

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 756 656 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**17.09.1997 Patentblatt 1997/38**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **E01C 23/088**, E01C 23/06

(86) Internationale Anmeldenummer:

**PCT/EP96/00556**

(21) Anmeldenummer: **96904046.8**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

**WO 96/24725 (15.08.1996 Gazette 1996/37)**

(22) Anmeldetag: **09.02.1996**

(54) **MASCHINE ZUM BEARBEITEN VON FAHRBAHNEN**

ROADWORKING MACHINE

ENGIN POUR TRAVAUX ROUTIERS

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI NL PT SE**

• **BUSLEY, Peter**

**D-56594 Willroth (DE)**

(30) Priorität: **12.02.1995 DE 19504495**

(74) Vertreter: **Dallmeyer, Georg, Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwälte**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.02.1997 Patentblatt 1997/06**

**Von Kreisler-Selting-Werner**  
**Bahnhofsvorplatz 1 (Deichmannhaus)**  
**50667 Köln (DE)**

(73) Patentinhaber: **WIRTGEN GmbH**  
**53578 Windhagen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

(72) Erfinder:

- **HÄHN, Günter**  
**D-53639 Königswinter (DE)**
- **SIMONS, Dieter**  
**D-53567 Buchholz (DE)**

<b>DE-A- 3 104 117</b>	<b>DE-C- 3 428 090</b>
<b>DE-U- 9 204 614</b>	<b>DE-U- 9 317 225</b>
<b>US-A- 5 078 540</b>	<b>US-A- 5 190 398</b>
<b>US-A- 5 259 692</b>	

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 0 756 656 B1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine selbstfahrende Arbeitsmaschine zum Bearbeiten von Fahrbahnen, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Derartige Baumaschinen werden für die Materialaufbereitung, nämlich z.B. das Stabilisieren ungenügend tragfähiger Böden, das Pulverisieren von harten Asphaltdecken bis hin zum Recyclen von gebundenen oder ungebundenen Fahrbahnoberflächen benötigt.

Die bekannten Baumaschinen weisen meistens eine in einer Arbeitskammer umlaufenden Arbeitswalze, die zur Anpassung an die zu bearbeitende Oberfläche in der Regel höhen- und neigungsverstellbar angeordnet ist.

In dieser Arbeitskammer finden, angepaßt an die jeweilige Anwendung, die notwendigen Prozesse statt, wie z.B. Ablösen und Zerkleinern des abgefrästen Fahrbahnmaterials, Zugabe von Bindemitteln, Vermischen und Verteilen von zugesetzten Materialien usw.

Man unterteilt den erfindungsgemäßen Arbeitsprozeß auch in einen Gegenlauf-Arbeitsprozeß bzw. einen Gleichlauf-Arbeitsprozeß, je nachdem ob die Walzen-Umfangskraft bei gleicher Drehrichtung der Vortriebskraft der Maschine entgegenwirkt bzw. sie unterstützt. Wegen ihres relativ breiten Anwendungsspektrums, speziell bei Arbeiten, bei denen Bindemittel wie zum Beispiel Kalk oder Zement zum Teil in loser Form mit der zu behandelnden Oberflächenschicht vermischt werden, sind derartige Maschinen häufig arbeitssicherheitsbedingt mit einem geschlossenen Fahrstand ausgerüstet.

Die eingangs beschriebenen Arbeitsmaschinen zur Erneuerung von Fahrbahnen weisen eine Arbeitswalze auf, die entweder einseitig oder beidseitig angetrieben wird, wobei anwendungsbedingt bei vorwählbarer Walzendrehzahl sehr hohe Antriebsleistungen erforderlich sind. Da der Arbeitsprozeß häufig in unmittelbarer Nähe von seitlichen Hindernissen, zum Beispiel Böschungen, Bordsteinen, Bäume, Hauswänden usw., ausgeführt wird, ergeben sich häufig Schwierigkeiten bezüglich Einhaltung eines möglichst geringen Abstandes zwischen der äußeren Schnittkante des Rotors und der Maschinenaußenkante im Arbeitsbereich.

Die Arbeitskammer, die sich zwischen Arbeitswalze und Haube erstreckt, ist von besonderer Bedeutung für das Arbeitsergebnis. Vorteilhaft für das Arbeitsergebnis wäre zum Beispiel die Vergrößerung der Arbeitskammer mit größerer Arbeitstiefe. Die Position der Walzenachse relativ zur Fahrwerksachse ist bei den bekannten Maschinen recht unterschiedlich. In umfangreichen Untersuchungen wurde festgestellt, daß die Position der Walzenachse relativ zur Fahrwerksachse von besonderer Bedeutung ist für das Löseverhalten. Die in der Regel mit zwei Fahrwerksachsen ausgerüsteten Arbeitsmaschinen benötigen für das Löseverhalten der Arbeitswalze erhebliche Andruckkräfte, die in ihrer maximalen Höhe durch das Maschinengewicht bestimmt

werden. Eine vorteilhafte Anordnung der Arbeitswalze liegt dann vor, wenn möglichst das ganze Maschinengewicht im Gegenlauf- und im Gleichlauf-Arbeitsprozeß für unter Umständen notwendige Andruckkräfte der Arbeitswalze benutzt werden kann. Die Haube wird fest am Maschinenrahmen angeordnet. Die feste Anordnung ist üblicherweise vorteilhaft wegen des geringen konstruktiven Aufwandes (Wegfall von Führungselementen). Für das Arbeitsergebnis ist die Korngröße bzw. die Korngrößenverteilung des abgelösten bzw. zum Teil auch aufgenommenen Materials von großer Bedeutung. Zur Beeinflussung der Korngrößenverteilung ist die geometrische Gestaltung der Arbeitskammer maßgebend, die durch definierte geometrische Verhältnisse zwischen Arbeitswalze und Haube beeinflusst wird. Insbesondere eine gegen mechanische Beanspruchung widerstandsfähige Haube bietet vorteilhafte Arbeitsergebnisse.

Der bei den infragestehenden Maschinen aus Arbeitssicherheitsgründen zwingend notwendige Fahrstand ist insofern problematisch, als er die Maschinenhöhe erhöht, was insbesondere beim Transport der Maschine sehr nachteilig ist. Aus diesem Grunde hat man den Fahrstand bei den bekannten Ausführungsformen am Ende oder am Anfang einer Maschine angeordnet, weil hier noch genügend Platz gefunden wird. Das hat andererseits jedoch den Nachteil, daß nur eine Arbeitsrichtung wirklich gut beobachtet werden kann.

Der Arbeitsprozeß erfordert je nach Beschaffenheit der zu bearbeitenden Oberfläche eine Anpassung der Walzenachse hinsichtlich der Arbeitstiefe, d.h. des relativen senkrechten Abstandes der Walzenachse von der zu bearbeitenden Oberfläche und der absoluten Querneigung der Walzenachse. Die für den Materialablösevorgang am Walzenumfang angeordneten Werkzeuge werden zum Teil mit Schneidwerkzeugen ausgerüstet, die von Straßenfräsmaschinen bekannt sind.

