenfertiger wieder eingebaut zu werden. Eine Straßenfräsmaschine kann aber auch zusammen mit einem Straßenfertiger als Maschinenzug betrieben werden. Die vorausfahrende Straßenfräsmaschine wird dabei als Recycler eingesetzt, der den schadhafte Straßenbelag abfräst und den abgefrästen Belag beispielsweise mit Zuschlagstoffen wie Bitumenemulsion aufbereitet, während der nachfolgende Straßenfertiger den aufbereiteten Belag wieder einbaut. Dabei fördert die Fördereinrichtung der Straßenfräsmaschine das abgefräste Material in den Vorratsbehälter des Straßenfertigers.

**[0007]** Wenn ein Straßenfertiger zusammen mit einer Straßenfräsmaschine als Maschinenzug betrieben wird, steht nur eine bestimmte Menge an Material zu Verfügung. Während des Vorschubs der beiden Straßenbaumaschinen kann der Straßenfertiger nur soviel Material einbauen, wie die Straßenfräsmaschine zuvor abgefräst hat. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das Volumen des pro Zeiteinheit bzw. Streckenabschnitt mit der Straßenfräsmaschine abgefrästen Materials sich in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Straßenoberfläche dauernd verändern kann. Auch das Volumen des mit dem Straßenfertiger pro Zeiteinheit bzw. Streckenabschnitt einzubauenden Materials ist nicht konstant. Beispielsweise erfordert der Ausgleich einer Vertiefung ein größeres Ma-

terialvolumen für den entsprechenden Streckenabschnitt. Folglich muss die Lage der Einbaubohle verändert werden, um eine gleichmäßige Fahrbahnoberfläche zu erzielen. Der ordnungsgemäße Betrieb des Straßenfertigers setzt auch eine ausreichende Menge an Material in dem Vorratsbehälter voraus.

**[0008]** Aus der DE 10 2006 020 293 A1 ist eine Nivelliereinrichtung für eine Straßenfräsmaschine bekannt, die auf der linken und rechten Seite der Straßenfräsmaschine jeweils einen Sensor zum Erfassen des Ist-Wertes der Frästiefe und einen Sensor zum Erfassen der aktuellen Neigung der Fräswalze in Bezug auf eine Referenzfläche vorsieht. In Abhängigkeit von der Abweichung der Soll-Werte von den gemessenen Ist-Werten kann die Frästiefe auf der linken und rechten Seite der Maschine vorgegeben werden. Die Frästiefe kann aber auch nur auf einer der beiden Seiten vorgegeben werden. In diesem Fall kann neben der Frästiefe auf nur einer Seite eine bestimmte Querneigung vorgegeben werden.

**[0009]** Die EP 0 542 378 B1 beschreibt eine Regeleinrichtung für eine Straßenfräsmaschine, die drei Ultraschallsensoren aufweist, die in Vorschubrichtung der Fräsmaschine hintereinander angeordnet sind. Mit den Ultraschall-Sensoren soll als Referenzfläche ein Seitenstreifen der Straße abgetastet werden. Zwei Abstandssensoren sind am Maschinenrahmen in der Höhe der Laufwerke und ein Sensor ist zwischen den Laufwerken angeordnet. Die Abstandswerte werden statistisch ausgewertet, beispielsweise wird ein Mittelwert gebildet, um ein Steuersignal für die Hubeinrichtung zur Höhenverstellung der Laufwerke zu erzeugen.

**[0010]** Die EP 0 542 297 B1 schlägt eine Ultraschall-Regeleinrichtung für einen Straßenfertiger vor, der drei in Vorschubrichtung des Fertigers hintereinander angeordnete Ultraschallsensoren aufweist, die an einer Halterung befestigt sind. Die gemessenen Abstandswerte werden ausgewertet, um ein Steuersignal für eine Nivelliereinrichtung zur Veränderung der Lage der Einbaubohle zu erzeugen. Außerhalb vorgegebener Grenzen liegende Abstandswerte sollen verworfen werden. Unebenheiten der abgetasteten Referenzebene sollen durch eine Mittelwertbildung weitgehend ausgeglichen werden. Nachteilig ist, dass die Erfassung der Abstandswerte nur über einen Bereich erfolgen kann, der von den an der Halterung angebrachten Sensoren bestimmt wird. Daher können langgestreckte Unebenheiten, die sich über eine größere Länge als der Maschinenrahmen erstrecken, nicht erfasst werden.

**[0011]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Erfassung des Untergrundes zu erzielen, um auch langgestreckte Unebenheiten erfassen zu können. Eine Aufgabe der Erfindung ist auch, für den Betrieb des Straßenfertigers eine Referenzfläche oder -linie mit einem verhältnismäßig kleinen zusätzlichen technischen Aufwand abzutasten.

**[0012]** Die Lösung dieser Aufgaben erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprü-

che. Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

**[0013]** Die Erfindung macht davon Gebrauch, dass der Straßenfertiger, der einen von Kettenlaufwerken oder Rädern getragenen Maschinenrahmen aufweist, an dem ein Aufnahmebehälter für einzubauendes Material und eine Einbaubohle zum Einbau von Material angeordnet ist, mit einer Straßenfräsmaschine vorzugsweise im Verbund betrieben wird, die einen von Kettenlaufwerken oder Rädern getragenen Maschinenrahmen und eine an dem Maschinenrahmen angeordnete Fräswalze zum Abfräsen von Material aufweist. Grundsätzlich ist es auch möglich, Straßenfräsmaschine und Straßenfertiger nicht als Maschinenzug zu betreiben, sondern die Straßenfräsmaschine in einem ersten Arbeitsschritt und den Straßenfertiger in einem zweiten Arbeitsschritt einzusetzen, wobei der erste und zweite Arbeitsschritt nicht unmittelbar aufeinander folgen müssen. Beispielsweise können zwischen den beiden Arbeitsschritten ein oder mehrere Stunden oder Tage liegen.

**[0014]** Der Maschinenzug aus der vorausfahrenden Straßenfräsmaschine und dem nachfolgenden Straßenfertiger zeichnet sich dadurch aus, dass die Straßenfräsmaschine eine Profildaten-Ermittlungseinrichtung für die Nivelliereinrichtung des Straßenfertiger aufweist, wobei die Profildaten-Ermittlungseinrichtung derart ausgebildet ist, dass während des Vorschubs der Straßenfräsmaschine eine Folge von die Höhe der Straßenoberfläche in Längsrichtung beschreibenden Höhenprofil-Daten ermittelt werden. Die Referenzlinie oder Referenzfläche, beispielsweise ein Streifen der zu bearbeitenden Straßenoberfläche, wird also nicht mit Abstandssensoren abgetastet, die sich an dem Straßenfertiger nur innerhalb eines durch die geometrischen Abmessungen des Maschinenrahmens begrenzten Bereiches befinden können, sondern mittels der vorausfahrenden Straßenfräsmaschine. Folglich dient die Straßenfräsmaschine als "Abtasteinrichtung".

**[0015]** In diesem Zusammenhang werden unter Höhenprofil-Daten sämtliche Daten verstanden, mit denen das Profil eines beliebigen sich in Längsrichtung der zu bearbeitenden Fahrbahnoberfläche erstreckenden Streifens oder einer Linie beschrieben werden kann, beispielsweise die Abstandswerte zwischen einem angenommenen Referenzpunkt oder einer Referenzlinie, beispielsweise das mittlere Profil in der Mitte der Straße, und einem anderen Referenzpunkt oder einer Referenzlinie auf der Straßenoberfläche. Unter Profildaten werden auch entsprechende elektrische Signale verstanden. Die Höhenprofil-Daten können absolute oder relative Abstandswerte umfassen.

**[0016]** Zur Übermittlung der Höhenprofil-Daten ist an der Straßenfräsmaschine eine Datenübermittlungseinrichtung vorgesehen. In diesem Zusammenhang werden unter einer Datenübermittlungseinrichtung sämtliche Mittel verstanden, mit denen Daten bzw. Signale übermittelt werden können. Die Datenübermittlung kann beispielsweise mit elektromagnetischen oder optischen Si-

gnalen erfolgen.

**[0017]** Im einfachsten Fall kann die Datenübermittlungseinrichtung eine Anzeigeeinheit sein, auf der die Höhenprofil-Daten oder davon abgeleitete Daten angezeigt werden, so dass der Maschinenführer des Straßenfertigers oder eine andere Person die Höhenprofil-Daten erkennen kann. Auf der Anzeigeeinheit können als von den Höhenprofil-Daten abgeleitete Daten beispielsweise als Symbole oder dergleichen visualisiert werden, die als Arbeitsanweisungen für die Steuerung des Fertigers dienen können. Der Straßenfertiger weist aber vorzugsweise eine Datenempfangseinrichtung auf, so dass die Höhenprofil-Daten von dem Straßenfertiger empfangen werden können.