Die heute bekannten Verfahren und Vorrichtungen für den beschriebenen Arbeitsprozeß weisen je nach Ausführungsform einen oder mehrere der folgenden Nachteile auf:

Die realisierten Lösungen für den Arbeitswalzenantrieb zeichnen sich aufgrund ihrer hydraulischen, hydraulischmechanischen oder indirekt mechanischen Konzepte durch einen ungünstigen Wirkungsgrad mit entsprechenden Energieverlusten aus. Einen direkten mechanischen Antrieb, hat man bei den infragestehenden Maschinen bisher nicht verwirklicht.

Die für das Arbeitsergebnis vorteilhafte Arbeitsraumvergrößerung mit steigender Arbeitstiefe ist zwar bei einigen Ausführungsformen von Arbeitsgeräten verwirklicht, allerdings auf Kosten der vorteilhaften Walzenachsen-Anordnung relativ zu den Fahrwerksachsen. Dies gilt auch für Ausführungsformen, bei denen sich zwar die Walzenachse zwischen den Fahrwerksachsen befindet, aber die Gewichtsverteilung (Nachlauf- bzw. Vorlaufachse) so ungünstig ist, daß der oben beschriebene Vorteil der Nutzung des Maschinenge-

wichtiges für die Andruckkräfte des Rotors nicht für den Gegenlauf- und den Gleichlauf-Arbeitsprozeß benutzt werden kann. Umgekehrt gibt es Ausführungsformen von Arbeitsmaschinen, die eine vorteilhafte Walzenachsenanordnung zur Fahrwerksachsenanordnung aufweisen, dann jedoch nicht über den Vorteil der Arbeitsraumvergrößerung mit steigender Arbeitstiefe verfügen.

Derzeitige Ausführungen von Arbeitsmaschinen haben entweder feste oder bewegliche Anordnungen der Haube am Tragrahmen der Maschine. Die oben beschriebenen Vorteile einer festen Anordnung sind bei bekannten Arbeitsmaschinen nur in den Fällen der nicht einstellbaren Arbeitskammer realisiert. Nur bei fester Anordnung des Walzengehäuses sind auch sogenannte Brecherleisten realisiert, da die Materialzerkleinerung in der Regel Kräfte hervorruft, die vorteilhafterweise in den Maschinenrahmen eingeleitet werden. Einstellbare Brecherleisten, d.h. Einrichtungen, bei denen der Abstand zwischen der Brecherleiste und der Arbeitswalze während des Arbeitseinsatzes verändert werden kann, sind bisher noch nicht realisiert worden.

Die Positionierung des Fahrstandes ist bei bekannten Arbeitsgeräten nicht befriedigend gelöst. Entweder fehlt die Übersicht über die Gesamtmaschine bei nicht mittiger Anordnung, oder bei mittiger Anordnung des Fahrerstandes ist die Transporthöhe vor allem bei einer Ausführungsform mit Fahrerkabine so groß, daß Bauteil-Demontagen für den Transport von einer Baustelle zur anderen notwendig sind.

Die Anzeige der Arbeitstiefe erfolgt bei den bisher bekannten Maschinen mit Hilfe der relativen Lage zwischen Rotorachse und Fahrwerksachse. Das bedeutet, daß die bei dieser Art von Arbeitsmaschinen häufig verwendeten großvolumigen Reifen wegen ihrer Federwirkung unabwendbar zu einem Meß- und Anzeigefehler für die Arbeitstiefe führen. Die Verwendung von Regleinrichtungen für die Einstellung und Einhaltung einer vorgewählten Arbeitstiefe ist bisher noch nicht realisiert worden.

Wegen des zum Teil hohen Ablösewiderstandes des zu bearbeitenden Materials wird zum Beispiel bei dem Bruch eines Schneidwerkzeuges der Halter bzw. andere an der Arbeitswalze fest angeordnete Bauteile beschädigt, was dann wegen der notwendigen Reparaturen zu erheblichen Betriebsstörungen und Arbeitsunterbrechungen führt. Die Verwendung eines Wechselhaltersystems, wie es bei Straßenfräsmaschinen bekannt ist, hat bisher noch keine Anwendung bei den infragestehenden Arbeitsmaschinen gefunden.

Dieser bekannte Stand der Technik geht beispielsweise aus den US-Patentschriften 5,259,692, 5,190,398 und 5,354,147 hervor.

Ausgehend von einem gattungsbildenden Stand der Technik nach US-Patentschrift 5,259,692 liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Maschine zur Erneuerung von Fahrbahnen der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine optimale Ausnutzung des Maschinengewichts sowohl im Gleichlaufbetrieb wie auch im

Gegenlaufbetrieb ermöglicht.

Zur Lösung dieser Aufgabe dienen die Merkmale des Anspruchs 1.

Die Erfindung sieht in vorteilhafter Weise vor, daß eine den Antriebsmotor enthaltende Antriebseinheit in einem Schwenkrahmen gelagert ist und eine relativ zu dem Maschinenrahmen schwenkbare Baueinheit bildet, daß die Arbeitswalze ebenfalls in der schwenkbaren Baueinheit gelagert ist, und gemeinsam mit der Baueinheit relativ zu der an dem Maschinenrahmen ortsfest montierten Haube verschwenkbar ist, und daß die Arbeitswalze von dem Gewicht der Baueinheit unmittelbar belastet ist, wobei nahezu das gesamte Maschinengewicht zwischen den Fahrwerksachsen konzentriert und auf die schwenkbare Baueinheit übertragen ist.

Die Anordnung der Antriebseinheit auf der verschwenkbaren Baueinheit erhöht die unmittelbare Gewichtsbelastung der Arbeitswalze sowie die Massenträgheit der Baueinheit. Das im übrigen relativ gleichmäßig zwischen den Fahrwerksachsen verteilte Gewicht konzentriert sich damit auf die mittig zwischen den Fahrwerksachsen angeordnete schwenkbare Baueinheit, so daß sich ein tiefliegender, für den Gegenlauf- oder Gleichlauf-Arbeitsprozeß gleichermaßen vorteilhafter Schwerpunkt ergibt.

Die Einstellbarkeit der Arbeitswalze in Verbindung mit der schwenkbaren Baueinheit ermöglicht es die Größe des Arbeitsraums, z.B. mit steigender Arbeitstiefe, zu vergrößern. Je nach eingestellter Arbeitstiefe stehen nämlich unterschiedliche Materialmengen zur Durchmischung im Arbeitsraum an. Je größer die vorgewählte Arbeitstiefe, um so höher die zu verarbeitende Materialmenge. Deshalb ist der als Mischraum genutzte Arbeitsraum variabel, um einerseits den erforderlichen Durchsatz zu erreichen und um andererseits die erforderliche hohe Mischqualität bei hoher Leistungsfähigkeit zu erreichen.

Die in dem Schwenkrahmen gelagerte Antriebseinheit weist einen Verbrennungsmotor zum Erzeugen der Antriebsleistung für die Arbeitswalze und die Fahrwerke auf. Der Verbrennungsmotor erzeugt die insgesamt für den Betrieb der Maschine notwendige Antriebsleistung, insbesondere die Antriebsleistung für die Arbeitswalze aber auch die Antriebsleistung für die Fahrwerke. Hierzu kann die Antriebseinheit mehrere Hydropumpen antreiben, mit deren Hydraulikdruck Hydromotoren in den Rädern der Fahrwerke separat angetrieben werden können.