**[0018]** Die Datenübermittlungseinrichtung und Datenempfangseinrichtung können eine Sende- und Empfangseinrichtung sein, die einen Funksender und -empfänger umfassen können, und beispielsweise Teil eines WLAN (Wireless Local Area Network) sein können. Die Datenübermittlungseinrichtung kann auch eine Einrichtung zum Auslesen von Daten auf einen Datenträger, beispielsweise ein Laufwerk oder ein USB-Stick, und die Datenempfangseinrichtung eine Einrichtung zum Einlesen von Daten von einem Datenträger umfassen. Eine Zwischenspeicherung der Daten auf einen Datenträger ist dann erforderlich, wenn die Straßenfräsmaschine und der Straßenfertiger nicht als Maschinenzug betrieben werden, sondern zwischen dem Arbeitsschritt des Aufnehmens und Einlesens der Daten ein gewisser Zeitraum liegt.

**[0019]** Zur Veränderung der Lage der Einbaubohle verfügt der Straßenfertiger über eine Nivelliereinrichtung, die mindestens einen Aktor und eine Steuereinheit aufweist, die derart ausgebildet ist, dass die Steuereinheit in Abhängigkeit von einem Höhenprofil-Datensatz, der aus den von der Straßenfräsmaschine ermittelten Höhenprofil-Daten gewonnen wird, ein Steuersignal zum Ansteuern des mindestens einen Aktors erzeugt.

**[0020]** Folglich können die Höhenprofil-Daten über einen weiten Bereich der Straßenoberfläche mit der Straßenfräsmaschine schon im Vorfeld aufgenommen werden, bevor mit dem Straßenfertiger das Material in diesem Bereich eingebaut wird. Für den Zeitraum, den der Straßenfertiger benötigt, um den entsprechenden Streckenabschnitt zurückzulegen, können die Höhenprofil-Daten in einem Speicher zwischengespeichert werden. Dieser Speicher kann an der Straßenfräsmaschine oder dem Straßenfertiger vorgesehen sein.

**[0021]** Die Gewinnung des Höhenprofil-Datensatzes aus den Höhenprofil-Daten setzt eine Auswertung der Daten bzw. Signale voraus. Da die Erfindung vor allem in der Bereitstellung der Daten liegt, ist für die Erfindung nicht entscheidend, wie die Daten verarbeitet bzw. ausgewertet werden und wie die Steuerung der Lage der Einbaubohle mit diesen Daten erfolgt. Beispielsweise können die erfassten Höhenprofil-Daten oder davon abgeleitete Daten lediglich auf einer Anzeige dargestellt werden, anhand derer der Maschinenbediener des Stra-

ßenfertigers eine manuelle Steuerung der Lage der Einbaubohle vornimmt.

**[0022]** Die Gewinnung des Höhenprofil-Datensatzes aus den Höhenprofil-Daten kann mit einer Auswerteeinrichtung erfolgen, die in der Straßenfräsmaschine oder dem Straßenfertiger vorgesehen sein kann. Vorzugsweise ist die Auswerteeinrichtung Bestandteil einer Steuer- und Recheneinheit der Straßenfräsmaschine.

**[0023]** Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass die Auswerteeinrichtung derart ausgebildet ist, dass zur Gewinnung des Höhenprofil-Datensatzes die Höhenprofil-Daten statistisch ausgewertet werden. Die Auswerteeinrichtung ist vorzugsweise derart ausgebildet ist, dass die statistische Auswertung der Höhenprofil-Daten eine Mittelwertbildung und/oder die Verwerfung außerhalb vorgegebener Grenzbereiche liegender Höhenprofil-Daten umfasst.

**[0024]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass die Straßenfräsmaschine eine Einrichtung zur Ermittlung raumbezogener Daten aufweist, wobei Profildaten-Ermittlungseinrichtung derart ausgebildet ist, dass aus den Höhenprofil-Daten raumbezogene Höhenprofil-Daten gewonnen werden. Die Einrichtung zur Ermittlung raumbezogener Daten kann im einfachsten Fall beispielsweise ein Wegstreckenzähler sein. Die Position im Raum kann aber auch mit einem Globalen Positionsbestimmungssystem (Global Navigation Satellite System (GNSS), z. B. GPS) ermittelt werden. Mit den zusätzlichen raumbezogenen Daten kann das Höhenprofil für jeden beliebigen Punkt im Raum beschrieben werden.

**[0025]** Die Laufwerke oder Räder der Straßenfräsmaschine können über Hubsäulen an dem Maschinenrahmen derart befestigt sein, dass zur Einstellung der Frästiefe der Fräswalze die Höhe des Maschinenrahmens gegenüber der Oberfläche des Bodens veränderbar ist.

**[0026]** Die Erfassung von für die Steuerung der Einbaubohle geeigneter Höhenprofil-Daten ist mit der vorausfahrenden Straßenfräsmaschine besonders einfach und zuverlässig, wenn davon ausgegangen werden kann, dass Änderungen des Höhenprofils nur auf einer Seite, also auf der linken oder rechten Seite der Maschine in Fahrtrichtung gesehen zu erwarten sind. Diese Situation ergibt sich bei der Instandsetzung von Straßen häufig dadurch, dass der Straßenbelag einer sanierungsbedürftigen Straße in der Straßenmitte keine bis nur geringe Unebenheiten aufweist, während der Straßenbelag im Randbereich der Straße häufig starke Unebenheiten aufweist, beispielsweise durch Setzungen im Bankettbereich. Bei der Bearbeitung mit einer Straßenfräse mit einer Fräsbreite von beispielsweise etwa 2 Metern wird dann je Arbeitsgang eine Spur abgetragen, wobei sich die eine Maschinenseite auf der kaum verschlissenen Mitte der Straße bewegt und die andere Maschinenseite sich über den Randbereich der Straße mit verhältnismäßig großen Unebenheiten bewegt.

**[0027]** In diesem Fall können für die Steuerung der Einbaubohle geeignete Höhenprofil-Daten mit der voraus-

fahrenden Straßenfräsmaschine besonders einfach und zuverlässig erfasst werden, wenn die Straßenfräsmaschine einen Querneigungssensor aufweist, der in Abhängigkeit von der Querneigung des Maschinenrahmens und/oder der Fräswalze eine Folge von Querneigungs-Daten erzeugt, wobei die Profildaten-Ermittlungseinrichtung derart ausgebildet ist, dass die Höhenprofil-Daten aus den mit dem Querneigungssensor ermittelten Querneigungs-Daten gewonnen werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Querneigung der Straßenfräsmaschine das Höhenprofil der Straßenoberfläche auf einer Seite der Straße in Längsrichtung beschreibt. Dies trifft dann zu, wenn die Straßenfräsmaschine eine Frästiefen-Regeleinrichtung zur Ansteuerung der Hubsäulen aufweist, die eine erste Messeinrichtung zum Messen des Abstandes eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf der in Arbeitsrichtung linken Seite der Fräswalze und eine zweite Messeinrichtung zum Messen des Abstandes eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf der in Arbeitsrichtung rechten Seite der Fräswalze aufweist, wobei die Frästiefen-Regeleinrichtung derart ausgebildet ist, dass die Hubsäulen derart angesteuert werden, dass beim Vorschub der Straßenfräsmaschine die Frästiefe an der in Arbeitsrichtung linken und rechten Seite der Fräswalze unabhängig von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche im Wesentlichen konstant gehalten wird. Diese Frästiefenregelung führt dazu, dass unabhängig von der Beschaffenheit des Untergrundes über die gesamte Breite der Fräswalze bzw. Fahrbahn eine vorgegebene Schichtdicke abgetragen wird. Dies hat zur Folge, dass sich die Querneigung des Maschinenrahmens und der Fräswalze am Maschinenrahmen beim Vorschub der Straßenfräsmaschine entsprechend dem Profil der Straßenoberfläche verändern kann. Unter der Annahme, dass sich das Profil auf einer der beiden Seiten der Fahrbahn in Längsrichtung nicht ändert, gibt die Neigung der Straßenfräsmaschine Aufschluss über die Beschaffenheit des Höhenprofils in Längsrichtung der Fahrbahn auf der anderen Seite, an der sich das Höhenprofil beispielsweise durch Setzungen im Bankettbereich ändert. Eine große Vertiefung in der Straßenoberfläche kann beispielsweise zu einer größeren Neigung des Maschinenrahmens führen als eine kleinere Vertiefung.

**[0028]** Wenn die Straßenfräsmaschine einen Querneigungssensor aufweist, der in Abhängigkeit von der Querneigung des Maschinenrahmens bei einer derartigen Frästiefenregelung eine Folge von Querneigungs-Daten erzeugt, kann die Profildaten-Ermittlungseinrichtung die Höhenprofil-Daten aus den Querneigungs-Daten gewinnen, da die Querneigungsdaten bei einer derartigen Frästiefenregelung das Höhenprofil beschreiben.

**[0029]** Zur Erfassung der Frästiefe können taktile Sensoren, beispielsweise Seilzugsensoren oder berührungslos arbeitende Sensoren, beispielsweise Ultraschallsensoren verwendet werden. So kann beispiels-

weise ein Seilzugsensor die Position des linken und/oder rechten Kantenschutzes, der schwimmend auf der Bodenoberfläche aufliegt, relativ zum Maschinenrahmen erfassen. Wenn die Frästiefe erhöht wird, bewegt sich der Kantenschutz relativ zu dem Maschinenrahmen um einen Betrag nach oben, der der Änderung der Frästiefe entspricht. Wird die Frästiefe hingegen verringert, bewegt sich der Kantenschutz relativ zu dem Maschinenrahmen um einen Betrag nach unten, der der Änderung der Frästiefe entspricht.

**[0030]** Wenn sich die Fräswalze über eine Vertiefung in der Straßenoberfläche bewegt, wird der Kantenschutz nach unten verschoben, woraus auf eine Verringerung der Frästiefe relativ zur Straßenoberfläche geschlossen werden kann. Weist die Straßenoberfläche dagegen Erhöhungen auf, so wird der Kantenschutz relativ zum Maschinenrahmen nach oben verschoben, woraus sich eine Erhöhung der Frästiefe ergibt. Bevorzugt ist eine Frästiefenregelung dergestalt ausgelegt, dass eine bestimmte Frästiefe vorgegeben wird. Stellen die Frästiefensensoren eine Abweichung der Sensor-(IST-)Werte von den vorgegebenen (SOLL-)Werten fest, so erfolgt eine Korrektur der Frästiefe. Da auf beiden Seiten der Fräswalze Frästiefensensoren vorgesehen sein können, kann für jede Seite der Fräswalze eine (ggf. auch die gleiche) Frästiefe vorgegeben werden. Wenn nur auf einer Seite, beispielsweise auf der linken Seite der Fräswalze, eine Abweichung des Sensor-(IST-)Wertes von dem vorgegebenen (SOLL-)Wert festgestellt wird, erfolgt eine Höhenverstellung des Maschinenrahmens lediglich auf der linken Seite, beispielsweise durch Ein- bzw. Ausfahren nur die Hubsäulen auf der linken Seite des Maschinenrahmens. Wenn auf der linken Maschinenseite eine Vertiefung in der Straßenoberfläche vorhanden ist, wird dies durch den linken Frästiefensensor als eine Verringerung der Frästiefe erkannt. Als Reaktion darauf werden die Hubsäulen auf der linken Seite des Maschinenrahmens eingefahren, um die Frästiefe wieder zu erhöhen.

**[0031]** Eine alternative Ausführungsform sieht vor, dass die Straßenfräsmaschine eine Frästiefen-Regeleinrichtung zur Ansteuerung der Hubsäulen aufweist, die eine Messeinrichtung zum Messen des Abstandes eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf einer der beiden Seiten der Fräswalze aufweist, wobei die Frästiefen-Regeleinrichtung derart ausgebildet ist, dass die Hubsäulen derart angesteuert werden, dass beim Vorschub der Straßenfräsmaschine die Frästiefe auf der einen der beiden Seiten der Fräswalze unabhängig von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche im Wesentlichen konstant gehalten wird. Dabei ist eine Querneigungs-Regeleinrichtung vorgesehen, die derart ausgebildet ist, dass die Hubsäulen derart angesteuert werden, dass die Querneigung des Maschinenrahmens beim Vorschub der Straßenfräsmaschine unabhängig von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche im Wesentlichen konstant gehalten wird, so dass für die Straßenoberfläche ein bestimmtes Profil mit einer bestimmten Quernei-

gung vorgegeben werden kann. Wenn eine Messeinrichtung zum Messen des Abstandes eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf der anderen der beiden Seiten der Fräswalze vorgesehen ist, können die Höhenprofil-Daten aus der Folge der gemessenen Abstandswerte gewonnen werden. Bei dieser Ausführungsform ist die Profildaten-Ermittlungseinrichtung derart ausgebildet, dass die Höhenprofil-Daten aus den Abstands-Daten gewonnen werden.

**[0032]** Die oben beschriebenen Frästiefenregelungen, die eine Voraussetzung für die Ermittlung der Höhenprofil-Daten aus den Querneigungs-Daten oder Abstands-Daten ist, sind aus dem Stand der Technik bekannt. Diese Frästiefenregelungen sind beispielsweise in der DE 10 2006 020 293 A im Einzelnen beschrieben.

**[0033]** Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im Einzelnen erläutert.

**[0034]** Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Straßenfräsmaschine in vereinfachter Darstellung,

Fig. 2 eine vereinfachte perspektivische Darstellung eines Straßenfertigers und

Fig. 3 eine stark vereinfachte schematische Darstellung des Maschinenzuges aus Straßenfräsmaschine und Straßenfertiger mit den für die Erfassung und Übertragung der Höhenprofil-Daten wesentlichen Komponenten.

**[0035]** Fig. 1 zeigt eine Seitenansicht einer selbstfahrenden Straßenfräsmaschine zum Abfräsen von Straßenbelägen in vereinfachter Darstellung. Die Straßenfräsmaschine 1 weist einen von einem Fahrwerk 2 getragenen Maschinenrahmen 3 auf. Das Fahrwerk 2 der Fräsmaschine umfasst vordere und hintere Kettenlaufwerke 4 und 5, die an der in Arbeitsrichtung A rechten und linken Seite des Maschinenrahmens 3 angeordnet sind. Anstelle von Kettenlaufwerken können auch Räder vorgesehen sein.

**[0036]** Zur Verstellung der Höhe und/oder Neigung des Maschinenrahmens 3 gegenüber der Oberfläche des Bodens 6 weist die Straßenfräsmaschine eine Hubeinrichtung 7 auf, die den einzelnen Kettenlaufwerken 4, 5 zugeordnete Hubsäulen 8 und 9 umfasst, von denen der Maschinenrahmen 3 getragen wird.

**[0037]** Die Straßenfräsmaschine 1 verfügt weiterhin über eine mit Fräswerkzeugen bestückte Fräswalze 10, die am Maschinenrahmen 3 zwischen den vorderen und hinteren Kettenlaufwerken 4, 5 in einem Fräswalzengehäuse 11 angeordnet ist, das an den Längsseiten von einem linken und rechten Kantenschutz 12 verschlossen ist. Zum Abtransport des abgefrästen Straßenbelags ist eine Fördereinrichtung 13 mit einem Förderband 14 vorgesehen. Die Fördereinrichtung 13 ist am in Arbeitsrich-

tung A gesehen hinteren Ende der Straßenfräsmaschine angeordnet, so dass das abgefräste Material von der vorausfahrenden Straßenfräsmaschine auf einen nachfolgenden Straßenfertiger verladen werden kann. Oberhalb des Fräswalzengehäuses 11 befindet sich am Maschinenrahmen 3 der Fahrstand 15 für den Maschinenführer.

**[0038]** Durch Einfahren und Ausfahren der Hubsäulen 8, 9 der Hubeinrichtung 7 kann die Höhe und Neigung des Maschinenrahmens 3 und der am Maschinenrahmen angeordneten Fräswalze 10 gegenüber der Bodenoberfläche 6 eingestellt werden. Es ist aber grundsätzlich auch möglich, die Höhe und Neigung der Fräswalze gegenüber dem feststehenden Maschinenrahmen zu verändern.

**[0039]** Fig. 2 zeigt eine vereinfachte perspektivische Darstellung eines selbstfahrenden Straßenfertigers 16. Der Straßenfertiger weist einen von Kettenlaufwerken 17 getragenen Maschinenrahmen 18 auf (Raupenfertiger). Anstelle von Kettenlaufwerken können auch Räder vorgesehen sein (Radfertiger). In einem in Arbeitsrichtung A vorderen Bereich des Maschinenrahmens 18 ist ein Vorratsbehälter 19 zur Aufnahme des einzubauenden Materials angeordnet. Am Heck des Straßenfertigers 16 befindet sich eine Einbaubohle 20 zum Einbau des Materials. Zwischen Vorratsbehälter 19 und Einbaubohle 20 ist der Fahrstand 21 angeordnet.

**[0040]** Die Einbaubohle 20 ist als eine auf dem einzubauenden Material schwimmende Bohle ausgebildet. Hierzu ist die Einbaubohle 20 mit dem Maschinenrahmen 18 beweglich über Holme 22 verbunden, die an beiden Seiten des Maschinenrahmens 18 vorgesehen sind.

**[0041]** Der Straßenfertiger 16 verfügt über eine Nivelliereinrichtung 23 (Fig. 3) zum Ausgleich von kurz- und langgestreckten Unebenheiten im Untergrund, so dass eine Fahrbahn in der gewünschten Ebenheit und Einbaudicke gefertigt werden kann. Die Nivelliereinrichtung 23 verfügt über Aktoren 24 zur Veränderung der Lage der Einbaubohle 20 und über eine Steuereinheit 23A (Fig. 3), die Steuersignale zum Ansteuern der Aktoren 24 erzeugt.

**[0042]** Die gewünschte Einbaudicke wird im Speziellen über die Verstellung des Anstellwinkels der Einbaubohle 20 erreicht, der durch die Höhe eines Bohlenzugpunktes bestimmt wird. Zur Verstellung des Bohlenzugpunktes können die Aktoren 24 der Nivelliereinrichtung 23 an den Seiten des Maschinenrahmens 18 vorgesehene Nivellierzylinder 26 umfassen. Mit den Nivellierzylindern 26 kann nicht nur der Anstellwinkel der Einbaubohle 20, sondern auch die Neigung der Bohle quer zur Fertigungsrichtung A verstellt werden.