Vorzugsweise ist vorgesehen, daß die vertikale Reaktionskraft der Schnittkräfte an der Arbeitswalze im Gleichlauf-Arbeitsprozeß mit einem Hebelarm auf die schwenkbare Baueinheit einwirkt, der gleichgroß oder kleiner ist als der Hebelarm mit dem die Gewichtskraft auf die schwenkbare Baueinheit einwirkt, wodurch die Arbeitswalze mit einem höchstmöglichen Anpreßdruck betrieben werden kann.

Insbesondere kann vorgesehen sein, daß die vertikale Ebene der resultierenden Gewichtskraft im wesent-

lichen mit der vertikalen Ebene der resultierenden Reaktionskraft auf den Schnittkräften der im Gleichlauf-Arbeitsprozeß im Eingriff befindlichen Schneidwerkzeuge der Arbeitswalze übereinstimmt.

Dabei verläuft die Walzenachse in einer vertikalen Ebene, die mit einem horizontalen Abstand von der gemeinsamen vertikalen Ebene der resultierenden Gewichtskraft und der resultierenden Schnittkräfte verläuft.

Durch die Integration von Lagerung und Getriebe in die Arbeitswalze hinein wird erfindungsgemäß die eingangs beschriebene Nullseite realisiert. Auf diese Weise ist es möglich, daß die Arbeitswalze auf der einen Seite der Maschine bündig bis zur Fahrspur reicht, so daß entlang einer vorgegebenen Linie gearbeitet werden kann. Der Maschinenüberstand ist auf dieser Seite so gering, daß auch nahe entlang von Mauern gearbeitet werden kann.

Die verlustarme Übertragung der Antriebsenergie des Verbrennungsmotors wird dabei erfindungsgemäß durch die Minimierung der Anzahl der Antriebskomponenten sowie durch die an die räumlichen Restriktionen der Baueinheit angepaßte Anordnung der Komponenten mit direktem Kraftfluß erreicht.

Erfindungsgemäß wird die Einstellbarkeit der Arbeitswalzendrehzahl beispielsweise durch feste Übersetzungsstufen eines mechanischen Getriebes, durch verschiedene einstellbare Übersetzungsstufen eines Riementriebes bzw. durch Kombination derselben erzielt.

Die Arbeitsraumvergrößerung mit steigender Arbeitstiefe wird entsprechend der vorliegenden Erfindung durch Integration der Baueinheit in den Maschinenrahmen mit der maschinenrahmenfesten Haube erzielt. Erfindungsgemäß wird dadurch auch die Positionierung der Walzenachse derart zwischen den Fahrwerksachsen möglich, daß eine optimale Ausnutzung des Maschinenrahmengewichts und des Gewichts der Baueinheit für die erforderlichen Andruckkräfte möglich wird. Die feste Verbindung der Haube zum Maschinenrahmen ermöglicht die Einleitung von Reaktionskräften aus dem Zerkleinerungsprozeß direkt in den Maschinenrahmen, zum Beispiel durch eine feste Anordnung von um eine zu der Walzenachse parallele Schwenkachse verschwenkbare Brecherleiste an der Haube. Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform ist die Realisierung bzw. Funktionsintegration der Brecherleiste mit den bei derartigen Hauben üblicherweise vorhandenen Materialsteuerungsklappen der Haube.

Für die Erzielung optimaler Arbeitsergebnisse ist die Positionierung des Fahrstandes von wesentlicher Bedeutung. Erfindungsgemäß wird der Fahrstand direkt über der die Arbeitswalze enthaltende Baueinheit, also weitgehend in der Maschinenmitte, angeordnet. Dadurch ist die Maschinenübersicht des Fahrzeugführers für den Gegenlauf- und den Gleichlauf-Arbeitsprozeß gegeben. Durch das erfindungsgemäße Prinzip der Integration der die Arbeitswalze enthaltenden Baueinheit in den Maschinenrahmen kann der notwendige Bau-

raum (Maschinenhöhe) so gering gehalten werden, daß trotz des mittig angeordneten Fahrstandes eine minimale Transporthöhe ohne Bauteil-Demontagen ermöglicht wird. Für den Fall, daß das Arbeitsgerät mit einer geschlossenen Fahrerkabine ausgerüstet ist, wird dies erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß zu Transportzwecken der obere Teil der geschlossenen Fahrerkabine schwenkbar angeordnet ist. Weiterhin beinhaltet eine derartige erfindungsgemäße Anordnung des Fahrstandes die Möglichkeit der quer zum Maschinenrahmen verschieblichen Anordnung, um die Übersichtlichkeit zum Beispiel zur sogenannten Nullseite weiter zu verbessern.

Bei der die Arbeitswalze enthaltenden Baueinheit sind die für den Arbeitsprozeß notwendigen Querneigungsverstellungen der Arbeitswalze mit den Bauelementen für die Höhenverstellung des Maschinenrahmens beispielsweise mittels Säulenführungen oder Parallelogrammführungen möglich.

Die Anzeige der Arbeitstiefe wird für beide Maschinenseiten erfindungsgemäß durch die Messung der Arbeitstiefe relativ zwischen Maschinenrahmen und zu bearbeitender Oberfläche durchgeführt. Dies kann durch berührungslose Meßsysteme erfolgen, wie zum Beispiel durch einen seitlich neben der Walzenachse angeordneten Ultraschall-Sensor oder durch mehrere seitlich am Maschinenrahmen angeordnete Ultraschall-Sensoren als Abstandssensoren. Anstelle von Ultraschall-Sensoren können auch andere berührungslose oder auch berührende Meßsysteme verwendet werden. Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform derartiger Systeme liegt dann vor, wenn das Meßsignal dieser Systeme nicht nur zur Anzeige sondern mittels Rückführung des Signals auch zur Regelung der Arbeitstiefe benutzt wird.

Die Arbeitswalze der erfindungsgemäßen Maschine ist mit Schneidwerkzeugen bestückt. Die Verbindung des Schneidwerkzeugs zur Arbeitswalze erfolgt erfindungsgemäß mit Hilfe von Werkzeughaltern. Die Verbindung des Werkzeughalters zur Arbeitswalze wird vorzugsweise als lösbare Verbindung ausgeführt. Eine besonders vorteilhafte, leicht auswechselbare Ausführung ist ein Werkzeughalter, der formschlüssig und zusätzlich mittels Klemmschrauben an dem Arbeitswalzenkörper befestigt ist.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Maschine.

In den Zeichnungen zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Seitenansicht der erfindungsgemäßen Maschine,
- Fig. 2 eine schematische Seitenansicht der schwenkbaren Baueinheit,
- Fig. 3 die Arbeitswalze in dem von der Haube begrenzten Arbeitsraum,

Fig. 4 einen schematischen Längsschnitt durch die Arbeitswalze,

Fig. 5 die Maschine im Gleichlaufbetrieb, und

Fig. 6 die Maschine im Gegenlaufbetrieb.

Fig. 1 zeigt die Maschine zum Bearbeiten von Fahrbahnen mit einem von zwei Fahrwerken getragenen Maschinenrahmen 1 und einem aus einer Fahrerkabine 23 bestehenden Fahrstand. Die Fahrerkabine 23 ist auf dem Maschinenrahmen quer zur Fahrtrichtung verschiebbar. Die seitliche hydraulische Verschiebbarkeit des Fahrstands erfüllt die Anforderungen an die Übersicht bei Vorwärtsfahrt, sei es im Arbeitseinsatz oder beim Überführen mit hoher Geschwindigkeit. Der Fahrstand kann darüber hinaus für die Rückwärtsfahrt um 180° gedreht werden, wobei auch eine Umschaltung der lenkenden Fahrwerksachse 4 erfolgen kann. Die Fahrerkabine besteht aus einem unteren Teil 22 sowie einem oberen Teil 24, der für Transportzwecke um 180° verschwenkbar ist und dadurch die Bauhöhe der Maschine für Transportzwecke reduziert.

Die Fahrwerke weisen am vorderen und hinteren Ende des Maschinenrahmens 1 zwei gemeinsam oder wahlweise einzeln lenkbare Fahrwerksachsen 4 auf, bei der jedes Rad mit einem eigenen hydraulischen Antrieb in Form eines Hydromotors versehen ist und ggf. separat angesteuert werden kann. Jedes Rad ist mit einer Höhenverstelleinrichtung 25 versehen, so daß die Höhe des Maschinenrahmens und ggf. dessen Neigung exakt auf Arbeits- oder Transporthöhe einstellbar ist. Das gesamte Maschinengewicht konzentriert sich somit auf den Bereich zwischen den Fahrwerksachsen 4, wobei unterhalb der Fahrerkabine zur Maschinenmitte versetzt eine Haube 7 ortsfest befestigt ist, die einen als Mischraum dienenden Arbeitsraum 28 einer rotierenden Arbeitswalze 8 begrenzt.

Unterhalb des Maschinenrahmens 1 ist eine Baueinheit 2 an dem Maschinenrahmen 1 schwenkbar um eine zu der Arbeitswalze 8 parallelen Schwenkachse 3 angelenkt, die an dem der Fahrerkabine 23 gegenüberliegendem Ende des Maschinenrahmens 1 in etwa in Höhe der Fahrwerksachse 4 angeordnet ist. Mit Hilfe von beidseitig des Maschinenrahmens 1 angeordneten Kolbenzylindereinheiten 60 kann die Baueinheit 2 auf die gewünschte Arbeitstiefe 29 abgesenkt werden, wodurch sich gleichzeitig der Arbeitsraum 28 unter der Haube 7 vergrößert. Die Kolbenzylindereinheiten 60 greift einerseits in etwa an der Mitte der Länge des Maschinenrahmens 1 an und andererseits an dem der Arbeitswalze 8 zugewandten Ende der Baueinheit 2 im oberen Bereich an. Beide Kraftangriffspunkte jeder Kolbenzylindereinheit 60 befinden sich in etwa in der quer zur Fahrtrichtung verlaufenden vertikalen Schwerpunktebene 41 der gesamten Maschine.

Die Baueinheit 2 weist einen Schwenkrahmen 13 auf, in dem ein Verbrennungsmotor 9 mit einem Kühl-

aggregat 52, im einzelnen nicht dargestellte Hydropumpen für die hydraulischen Antriebe der Räder, ein Riemmentrieb 10 zum direkten mechanischen Antrieb der Arbeitswalze 8 über ein Untersetzungsgetriebe 11, sowie die Arbeitswalze 8 selbst gelagert sind. Damit ist ein wesentlicher Teil des Maschinengewichtes in der Baueinheit 2 integriert, die damit eine hohe Gewichtskraft unmittelbar auf die Arbeitswalze 8 übertragen kann. Des weiteren wird die übrige Gewichtskraft von dem Maschinenrahmen 1 auf die Baueinheit 2 übertragen, so daß nahezu das gesamte Maschinengewicht für den Gleichlauf- oder Gegenlauf-Arbeitsprozeß in vorteilhafter Weise genutzt werden kann.

Die konstruktive Ausführung des Walzenantriebs in der Baueinheit 2 stellt einen höchstmöglichen Wirkungsgrad sicher. Die Motorleistung des Verbrennungsmotors 9 wird über eine nicht dargestellte Schaltkupplung und den Riemmentrieb 10 direkt auf das Untersetzungsgetriebe 11 in der Arbeitswalze 8 übertragen. Der Vorteil dieser in der Baueinheit 2 integrierten Antriebseinheit besteht darin, daß keine hydraulische Wandlung mit dem damit verbundenen nachteiligen Kraftverlust erfolgen muß, und daß keine umständliche Leistungsumleitung erfolgen muß. Vielmehr erlaubt der Riemmentrieb 10 den direkten Antrieb des Untersetzungsgetriebes 11. Hydropumpen für den Antrieb der Räder sind über ein nicht dargestelltes Pumpenverteilergetriebe an dem Verbrennungsmotor 9 angetrieben.

Die günstige relative Lage der Walzenachse 5 der Arbeitswalze 8 zu den Fahrwerksachsen 4 und die sich daraus ergebende günstige Gewichtsverteilung ist den Zeichnungen zu entnehmen.

Die ortsfeste Anordnung der Haube 7 an dem Maschinenrahmen 1 sieht an den freien Ende des Haubengehäuses hydraulisch verstellbare Klappen 18,19 vor, die um parallel zu der Walzenachse 5 verlaufende Schwenkachsen 20 verschwenkbar sind. Eine verstellbare Brecherleiste dient dazu, sich lösende Schollen kleinzufürzen, was insbesondere für das Kaltrecyclen relevant ist.

Die Klappen 18,19 der Haube 7 werden als anstellbare Brecherleiste zur Vermeidung von zu großen Korngrößen bzw. als Materialsteuerungsklappe verwendet und über hydraulische Kolbenzylindereinheiten 64,66 betätigt. Das Schwenkgelenk 21 für die hydraulische Kolbenzylindereinheit 64 ist in einem abgesenkten Bereich des Maschinenrahmens 1 unterhalb der Fahrerkabine 23 angeordnet. Die hydraulische Kolbenzylindereinheit 66 für die Materialsteuerungsklappe 18 ist an der Baueinheit 2 angelenkt.

Die Haube 7 weist, wie am besten aus Fig. 3 ersichtlich ist, eine Applikationseinrichtung 32 für ein Bindemittel auf, so daß das abgearbeitete Fahrbahnmaterial als mit einem Bindemittel (Zement, Kalk, Emulsion, Bitumen) versehenes Recyclingmaterial 62 in Fahrtrichtung hinter der Arbeitswalze 8 wieder in die Fahrbahn eingebaut werden kann.