**[0043]** Die Steuereinheit 23A der Nivelliereinrichtung 23 ist derart konfiguriert, dass die Einstellung der Lage der Einbaubohle 20 auf der Grundlage eines Höhenprofil-Datensatzes erfolgt, der eine Folge von die Höhe der Straßenoberfläche 6 in Längsrichtung beschreibenden Höhenprofil-Daten umfasst.

**[0044]** Die Straßenfräsmaschine 1 von Fig. 1 und der Straßenfertiger 16 von Fig. 2 werden erfindungsgemäß

als Maschinenzug betrieben, wobei die vorausfahrende Straßenfräsmaschine 1 die Höhenprofil-Daten liefert, aus denen der Höhenprofil-Datensatz für die Nivelliereinrichtung 23 des nachfolgenden Straßenfertigers 16 gewonnen wird.

**[0045]** Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf Fig. 3 im Einzelnen beschrieben, wie die Höhenprofil-Daten von der Straßenfräsmaschine 1 ermittelt werden und der Höhenprofil-Datensatz aus den Höhenprofil-Daten gewonnen wird. Fig. 3 zeigt den Maschinenzug aus Straßenfräsmaschine 1 und Straßenfertiger 16 mit den für die Erfassung und Übertragung der Höhenprofil-Daten wesentlichen Komponenten in stark vereinfachter schematischer Darstellung.

**[0046]** Die Höhenprofil-Daten werden von der Straßenfräsmaschine 1 an den Straßenfertiger 16 übermittelt. Die Straßenfräsmaschine 1 weist eine Datenübermittlungseinrichtung 27 zum Übermitteln der Höhenprofil-Daten und der Straßenfertiger 16 weist eine Datenempfangseinrichtung 28 zum Empfangen der Höhenprofil-Daten auf. Die Datenübermittlungseinrichtung und die Datenempfangseinrichtung können eine Sendeeinrichtung 27, 28 sein. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Sendeeinrichtung 27 ein Funksender und die Empfangseinrichtung 28 ein Funkempfänger, so dass die Signale drahtlos übertragen werden können. Funksender und Funkempfänger können Teil eines WLAN sein.

**[0047]** Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird der Straßenbelag einer schadhafte Fahrbahn mit der Straßenfräsmaschine 1 abgefräst und mit dem Straßenfertiger 16 wird das abgefräste und wiederaufbereitete Material als neuer Belag wieder eingebaut.

**[0048]** Die Straßenfräsmaschine 1 bewegt sich mit einer vorgegebenen Vorschubgeschwindigkeit beispielsweise auf der rechten Straßenhälfte, wobei sich die Fräswalze 10 quer zur Arbeitsrichtung A über die Breite der rechten Straßenhälfte erstreckt.

**[0049]** In Fig. 3 wird das ursprüngliche Profil in der Mitte der Straße (Mittengradiente) und im Bereich des rechten Straßenrandes (Außengradiente) gezeigt. Die Mittengradiente 29 zeigt im Wesentlichen keine Vertiefungen bzw. Erhöhungen. Allerdings sind an der Außengradiente 30 Vertiefungen 31 bzw. Erhöhungen deutlich zu erkennen. Auf der Y-Achse ist die Höhe der Fahrbahn entlang einer Linie in Längsrichtung der Fahrbahn, d. h. der Mitten- oder Außengradiente, und auf der X-Achse ist die Wegstrecke aufgetragen.  $\Delta z_n$  bezeichnet den vertikalen Abstand zwischen der Mittengradiente 29 und der Außengradiente 30 an einem Punkt  $a_n$  auf der Wegstrecke, beispielsweise  $\Delta z_1$  bezeichnet den vertikalen Abstand zwischen der Mittengradiente 29 und der Außengradiente 30 am Wegpunkt  $a_1$ . Die Fahrbahn ist zum Rand um den Winkel  $\alpha$  geneigt. Der Winkel  $\alpha$  ist dabei abhängig von dem horizontalen Abstand und dem vertikalen Abstand  $\Delta z_n$  zwischen Mittengradiente 29 und Außengradiente 30. Da der horizontale Abstand zwischen Mittengradiente 29 und Außengradiente 30 bekannt ist

und im Verlauf der Bodenbearbeitung konstant bleibt, ist der Winkel  $\alpha$  am Wegpunkt  $a_n$  geeignet, den vertikalen Abstand  $\Delta z_n$  zu bestimmen.

**[0050]** Die Fräsmaschine verfügt über eine Frästiefen-Regleinrichtung 33 zur Ansteuerung der Hubsäulen 8, 9, die eine erste Messeinrichtung 33A zum Messen des Abstandes eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine 1 zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf der in Arbeitsrichtung A linken Seite der Fräswalze 10 und/oder eine zweite Messeinrichtung 33B zum Messen des Abstandes eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf der in Arbeitsrichtung A rechten Seite der Fräswalze 10 aufweist.

**[0051]** Zur Erfassung des Höhenprofils wird die erfindungsgemäße Straßenfräsmaschine 1 mit der Frästiefen-Regleinrichtung 33 vorzugsweise derart betrieben, dass die mit der Fräswalze 10 bearbeitete Straßenoberfläche eine Kopie der unbearbeiteten Oberfläche darstellt, d. h. in Längsrichtung über die gesamte Breite der Fräswalze immer weitgehend die gleiche Schichtdicke abgetragen wird. Hierzu wird von den beiden Messeinrichtungen 33A, 33B auf der rechten oder linken Seite der Fräswalze 10 die aktuelle Frästiefe erfasst. Stellt eine der Frästiefen-Messeinrichtungen 33A, 33B eine abweichende Frästiefe fest, erfolgt eine entsprechende Korrektur. Ist beispielsweise im Randbereich der Straße eine Vertiefung vorhanden, wird diese dadurch ausgeglichen, dass auf dieser Seite des Maschinenrahmens 3 die Frästiefe erhöht wird, indem die Hubsäulen 8, 9, beispielsweise Kolben-Zylinderanordnungen, auf dieser Seite eingefahren werden. Ist im Randbereich hingegen eine Erhöhung vorhanden, so wird die Frästiefe vermindert, indem die Hubsäulen auf dieser Seite des Maschinenrahmens ausgefahren werden. Wenn man davon ausgeht, dass die Fahrbahnmitte weitgehend frei von Bodenwellen ist, so ergibt sich, dass auf der zur Fahrbahnmitte ausgerichteten Seite des Maschinenrahmens kaum Regelungseingriffe der Frästiefenregelung notwendig sind. Der Randbereich einer sanierungsbedürftigen Straße weist jedoch erfahrungsgemäß (durch Setzungen im Bankettbereich, ungleiche Belastungen o. ä.) häufig Unebenheiten vorhanden auf, so dass auf der dem Randbereich zugewandten Maschinenseite häufig Regelungseingriffe notwendig sind.

**[0052]** Aufgrund der Regeleinriffe der Frästiefen-Regleinrichtung 33 verändert sich die Querneigung des Maschinenrahmens 3 beim Vorschub der Fräsmaschine. Die sich ändernde Querneigung kann also als ein Maß für die Tiefe der Vertiefung in Bezug auf eine mittlere Höhe der Straßenoberfläche, insbesondere der Mittengradiente, aufgefasst werden, d. h. die Querneigung des Maschinenrahmens beschreibt das Höhenprofil der Straßenoberfläche am Rand der Fahrbahn.

**[0053]** Zum Messen des Abstandes  $\Delta x$  zwischen einem Referenzpunkt auf der Straßenfräsmaschine und der nicht bearbeitenden Straßenoberfläche kann die erste oder zweite Messeinrichtung 33A, 33B einen Ab-



standssensor aufweisen, der ein taktiler oder berührungsloser Abstandssensor sein kann. Beispielsweise kann der Abstandssensor ein Ultraschallsensor sein. Der Abstandssensor kann auch ein die Position des linken bzw. rechten Kantenschutzes 12 der Fräsmaschine erfassender Sensor sein, beispielsweise ein Seilzugsensor. Die beiden Messeinrichtungen 33A, 33B erzeugen ein mit dem Abstand korrelierendes Messsignal, das die Frästiefen-Regeleinrichtung 33 der Straßenfräsmaschine 1 empfängt. Die Frästiefen-Regeleinrichtung 33 ist derart konfiguriert, dass die Hubsäulen 8, 9 in Abhängigkeit von den Messsignalen derart ein- bzw. ausgefahren werden, dass beim Vorschub der Straßenfräsmaschine die Frästiefe an der in Arbeitsrichtung linken und rechten Seite der Fräswalze 10 unabhängig von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche im Wesentlichen konstant gehalten wird. Eine derartige Frästiefen-Regeleinrichtung ist aus der DE 10 2006 020 293 A1 bekannt.