Die Arbeitswalze 8 erstreckt sich quer zur Fahrtrich-

tung über die gesamte Breite der Maschine und ist an ihrem Umfang mit Wechselhaltern 16 versehen, die Schneidwerkzeuge 17 aufnehmen und mittels einer Klemmschraube 15 befestigt sind. Solche austauschbaren Wechselhalter 16 ermöglichen einen schnellen Austausch im Reparaturfall und verkürzen dadurch Ausfallzeiten. In den Zeichnungen ist der Schnitkreiszyylinder der Schneidwerkzeuge 17 mit dem Bezugszeichen 6 versehen. Die Drehrichtung 48 der Arbeitswalze 8 ist im Gegenlaufbetrieb wie im Gleichlaufbetrieb gleich.

Fig. 4 zeigt einen Längsschnitt durch die Arbeitswalze 8, wobei der Schnitkreiszyylinder 6 strichpunktiert angedeutet ist. Die Arbeitswalze 8 ist mit einem im Inneren der Arbeitswalze angeordneten Untersetzungsgetriebe 11 versehen, das zwecks Erhöhung der möglichen Arbeitstiefe 29 der Arbeitswalze 8 einen Achsversatz 30 aufweist, wodurch der Riemetrieb 10 arbeitswalzenseitig eine Rotationsachse aufweist, die vertikal zur Walzenachse 5 nach oben versetzt ist. Der Achsversatz 30 des Walzantriebs ermöglicht eine Vergrößerung der Arbeitstiefe 29 bei gleichem Walzendurchmesser oder eine Baugrößenreduzierung der Arbeitswalze bei gleicher Arbeitstiefe 29.

Der Riemetrieb 10 ermöglicht mit Kraftbändern 14 die unmittelbare Kraftübertragung von dem Verbrennungsmotor 9 auf das Untersetzungsgetriebe 11.

Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, übergreift der Schwenkrahmen 13 die Haube 7, wobei die Haube eine Aussparung 50 aufweist, die ein Absenken der Arbeitswalze 8 ermöglicht, so daß mit zunehmender Arbeitstiefe auch in vorteilhafter Weise der Arbeitsraum 28 vergrößert werden kann.

Je nach eingestellter Arbeitstiefe müssen in dem Arbeitsraum unterschiedlich große Materialmengen durchmischt werden.

Wie ferner der Fig. 4 zu entnehmen ist, ist die innenliegende Lagerung 12 der Arbeitswalze auf der dem Untersetzungsgetriebe 11 gegenüberliegenden Seite derart platzsparend angeordnet, daß auf dieser Seite der Arbeitswalze 8 eine sogenannte Nullseite geschaffen ist, die es ermöglicht, die Fahrbahn nahezu ohne seitlichen Überstand der Maschine zu bearbeiten. Der Abstand der Maschinenverkleidung zu der Arbeitswalze ist somit auf den mit dem Bezugszeichen 33 gekennzeichneten Abstand reduziert.

Die Fig. 5 erläutert den Gleichlauf-Arbeitsprozeß, wobei innerhalb des Schnitkreiszyinders 6 die bei dem Gleichlauf-Arbeitsprozeß im wesentlichen entstehenden vertikalen Schnittkräfte und deren Schnittkraftverteilung eingezeichnet sind. Aus diesen vertikalen Schnittkraftkomponenten 40 im Bereich 44 der im Eingriff befindlichen zylindrischen Mantelfläche läßt sich eine auf die Maschine rückwirkende resultierende vertikale Kraft 42 angeben, die im Abstand a von der Walzenachse 5 verläuft und den Schnittkräften 40 entgegengerichtet ist. Diese resultierende Kraft wird durch die Gewichtskraft der Maschine kompensiert, wobei die resultierende Gewichtskraft der Baueinheit 2 und des Ma-

schinenrahmens 1 in der gleichen vertikalen, quer zur Fahrtrichtung verlaufenden Ebene 41 angeordnet sein soll, wie die aus den Schnittkräften resultierende vertikale Reaktionskraft 42. Die Maschine wird demzufolge durch die Reaktionskraft 42 gleichmäßig entlastet, so daß das Fahrverhalten der Maschine nicht negativ beeinflusst wird.

Bei dem in Fig. 6 gezeigten Gegenlauf-Arbeitsprozeß entstehen als relevante Kraftkomponenten der Schnittkräfte horizontale Kräfte 43 im Eingriffsbereich 45, so daß diese Kräfte im wesentlichen von der Vortriebskraft 26 der Maschine kompensiert werden müssen. Die Kompensationskraft ist mit dem Bezugszeichen 46 versehen und ist der Vortriebskraft entgegengerichtet.

Der horizontale Abstand a der Walzenachse 5 der Arbeitswalze 8 von der gemeinsamen vertikalen Ebene 41 beträgt ca. das 0,25 bis 0,4-fache, vorzugsweise ca. das 0,3-fach des Durchmessers der Arbeitswalze. Dieser Abstand ermöglicht die optimale Ausnutzung des Maschinengewichts bei minimalem Abstand der Fahrwerksachsen.

Der Abstand b der Schwenkachse 3 der Baueinheit 2 von der Walzenachse 5 beträgt mindestens das 1 ½-fache bis zum Doppelten des Durchmessers der Arbeitswalze.

Dadurch, daß die Maschine in Längsrichtung nicht gegenüber den Fahrwerken übersteht, ist eine nahezu vollständige Einleitung der Gewichtskraft auf die schwenkbare Baueinheit 2 möglich, die aufgrund der in ihr angeordneten Aggregate bereits ein hohes Eigengewicht aufweist, das die Arbeitswalze 8 unmittelbar belastet.

## Patentansprüche

### 1. Maschine zum Bearbeiten von Fahrbahnen,

- mit einem Fahrstand (23) für eine Bedienungsperson,
- mit einem selbstfahrenden Fahrwerk mit zwei Fahrwerksachsen (4) und
- mit einer relativ zu dem Maschinenrahmen (1) schwenkbar gelagerten Arbeitswalze (8), die von einer die Arbeitskammer definierenden Haube (7) umgeben ist, und
- mit einem Antriebsmotor (9) für die für den Antrieb der Arbeitswalze (8) und den Fahrbetrieb benötigte Antriebsleistung,

### dadurch gekennzeichnet,

- daß eine den Antriebsmotor (9) enthaltende Antriebseinheit in einem Schwenkrahmen (13) gelagert ist und eine relativ zu dem Maschinenrahmen (1) schwenkbare Baueinheit (2) bildet,
- daß die Arbeitswalze (8) ebenfalls in der

- schwenkbaren Baueinheit (2) gelagert ist, und gemeinsam mit der Baueinheit (2) relativ zu der an dem Maschinenrahmen (1) ortsfest montierten Haube (7) verschwenkbar ist, und
- daß die Arbeitswalze (8) von dem Gewicht der Baueinheit (2) unmittelbar belastet ist, wobei nahezu das gesamte Maschinengewicht zwischen den Fahrwerksachsen (4) konzentriert und auf die schwenkbare Baueinheit (2) übertragen ist.
2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinheit einen Verbrennungsmotor (9) mit einem Kühlaggregat (52) zum Erzeugen der Antriebsleistung für die Arbeitswalze (8) und die Fahrwerke aufweist.
  3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwenkrahmen (13) um eine parallel zur Walzenachse (5) verlaufende Achse (3) schwenkbar am Maschinenrahmen (1) befestigt ist.
  4. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in die Arbeitswalze (8) über ein Reduziergetriebe (11) angetrieben ist.
  5. Maschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der über eine Riemenscheibe (10) erfolgende Antrieb des Reduziergetriebes (11) exzentrisch zur Walzenachse (5) angeordnet ist.
  6. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die am Maschinenrahmen (1) schwenkbar befestigte Baueinheit (2) über stirnseitigen Ausparungen (50) der Haube (7) absenkbar ist.
  7. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die fest mit dem Maschinenrahmen (1) verbundene Haube (7) um eine zu der Walzenachse (5) der Arbeitswalze (8) parallele Achse verschwenkbare Brecherleisten (19) aufweist.
  8. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Fahrstand eine Fahrkabine (23) aufweist, deren Wandelemente für Transportzwecke ganz oder teilweise wegklappbar sind.
  9. Maschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der obere Teil (24) der Fahrerkabine (23) für Transportzwecke verschwenkbar angeordnet ist.
  10. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Anzeige der Arbeitstiefe (29) auf einer oder beiden Maschinenseiten berührungslose oder berührende Meßsysteme vorgesehen sind.
  11. Maschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Anzeige der Arbeitstiefe (29) Ultraschall-Sensoren vorgesehen sind.
  12. Maschine nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die von den Sensoren erhaltenen Signale zur Regelung der Arbeitstiefe (29) benutzt werden.
  13. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitswalze (8) mit Schneidwerkzeugen (17) bestückt ist, die in Wechselhaltern (16) formschlüssig gehalten sind.
  14. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß in der Haube (7) eine Sprüheinrichtung (32) für z.B. bituminöse und/oder hydraulische Bindemittel angeordnet ist.
  15. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die vertikale Reaktionskraft der Schnittkräfte an der Arbeitswalze (8) im Gleichlauf-Arbeitsprozeß mit einem Hebelarm auf die schwenkbare Baueinheit (2) einwirkt, der gleich groß oder kleiner ist als der Hebelarm mit dem die Gewichtskraft auf die schwenkbare Baueinheit (2) einwirkt, wodurch die Arbeitswalze (8) mit einem höchstmöglichen Anpreßdruck betrieben werden kann.
  16. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die vertikale Ebene (41) der resultierenden Gewichtskraft im wesentlichen mit der vertikalen Ebene der resultierenden Reaktionskraft (42) aus den Schnittkräften (40) der im Gleichlauf-Arbeitsprozeß im Eingriffsbereich (44) befindlichen Schneidwerkzeuge (17) der Arbeitswalze (8) übereinstimmt.
  17. Maschine nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzenachse (5) in einer vertikalen Ebene liegt, die mit einem horizontalen Abstand (a) von der gemeinsamen vertikalen Ebene (41) der resultierenden Gewichtskraft und der resultierenden Schnittkräfte verläuft.
  18. Maschine nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (a) das 0,25 bis 0,40-fache, vorzugsweise ca. 0,3-fache, des Durchmessers der Arbeitswalze (8) beträgt.
  19. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (b) der Schwenkachse (3) der Baueinheit (2) von der Wal-

zenachse (5) mindestens das 1 ½-fache bis zum Doppelten des Durchmessers der Arbeitswalze (8) beträgt.

## Claims

1. A machine for the treatment of roadways, comprising

- a driver's platform (23) for an operator,
- an automotive drive carriage having two drive carriage axes (4),
- a working drum (8) supported to be pivoted relative to the machine frame (1) and surrounded by a cover (7) defining a working chamber, and
- a drive motor (9) generating the driving power required for driving the working drum (8) and for the traveling movement of the machine,

### characterized in

- that a drive unit including the drive motor (9) is supported in a pivoting frame (13) and forms an assembly (2) pivotable relative to the machine frame (1),
- that also the working drum (8) is supported in said pivotable assembly (2) and can be pivoted together with the assembly (2) relative to the cover (7) which is fixed in position on the machine frame (1), and
- that the working drum (8) is directly acted on by the weight of the assembly (2), almost the complete machine weight being concentrated between the drive carriage axes (4) and being transmitted to the pivotable assembly (2).

2. The machine according to claim 1, characterized in that the drive unit comprises an internal combustion engine (9) with a cooling aggregate (52), for generating the driving power for the working drum (8) and the drive carriages.

3. The machine according to claim 1 or 2, characterized in that the pivoting frame (13) is mounted on the machine frame (1) to be pivoted about an axis (3) extending in parallel to the working drum axis (5).

4. The machine according to any one of claims 1 to 3, characterized in that the working drum (8) is driven via a reduction gear (11).

5. The machine according to claim 4, characterized in that the drive for the reduction gear (11), performed via a pulley (10), is provided eccentrically of the working drum axis (5).

6. The machine according to any one of claims 1 to 5, characterized in that the assembly (2) pivoted to the machine frame (1) can be lowered via recesses (50) on an end side of the cover (7).

7. The machine according to any one of claims 1 to 6, characterized in that the cover (7) fixedly connected to the machine frame (1) is provided with breaker bars (19) pivotable about an axis arranged in parallel to the working drum axis (5) of the working drum (8).

8. The machine according to any one of claims 1 to 7, characterized in that the driver's platform comprises a driver's cabin (23), the wall elements of said cabin being completely or partly foldable for transport purposes.

9. The machine according to claim 8, characterized in that the upper portion (24) of the driver's cabin (23) is arranged to be pivoted for transport purposes.

10. The machine according to any one of claims 1 to 9, characterized in that contactless or contacting measuring systems are arranged on one or both machine sides for indicating the working depth (29).

11. The machine according to claim 10, characterized in that ultrasonic sensors are provided for indicating the working depth (29).

12. The machine according to claim 10 or claim 11, characterized in that the signals obtained from the sensors are used for controlling the working depth (29).

13. The machine according to any one of claims 1 to 12, characterized in that the working drum (8) is provided with cutting tools (17) held in exchange holders (16) by means of a positive connection.

14. The machine according to any one of claims 1 to 13, characterized in that the cover (7) has provided therein injection means (32) for bituminous and/or hydraulic binding agents.

15. The machine according to any one of claims 1 to 14, characterized in that the vertical reaction force of the cutting forces on the working drum (8) in a co-rotational working process acts on the pivotable assembly (2) by a lever arm which is of the same length or shorter than the lever arm by which the weight force acts on the pivotable assembly (2), whereby the working drum (8) can be operated with the highest possible pressing force.

16. The machine according to any one of claims 1 to 15, characterized in that the vertical plane (41) of



the resultant weight force substantially coincides with the vertical plane of the resultant reaction force (42) of the cutting forces (40) of the cutting tools (17) of the working drum (8) located in the engagement region (44) in co-rotational operation.

5

17. The machine according to claim 16, characterized in that the working drum axis (5) is arranged in a vertical plane extending at a horizontal distance (a) from the common vertical plane (41) of the resultant weight force and the resultant cutting forces.