**[0054]** Die Straßenfräsmaschine 1 verfügt weiterhin über eine Profildaten-Ermittlungseinrichtung 36, die einen Querneigungssensor 37 aufweist. Die sich infolge von Bodenwellen verändernde Querneigung  $\alpha$  des Maschinenrahmens 3 bzw. der Fräswalze 10 wird von dem Querneigungssensor 37 während des Vorschubs der Straßenfräsmaschine erfasst. Die Querneigung kann während des Vorschubs kontinuierlich gemessen werden oder in vorgegebenen Zeitabständen, um die Höhenprofil-Daten zu erzeugen. Die Höhenprofil-Daten können beispielsweise die in bestimmten Zeitabständen von der Profildaten-Ermittlungseinrichtung ausgelesenen Daten des Querneigungssensors 37 sein. Aus den Daten des Querneigungssensors 37 ermittelt die Profildaten-Ermittlungseinrichtung 36 während des Vorschubs der Fräsmaschine eine Folge von die Höhe des Profils an den Wegpunkten  $a_1, a_2, a_3 \dots a_n$  beschreibenden Höhenprofil-Daten  $(\Delta z_1, \Delta z_2, \Delta z_3, \dots, \Delta z_n)$ . Wenn eine Straßenfräsmaschine bereits über diese Frästiefen-Regeleinrichtung verfügt, sind zusätzliche Komponenten für die Ermittlung der Höhenprofil-Daten nicht erforderlich.

**[0055]** Die Profildaten-Ermittlungseinrichtung 36 kann über ein Globales Positionsbestimmungssystem (GPS) 38 verfügen, das zu den Zeitpunkten, zu denen die Daten des Querneigungssensors 37 ausgelesen werden, d. h. an den Wegpunkten  $a_1, a_2, a_3 \dots a_n$  Positions-Daten  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3) \dots (x_n, y_n)$  zur Verfügung stellt, um aus den Höhenprofil-Daten  $(\Delta z_1, \Delta z_2, \Delta z_3, \dots, \Delta z_n)$  raumbezogene Höhenprofil-Daten zu ermitteln. Die Profildaten-Ermittlungseinrichtung 36, die während des Vorschubs der Fräsmaschine eine Folge von die Höhe des Profils an den Wegpunkten  $a_1, a_2, a_3 \dots a_n$  beschreibenden Höhenprofil-Daten  $(\Delta z_1, \Delta z_2, \Delta z_3, \dots, \Delta z_n)$  ermittelt, ordnet den Höhenprofil-Daten an den einzelnen Wegpunkten die mit dem GPS-System ermittelten Daten  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3) \dots (x_n, y_n)$  zu. Zur Ermittlung der Positions-Daten  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3) \dots (x_n, y_n)$  kann aber auch ein Wegstreckenzähler vorgesehen sein. Die Positionsdaten können auch aus der Vorschubgeschwindigkeit und der Zeit berechnet werden, die von

der Straßenfräsmaschine 1 benötigt wird, um einen bestimmten Wegpunkt  $a_1, a_2, a_3 \dots a_n$  zu erreichen.

**[0056]** Aus den raumbezogenen Höhenprofil-Daten  $\Delta z_n(x_n, y_n)$  wird ein raumbezogener Höhenprofil-Datensatz [Datei:  $(\Delta z_1(x_1, y_1), \Delta z_2(x_2, y_2), \Delta z_3(x_3, y_3) \dots \Delta z_n(x_n, y_n))$ ] gewonnen, der das relative Höhenprofil in Längsrichtung eines bestimmten Straßenabschnitts, insbesondere entlang der Außengradiente, beschreibt.

**[0057]** Es ist aber auch möglich, ein absolutes Höhenprofil zu ermitteln.

In diesem Fall wird die absolute Höhe der Mittengradiente 29 bestimmt. Wenn die absolute Höhe der Mittengradiente 29 bekannt ist, können aus den relativen Höhenprofil-Daten  $(\Delta z_1, \Delta z_2, \Delta z_3, \dots, \Delta z_n)$  absolute Höhenprofil-Daten  $(z_1, z_2, z_3, \dots, z_n)$  und ein raumbezogener absoluter Höhenprofil-Datensatz berechnet werden, der das absolute Höhenprofil in Längsrichtung eines bestimmten Straßenabschnitts, insbesondere entlang der Außengradiente, beschreibt.

**[0058]** Zur Gewinnung des Höhenprofil-Datensatzes ist eine Auswerteeinrichtung 39 vorgesehen, die in der Straßenfräsmaschine 1 oder dem Straßenfertiger 16 vorgesehen sein kann. Wenn die Auswerteeinrichtung 39 in der Straßenfräsmaschine 1 vorgesehen ist, wird mit der Datenübermittlungseinrichtung 27 der gesamte Datensatz oder ein Teil des Datensatzes an die Datenempfangseinrichtung 28 übermittelt. Vorzugsweise ist die Auswerteeinrichtung 39 in der Straßenfräse 1 vorgesehen. Die Auswerteeinrichtung 39 kann dann Bestandteil der Frästiefen-Regeleinrichtung 33 der Straßenfräse 1 sein.

**[0059]** Die Auswerteeinrichtung 39 kann derart konfiguriert sein, dass die Höhenprofil-Daten nach bekannten statistischen Auswerteverfahren ausgewertet werden. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann aus den gemessenen Querneigungen der Mittelwert gebildet werden. Weiterhin kann bei dem Ausführungsbeispiel vorgesehen sein, dass vor der Mittelwertbildung außerhalb vorgegebener Grenzbereiche liegende Daten verworfen werden. Bei diesen Messwerten wird davon ausgegangen, dass Fehlmessungen vorliegen, oder mit der Messeinrichtung nicht die Straßenoberfläche selbst, sondern auf der Straße liegende Objekte, beispielsweise größere Steine erfasst wurden.

**[0060]** In dem Straßenfertiger 16 kann der Höhenprofil-Datensatz zur Ansteuerung der Aktoren 24 der Nivelliereinrichtung 23 des Straßenfertigers 16 verwendet werden. Die Steuereinheit 23A der Nivelliereinrichtung 23 kann beispielsweise derart konfiguriert sein, dass die Nivellierzylinder 26 auf der Grundlage des Höhenprofil-Datensatzes ein- bzw. ausgefahren werden. Beispielsweise kann in Abhängigkeit von den Höhenprofil-Daten der Anstellwinkel und/oder die Querneigung der Einbaubohle 20 eingestellt wird. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Querneigung der Einbaubohle 20 in Abhängigkeit von dem Höhenprofil derart verändert, dass Vertiefungen auf der rechten Fahrbahnseite ausgeglichen werden. Bei einer Vertiefung beispielsweise

wird die Neigung der Einbaubohle 20 verringert, so dass eine größere Menge an Material auf der rechten Seite eingebaut wird. Mit einem geeigneten Auswertalgorithmus können somit Unebenheiten im Untergrund ausglichen werden.

**[0061]** Alternativ können die notwendigen Änderungen des Anstellwinkels und/oder der Querneigung der Einbaubohle 20 bereits von der Auswerteinrichtung 39 auf Grundlage des Höhenprofil-Datensatzes ermittelt werden. Ist die Auswerteinrichtung 39 an der Straßenfräse 1 vorgesehen, ist es in diesem Falle ausreichend, wenn von der Datenübermittlungseinrichtung 27 nicht der gesamte Höhenprofil-Datensatz, sondern lediglich Steuerungsanweisungen für die Aktoren insbesondere an eine Datenempfangseinrichtung 28 übertragen werden.

**[0062]** Von Vorteil ist, dass der mit der vorausfahrenden Straßenfräsmaschine 1 ermittelte Höhenprofil-Datensatz Daten über einen größeren Streckenabschnitt der Straße umfassen kann, ohne dass zur Ermittlung dieser Daten eine große Anzahl von Sensoren erforderlich wäre. Auch ist ein Ausleger an dem Straßenfertiger 16 zur Befestigung einer Mehrzahl von Sensoren nicht erforderlich, der im Übrigen in seinen räumlichen Abmessungen im Wesentlichen auf die Länge des Fertigers beschränkt wäre. Selbst die Gradienten von kurvigen Straßen können problemlos erfasst und dem Straßenfertiger zur Verfügung gestellt werden.

**[0063]** Die Frästiefen-Regeleinrichtung 33 der Straßenfräsmaschine 1 und die Nivelliereinrichtung 23 des Straßenfertigers 16 können beispielsweise einen allgemeinen Prozessor, einen digitalen Signalprozessor (DSP) zur kontinuierlichen Bearbeitung digitaler Signale, einen Mikroprozessor, eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), einen aus Logikelementen bestehenden integrierten Schaltkreis (FPGA) oder andere integrierte Schaltkreise (IC) oder Hardware-Komponenten aufweisen, um die Ansteuerung der Aktoren auszuführen. Auf den Hardware-Komponenten kann ein Datenverarbeitungsprogramm (Software) laufen. Es ist auch eine Kombination der verschiedenen Komponenten möglich.