10

18. The machine according to claim 17, characterized in that said distance (a) is 0.25 to 0.40 times, preferably about 0.3 times the diameter of the working drum (8).

15

19. The machine according to any one of claims 1 to 18, characterized in that the distance (b) of the pivot axis (3) of the assembly (2) from the working drum axis (5) is at least 1 ½ times up to twice the diameter of the working drum (8).

20

## Revendications

25

1. Engin pour travaux routiers comprenant

- un poste de conduite (23) pour un machiniste,
- un mécanisme de roulement automoteur avec deux essieux (4) et
- un cylindre de travail (8) monté pivotant par rapport au châssis de l'engin (1), lequel cylindre est entouré par un capot (7) définissant une chambre de travail, et
- un moteur d'entraînement (9) pour la puissance de propulsion nécessitée pour l'entraînement du cylindre de travail (8) et le fonctionnement,

30

caractérisé par le fait

35

- qu'une unité d'entraînement comprenant le moteur d'entraînement (9) est montée dans un châssis pivotant (13) et constitue une unité modulaire (2) pivotante relativement au châssis de l'engin (1),
- que le cylindre de travail (8) est également monté dans l'unité modulaire (2) pivotante, et qu'il peut pivoter ensemble avec l'unité modulaire (2) relativement au capot (7) monté fixe sur le châssis de l'engin (1), et
- que le cylindre de travail (8) est directement chargé par le poids de l'unité modulaire (2), presque tout le poids de l'engin étant concentré entre les essieux (4) et transféré à l'unité modulaire (2) pivotante.

40

45

50

55

2. Engin selon la revendication 1, caractérisé par le

fait que l'unité d'entraînement comporte un moteur thermique (9) avec un groupe de refroidissement (52) pour produire la puissance de propulsion pour le cylindre de travail (8) et le mécanisme de roulement.

3. Engin selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que le châssis pivotant (13) est monté pivotant sur le châssis de l'engin (1) autour d'un axe (3) s'étendant parallèlement à l'axe du cylindre (5).

4. Engin selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que le cylindre de travail (8) est entraîné par un mécanisme réducteur (11).

5. Engin selon la revendication 4, caractérisé par le fait que l'entraînement du mécanisme réducteur (11) résultant d'une poulie (10) est disposé de manière excentrique par rapport à l'axe de cylindre (5).

6. Engin selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que l'unité modulaire (2) montée de manière pivotante sur le châssis de l'engin (1) peut être abaissée avec passage par des évidements frontaux (50) du capot (7).

7. Engin selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que le capot (7) relié de manière fixe au châssis de l'engin (1) comporte des lattes de broyeur (19) pouvant pivoter autour d'un axe parallèle à l'axe de cylindre (5) du cylindre de travail (8).

8. Engin selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que le poste de conduite comporte une cabine de conduite (23) dont les éléments de paroi sont entièrement ou partiellement repliables, en vue du transport.

9. Engin selon la revendication 8, caractérisé par le fait que la partie supérieure (24) de la cabine de conduite (23) est aménagée pivotante en vue du transport.

10. Engin selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait que, pour l'indication de la profondeur de travail (29), des systèmes de mesure sans contact ou avec contact sont prévus sur l'un des côtés ou sur les deux côtés de l'engin.

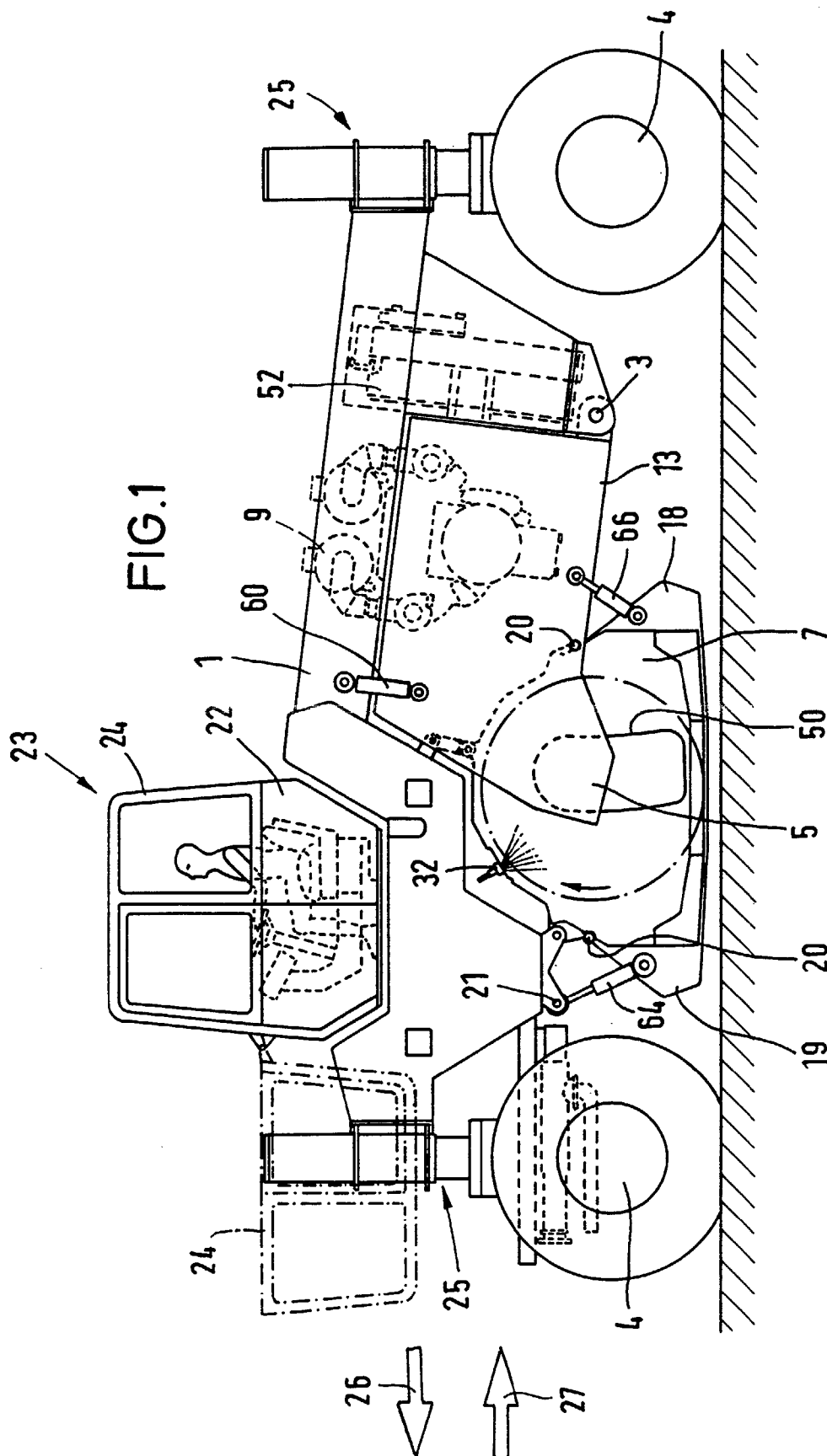
11. Engin selon la revendication 10, caractérisé par le fait que, pour l'indication de la profondeur de travail (29), des détecteurs à ultrasons sont prévus.

12. Engin selon la revendication 10 ou 11, caractérisé par le fait que les signaux obtenus à partir des capteurs sont utilisés pour le réglage de la profondeur de travail (29).

13. Engin selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé par le fait que le cylindre de travail (8) est équipé d'outils de coupe (17) qui sont maintenus positivement dans des porte-outils interchangeables (16). 5
14. Engin selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé par le fait qu'un dispositif de pulvérisation (32), par exemple pour un liant bitumineux et/ou hydraulique, est disposé dans le capot (7), 10
15. Engin selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé par le fait que la force de réaction verticale des efforts de coupe sur le cylindre de travail (8) dans le processus de travail en sens direct agit sur l'unité modulaire pivotante (2) avec un bras de levier qui est égal au bras de levier, ou plus petit que ce bras de levier, avec lequel le poids agit sur l'unité modulaire (2) pivotante, grâce à quoi le cylindre de travail (8) peut être exploité avec une pression d'appui maximale. 15 20
16. Engin selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé par le fait que le plan vertical (41) de la résultante du poids concorde pour l'essentiel avec le plan vertical de la force de réaction résultante (42) due aux efforts de coupe (40) des outils de coupe (17) du cylindre de travail (8) se trouvant dans la zone d'action (44) dans le processus de travail en sens direct. 25 30
17. Engin selon la revendication 16, caractérisé par le fait que l'axe de cylindre (5) se trouve dans un plan vertical qui se développe à une distance horizontale (a) du plan vertical commun (41) de la résultante du poids et de la résultante des efforts de coupe. 35
18. Engin selon la revendication 17, caractérisé par le fait que la distance (a) est de 0,25 à 0,40 fois, de préférence environ 0,3 fois, le diamètre du cylindre de travail (8). 40
19. Engin selon l'une des revendications 1 à 18, caractérisé par le fait que la distance (b) de l'axe de pivotement (3) de l'unité modulaire (2) à partir de l'axe de cylindre (5) s'élève à au moins  $1\frac{1}{2}$  fois jusqu'à deux fois le diamètre du cylindre de travail (8). 45

50

55



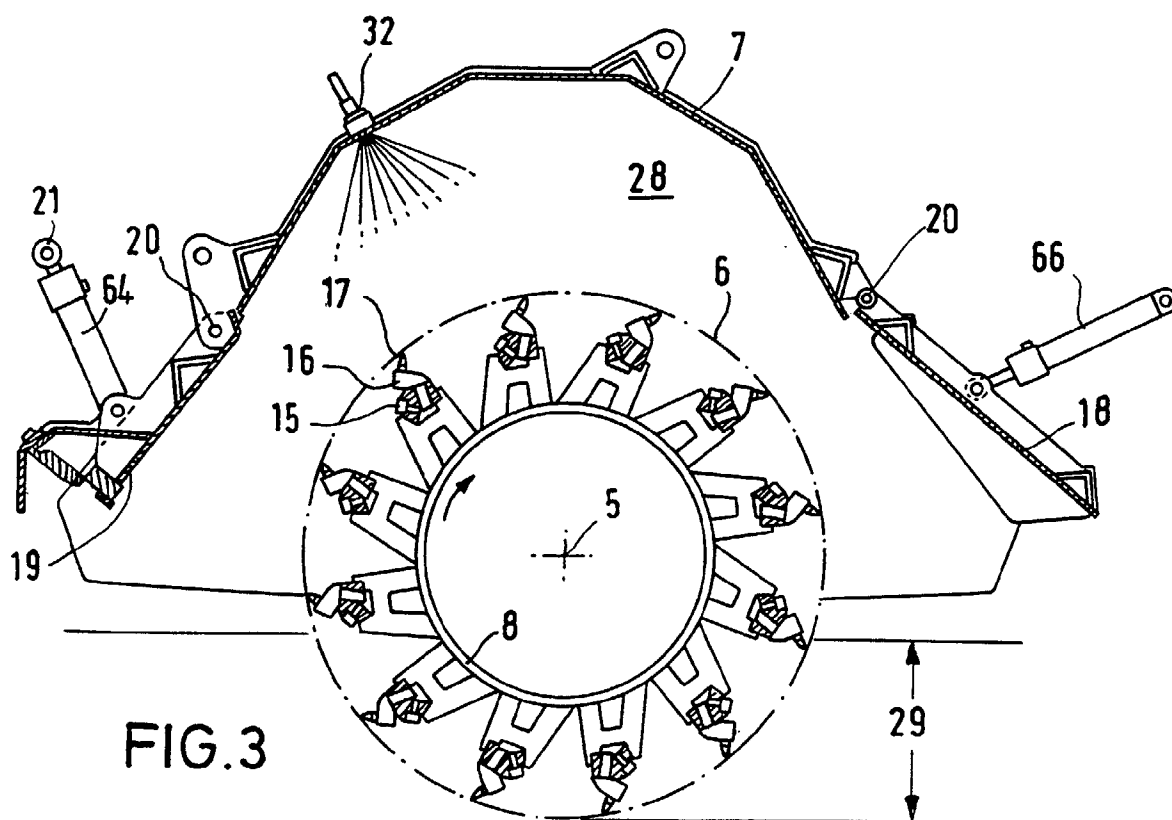
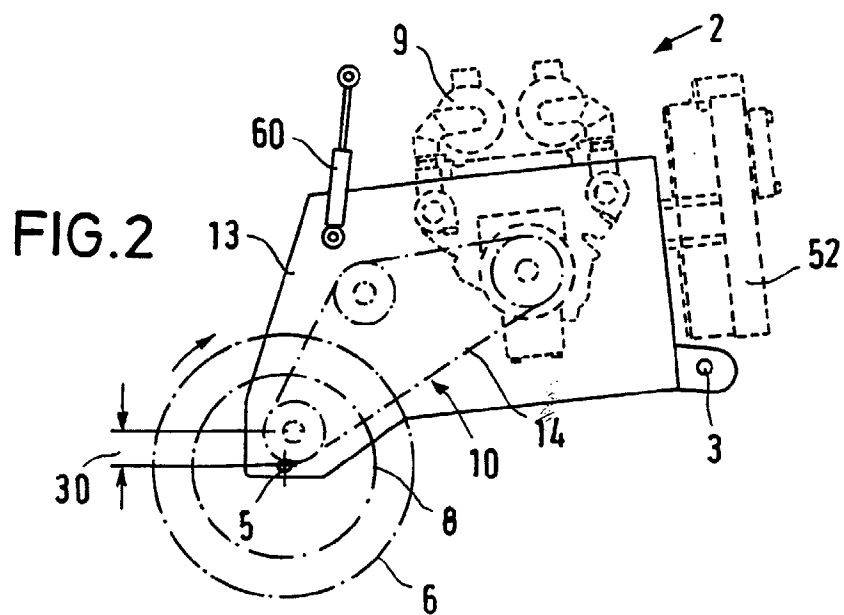


FIG. 4