**[0064]** Ein alternative Ausführungsform setzt eine im Stand der Technik bekannte Frästiefen-Regeleinrichtung zur Ansteuerung der Hubsäulen 8, 9 voraus, die eine Messeinrichtung zum Messen des Abstandes eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf nur einer der beiden Seiten der Fräswalze 10 aufweist. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist eine Messeinrichtung 33A nur auf der linken Seite des Maschinenrahmens 3 vorgesehen. Die Frästiefen-Regeleinrichtung 33 ist derart ausgebildet ist, dass die Hubsäulen 8, 9 derart ein- bzw. ausgefahren werden, dass beim Vorschub der Straßenfräsmaschine die Frästiefe auf der einen der beiden Seiten der Fräswalze unabhängig von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche im Wesentlichen konstant gehalten wird. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel

wird die Frästiefe auf der linken Seite konstant gehalten. Darüber hinaus ist eine Querneigungs-Regeleinrichtung 40 vorgesehen, die derart ausgebildet ist, dass die Hubsäulen 8, 9 derart angesteuert werden, dass die Querneigung des Maschinenrahmens 3 beim Vorschub der Straßenfräsmaschine unabhängig von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche im Wesentlichen konstant gehalten wird, so dass sich für die abgefräste Fläche eine vorgegebene Querneigung ergibt. Dies führt aber dazu, dass auf der rechten Seite in Längsrichtung nicht immer die gleiche Schichtdicke abgetragen wird, beispielsweise im Bereich einer Vertiefung nur eine geringere Schichtdicke und im Bereich einer Erhöhung eine größere Schichtdicke als die mittlere Schichtdicke. Die Querneigungs-Regeleinrichtung kann Bestandteil der Frästiefen-Regeleinrichtung sein, die wiederum Bestandteil einer zentralen Steuer- und Recheneinheit sein kann.

**[0065]** Mit einer zweiten Messeinrichtung 33B zum Messen des Abstandes eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf der anderen der beiden Seiten der Fräswalze 10, bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der rechten Seite, wird eine Folge von Abstandsdaten erzeugt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Profildaten-Ermittlungseinrichtung 36 derart ausgebildet, dass die Höhenprofil-Daten aus den Abstandsdaten zweiten Messeinrichtung 33B gewonnen werden. Eine derartige Frästiefen-Regeleinrichtung, die über zwei Messeinrichtungen auf der linken und rechten Seite und eine Querneigungsregelung zur Einstellung einer bestimmten Querneigung verfügt, ist aus der DE 10 2006 020 293 A1 bekannt.

## 35 Patentansprüche

1. Maschinenzug aus einer vorausfahrenden Straßenfräsmaschine (1), die einen von Kettenlaufwerken (3, 4) oder Rädern getragenen Maschinenrahmen (3) und eine an dem Maschinenrahmen angeordnete Fräswalze (10) zum Abfräsen von Material aufweist, und einem nachfolgenden Straßenfertiger (16), der einen von Kettenlaufwerken (17) oder Rädern getragenen Maschinenrahmen (18) aufweist, an dem ein Vorratsbehälter (19) für einzubauendes Material und eine Einbaubohle (20) zum Einbau von Material angeordnet ist, wobei der Straßenfertiger (16) eine Nivelliereinrichtung (23) zum Einstellen der Lage der Einbaubohle (20) aufweist, und die Nivelliereinrichtung (23) derart ausgebildet ist, dass die Lage der Einbaubohle (20) in Bezug auf eine Referenzlinie oder Referenzfläche veränderbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Straßenfräsmaschine (1) eine Profildaten-Ermittlungseinrichtung (36) für die Nivelliereinrichtung (23) des Straßenfertiger (16) aufweist, wobei die Profildaten-Ermittlungseinrichtung (36) derart konfiguriert ist, dass während des Vorschubs der Stra-

- ßenfräsmaschine eine Folge von die Höhe der Straßenoberfläche (6) in Längsrichtung beschreibenden Höhenprofil-Daten ermittelt werden, und eine Datenübermittlungseinrichtung (27) zum Übermitteln der Höhenprofil-Daten an den Straßenfertiger aufweist. 5
2. Maschinenzug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Straßenfertiger eine Datenempfangseinrichtung (28) zum Empfangen der Höhenprofil-Daten aufweist. 10
3. Maschinenzug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nivelliereinrichtung (23) des Straßenfertigers (16) mindestens einen Aktor (24) zur Veränderung der Lage der Einbaubohle (20) und eine Steuereinheit (23A) aufweist, die derart konfiguriert ist, dass die Steuereinheit (23A) in Abhängigkeit von einem aus den Höhenprofil-Daten gewonnenen Höhenprofil-Datensatz ein Steuersignal zum Ansteuern des mindestens einen Aktors (24) erzeugt. 15 20
4. Maschinenzug nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Straßenfräsmaschine (1) oder der Straßenfertiger (16) eine Auswerteeinrichtung (39) aufweist, die derart ausgebildet ist, dass zur Gewinnung des Höhenprofil-Datensatzes die Höhenprofil-Daten statistisch ausgewertet werden. 25
5. Maschinenzug nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinrichtung (39) derart konfiguriert ist, dass die statistische Auswertung der Höhenprofil-Daten eine Mittelwertbildung und/oder die Verwerfung außerhalb vorgegebener Grenzbe- 30 35
6. Maschinenzug nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinrichtung (39) an der Straßenfräsmaschine (1) vorgesehen ist. 40
7. Maschinenzug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Straßenfräsmaschine (1) eine Einrichtung (38) zur Ermittlung raumbezogener Daten aufweist, wobei die Profildaten-Ermittlungseinrichtung (36) derart konfiguriert ist, dass aus den Höhenprofil-Daten raumbezogene Höhenprofil-Daten gewonnen werden. 45
8. Maschinenzug nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Laufwerke (4, 5) oder Räder der Straßenfräsmaschine (1) über Hubsäulen (8, 9) an dem Maschinenrahmen (3) derart befestigt sind, dass zur Einstellung der Frästiefe der Fräswalze (10) die Höhe des Maschinenrahmens (3) gegenüber der Oberfläche des Bodens ver- 50 55
- änderbar ist.
9. Maschinenzug nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Straßenfräsmaschine (1) einen Querneigungssensor (37) aufweist, der in Abhängigkeit von der Querneigung des Maschinenrahmens (3) eine Folge von Querneigungs-Daten erzeugt, wobei die Profildaten-Ermittlungseinrichtung (36) derart ausgebildet ist, dass die Höhenprofil-Daten aus den Querneigungs-Daten gewonnen werden.
10. Maschinenzug nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Straßenfräsmaschine eine Frästiefen-Regeleinrichtung (33) zur Ansteuerung der Hubsäulen (8, 9) aufweist, die eine erste Messeinrichtung (33A) zum Messen des Abstandes eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine (1) zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf der in Arbeitsrichtung (A) linken Seite der Fräswalze (10) und eine zweite Messeinrichtung zum Messen des Abstandes eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf der in Arbeitsrichtung (A) rechten Seite der Fräswalze (10) aufweist, wobei die Frästiefen-Regeleinrichtung (33) derart ausgebildet ist, dass die Hubsäulen (8, 9) derart angesteuert werden, dass beim Vorschub der Straßenfräsmaschine die Frästiefe an der in Arbeitsrichtung linken und rechten Seite der Fräswalze unabhängig von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche im Wesentlichen konstant gehalten wird.
11. Maschinenzug nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Messeinrichtung (33A, 33B) zum Messen des Abstandes eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf einer der beiden Seiten der Fräswalze (10) vorgesehen ist, die eine Folge von Abstands-Daten erzeugt, wobei die Profildaten-Ermittlungseinrichtung (36) derart ausgebildet ist, dass die Höhenprofil-Daten aus den Abstands-Daten gewonnen werden.
12. Maschinenzug nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Straßenfräsmaschine eine Frästiefen-Regeleinrichtung (33) zur Ansteuerung der Hubsäulen (8, 9) aufweist, die eine Messeinrichtung (33A) zum Messen des Abstandes eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf einer der beiden Seiten der Fräswalze (10) aufweist, wobei die Frästiefen-Regeleinrichtung derart ausgebildet ist, dass die Hubsäulen (8, 9) derart angesteuert werden, dass beim Vorschub der Straßenfräsmaschine die Frästiefe auf der einen der beiden Seiten der Fräswalze (10) unabhängig von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche im Wesentlichen konstant gehalten wird, wobei eine Querneigungs-Regeleinrichtung (40) vorgesehen ist, die derart ausgebildet ist, dass die Hubsäulen (8, 9) derart angesteuert werden, dass die Querneigung des Maschinenrahmens

(3) beim Vorschub der Straßenfräsmaschine unabhängig von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche im Wesentlichen konstant gehalten wird.

13. Verfahren zum Betreiben einer Straßenfräsmaschine (1), die einen von Kettenlaufwerken (4, 5) oder Rädern getragenen Maschinenrahmen (3) und eine an dem Maschinenrahmen angeordnete Fräswalze (10) zum Abfräsen von Material aufweist, und eines Straßenfertigers (16), der einen von Kettenlaufwerken (17) oder Rädern getragenen Maschinenrahmen (18) aufweist, an dem ein Vorratsbehälter (19) für einzubauendes Material und eine Einbaubohle (20) zum Einbau von Material angeordnet ist, wobei die Lage der Einbaubohle in Bezug auf eine Referenzlinie oder Referenzfläche veränderbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Einstellen der Lage der Einbaubohle (20) des Straßenfertigers (16) während des Vorschubs der Straßenfräsmaschine eine Folge von die Höhe der Straßenoberfläche in Längsrichtung beschreibende Höhenprofil-Daten ermittelt werden, und die Höhenprofil-Daten mit einer Datenübermittlungseinrichtung (27) an den Straßenfertiger übermittelt werden. 5 10 15 20 25
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Höhenprofil-Daten von einer Datenempfangseinrichtung (28) des Straßenfertigers (16) empfangen werden. 30
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Abhängigkeit von einem aus den Höhenprofil-Daten gewonnenen Höhenprofil-Datensatz mindestens ein Aktor (24) zur Veränderung der Lage der Einbaubohle (20) angesteuert wird. 35
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Gewinnung des Höhenprofil-Datensatzes die Höhenprofil-Daten statistisch ausgewertet werden. 40
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die statistische Auswertung der Höhenprofil-Daten eine Mittelwertbildung und/oder die Verwerfung außerhalb vorgegebener Grenzbereiche liegender Höhenprofil-Daten umfasst. 45
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus den Höhenprofil-Daten raumbezogene Höhenprofil-Daten gewonnen werden. 50
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine (1) zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf der in Arbeitsrichtung (A) linken Seite der Fräs-

walze (10) und der Abstand eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf der in Arbeitsrichtung (A) rechten Seite der Fräswalze (10) gemessen wird, wobei die Frästiefe der Fräswalze (10) derart geregelt wird, dass beim Vorschub der Straßenfräsmaschine die Frästiefe an der in Arbeitsrichtung linken und rechten Seite der Fräswalze unabhängig von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche im Wesentlichen konstant gehalten wird, und wobei die Querneigung des Maschinenrahmens (3) der Straßenfräsmaschine (1) gemessen wird und in Abhängigkeit von der Querneigung eine Folge von Querneigungs-Daten erzeugt werden und die Höhenprofil-Daten aus den Querneigungs-Daten gewonnen werden.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf einer der beiden Seiten der Fräswalze (10) gemessen wird, wobei die Frästiefe der Fräswalze (10) derart geregelt wird, dass beim Vorschub der Straßenfräsmaschine die Frästiefe auf der einen der beiden Seiten der Fräswalze unabhängig von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche im Wesentlichen konstant gehalten wird, wobei eine Querneigungsregelung vorgesehen ist, die derart ausgebildet ist, dass die Querneigung des Maschinenrahmens (3) beim Vorschub der Straßenfräsmaschine unabhängig von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche im Wesentlichen konstant gehalten wird, und wobei der Abstand eines Referenzpunktes auf der Straßenfräsmaschine zu der Oberfläche des nicht bearbeiteten Bodens auf einer der beiden Seiten der Fräswalze gemessen wird und eine Folge von Abstands-Daten erzeugt werden und die Höhenprofil-Daten aus den Abstands-Daten gewonnen werden. 55

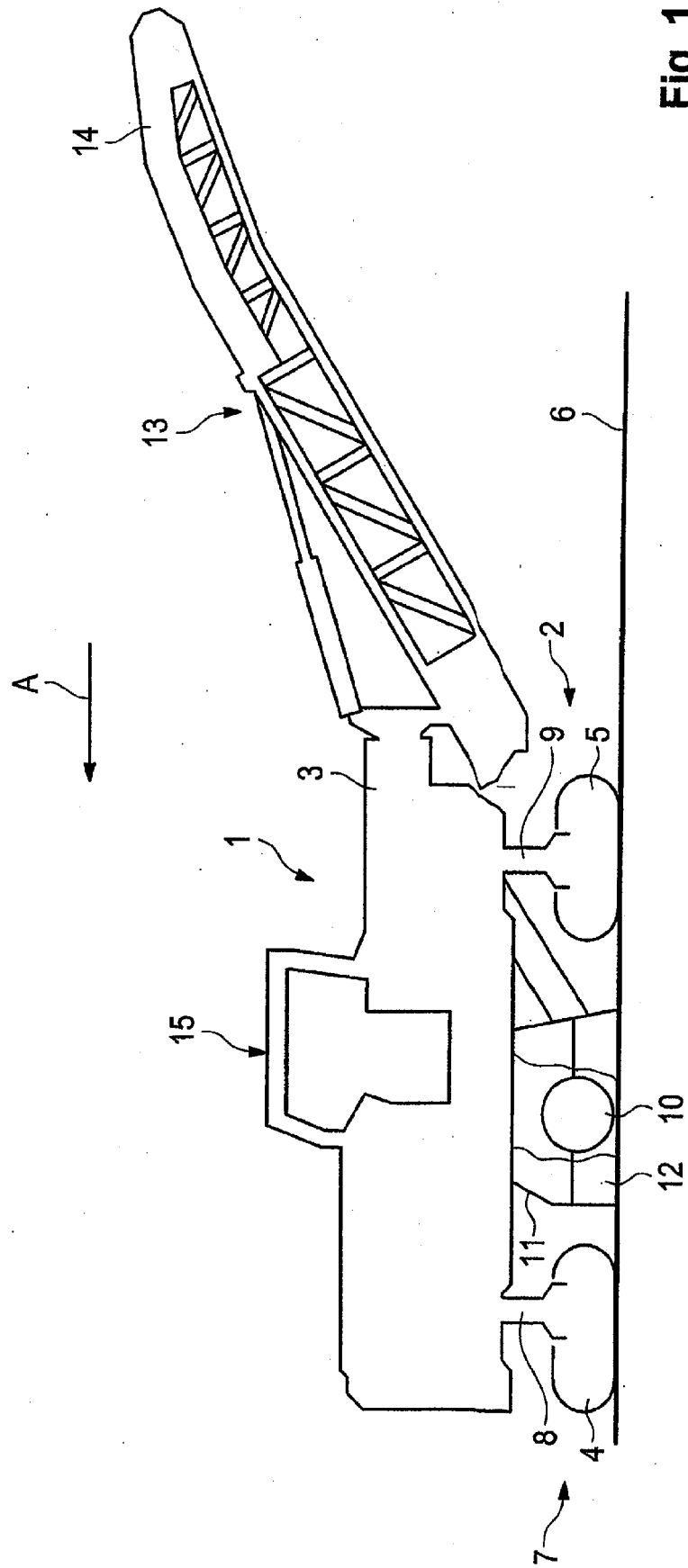


Fig. 1

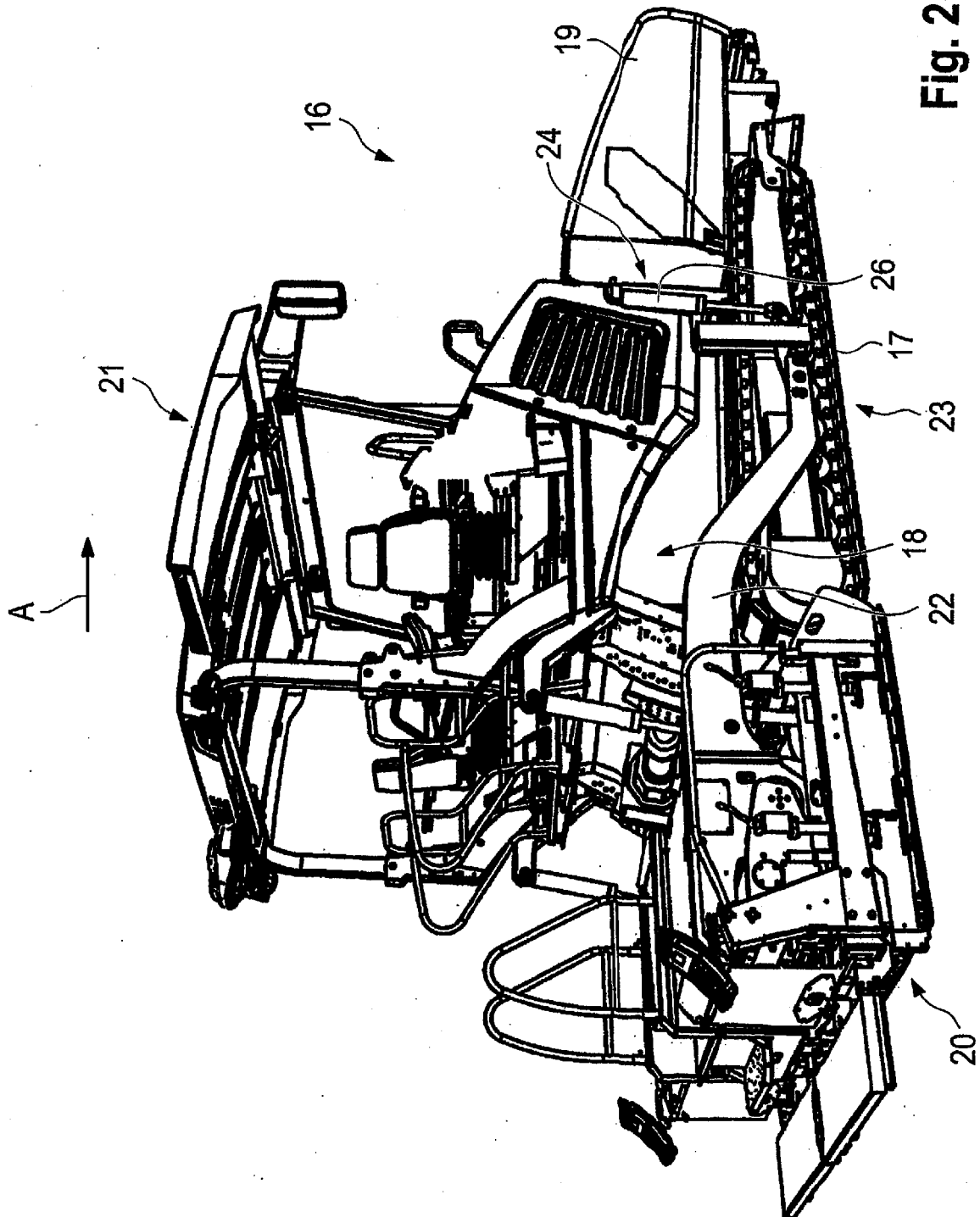
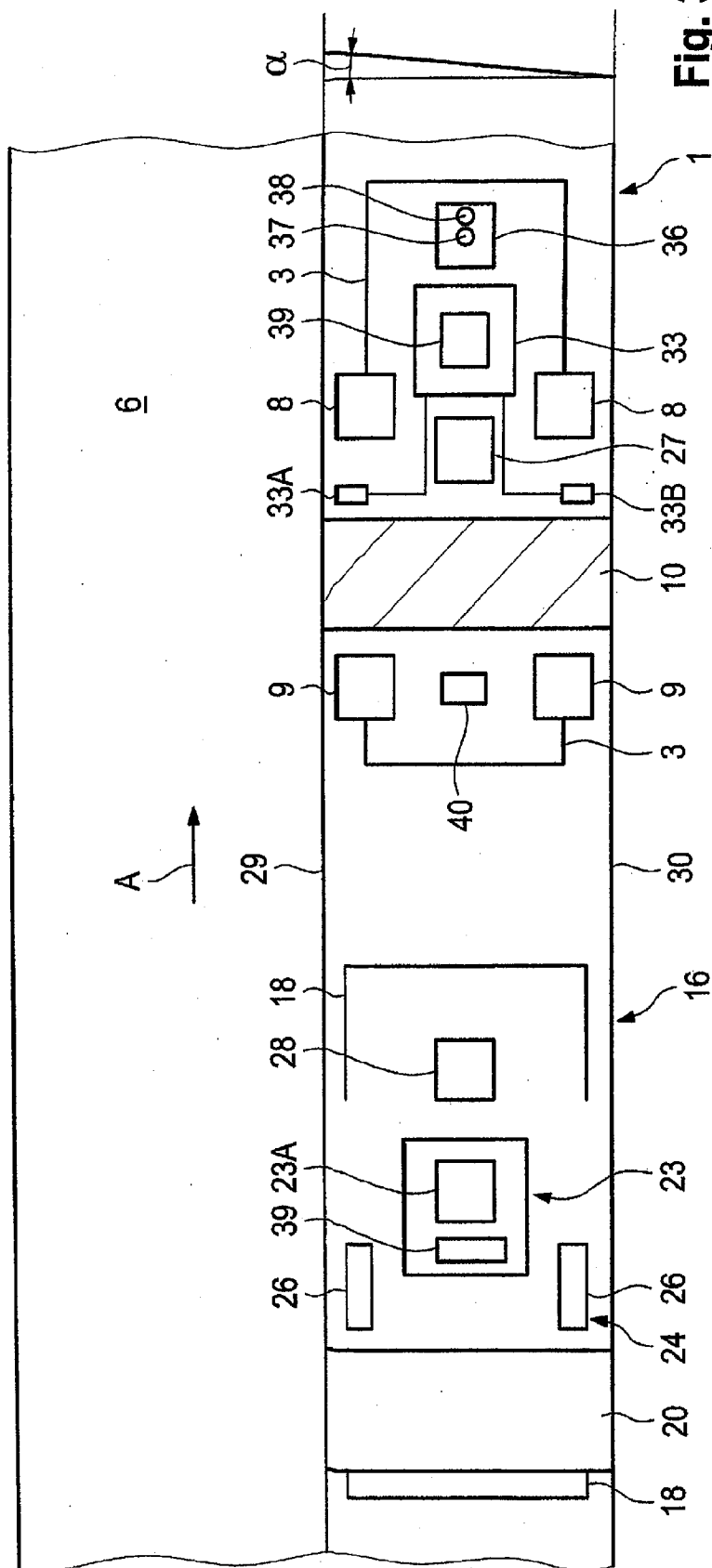
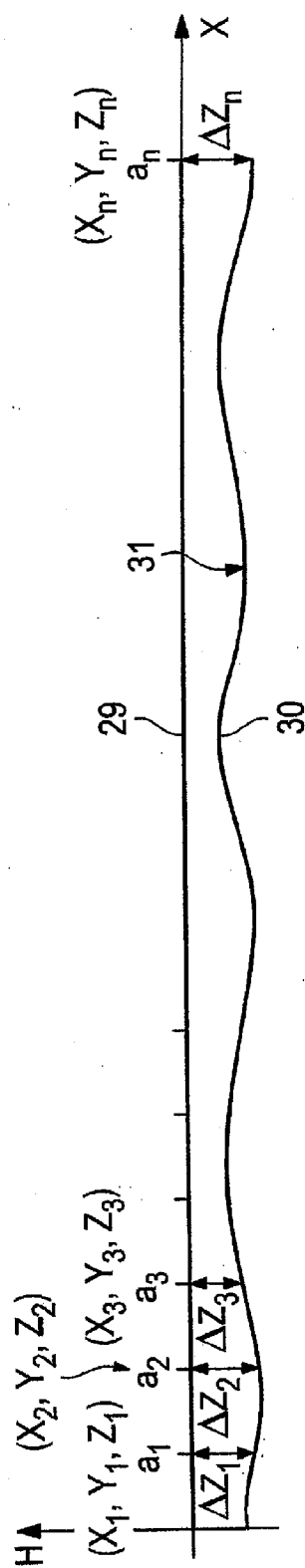


Fig. 2



**Fig. 3**



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 20 18 0921

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	US 2009/317186 A1 (GLEE KATHERINE C [US] ET AL) 24. Dezember 2009 (2009-12-24)	1-8, 11-18, 20	INV. E01C23/088
A	* Absätze [0001], [0002], [0007], [0012] - [0017], [0025], [0028], [0031] *	9, 10, 19	E01C19/48 E01C19/00
	* Abbildungen 1, 2 *		
A	DE 10 2016 006006 A1 (CATERPILLAR PAVING PRODUCTS INC [US]) 24. November 2016 (2016-11-24)	1-20	
	* Absätze [0001], [0008], [0015], [0016], [0028], [0048], [0049], [0069] *		
	* Anspruch 1; Abbildungen 1, 3 *		
A	EP 1 959 056 A2 (WIRTGEN GMBH [DE]) 20. August 2008 (2008-08-20)	1-20	
	* Absätze [0001], [0004], [0005], [0010], [0013], [0015], [0016], [0017], [0035] - [0037], [0047], [0049], [0063], [0070] *		
	* Abbildungen 1-2 *		
A, P	WO 2017/100312 A1 (CATERPILLAR PAVING PRODUCTS INC [US]) 15. Juni 2017 (2017-06-15)	1-20	
	* das ganze Dokument *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E01C G05G
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		1. Oktober 2020	Kremsler, Stefan
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			

 1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



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

EP 20 18 0921

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.

01-10-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2009317186 A1	24-12-2009	KEINE	
DE 102016006006 A1	24-11-2016	CN 106168010 A	30-11-2016
		DE 102016006006 A1	24-11-2016
		US 2016341595 A1	24-11-2016
EP 1959056 A2	20-08-2008	CN 101246357 A	20-08-2008
		CN 201222182 Y	15-04-2009
		DE 102007007970 A1	28-08-2008
		EP 1959056 A2	20-08-2008
		JP 5414185 B2	12-02-2014
		JP 2008202396 A	04-09-2008
		US 2008216021 A1	04-09-2008
WO 2017100312 A1	15-06-2017	CN 108368682 A	03-08-2018
		EP 3387189 A1	17-10-2018
		EP 3712329 A1	23-09-2020
		US 2017167089 A1	15-06-2017
		WO 2017100312 A1	15-06-2017

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**

- DE 102006020293 A1 [0008] [0053] [0065]
- EP 0542378 B1 [0009]
- EP 0542297 B1 [0010]
- DE 102006020293 A [0032]