



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 3 845 710 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
07.07.2021 Patentblatt 2021/27

(51) Int Cl.:  
**E01C 23/088** (2006.01)      **E01C 23/12** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 20214751.8

(22) Anmeldetag: 16.12.2020

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

(30) Priorität: 30.12.2019 DE 102019135867

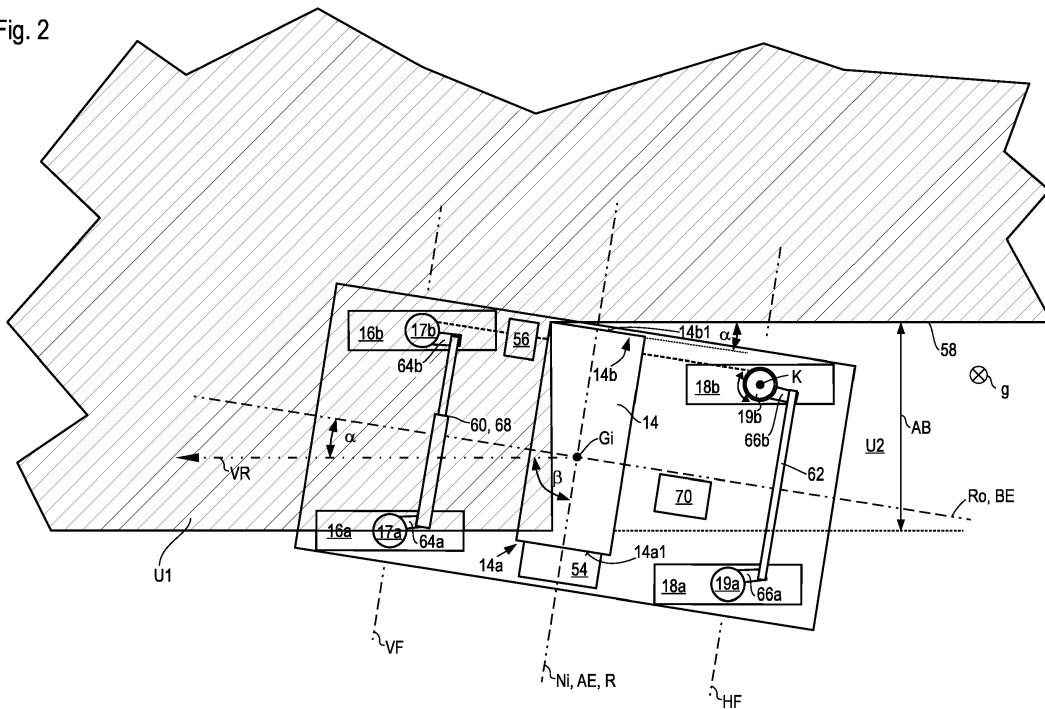
(71) Anmelder: **Wirtgen GmbH  
53578 Windhagen (DE)**  
(72) Erfinder: **Winkels, Sebastian  
51570 Windeck (DE)**  
(74) Vertreter: **Ruttensperger Lachnit Trossin Gomoll  
Patent- und Rechtsanwälte  
PartG mbB  
Arnulfstraße 58  
80335 München (DE)**

### (54) ABTRAGENDES BODENBEARBEITUNGSVERFAHREN MIT BEZÜGLICH DER VORTRIEBSRICHTUNG SCHRÄG ANGESTELLTEM ABTRAGENDEM WERKZEUG UND ZUR AUSFÜHRUNG DES VERFAHRENS AUSGEBILDETE BODENBEARBEITUNGSMASCHINE

(57) Bodenbearbeitungsverfahren zum Abtragen von Bodenmaterial mittels eines um eine Arbeitsachse (R) rotierenden Werkzeugs (14), wobei das rotierende Werkzeug (14) von einem Maschinenrahmen (20) einer Bodenbearbeitungsmaschine (10) getragen ist, wobei der Maschinenrahmen (20) durch ein abrollbares Fahrwerk (13) auf einem Untergrund (U) aufsteht und durch

eine Vortriebs-Antriebsvorrichtung (25, HM) relativ zu dem Untergrund (U) zu einer Vortriebsbewegung längs einer Vortriebsrichtung (VR) angetrieben wird, wobei die Vortriebsrichtung (VR) mit der Arbeitsachse (R) einen von 90° verschiedenen Winkel ( $\beta$ ) einschließt, und weiterhin eine zur Ausführung des Bodenbearbeitungsverfahrens ausgebildete Bodenbearbeitungsmaschine.

Fig. 2



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bodenbearbeitungsverfahren zum Abtragen von Bodenmaterial mittels eines um eine Arbeitsachse rotierenden Werkzeugs, wobei das rotierende Werkzeug von einem Maschinenrahmen einer Bodenbearbeitungsmaschine getragen ist, wobei der Maschinenrahmen durch ein abrollbares Fahrwerk auf einem Untergrund aufsteht und durch eine Vortriebs-Antriebsvorrichtung relativ zu dem Untergrund zu einer Vortriebsbewegung längs einer Vortriebsrichtung angetrieben wird. Die Vortriebsbewegung der Bodenbearbeitungsmaschine sorgt dabei - wie auch in der vorliegenden Erfindung - für eine Vorschubbewegung des rotierenden Werkzeugs.

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem eine Bodenbearbeitungsmaschine, wie etwa Straßenfräsmaschine, Recycler, Stabilisierer oder Surface-Miner, welche zur Ausführung des oben genannten Bodenbearbeitungsverfahrens ausgebildet ist.

**[0003]** Das eingangs genannte Bodenbearbeitungsverfahren ist aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt. Es wird von Bodenbearbeitungsmaschinen insbesondere in Gestalt von Straßenfräsmaschinen, Recyclern, Stabilisierern oder auch diversen Surface-Minern genutzt, um bestimmungsgemäß Bodenmaterial abzutragen. Lediglich beispielhaft und stellvertretend sei im Stand der Technik zu dem oben genannten Bodenbearbeitungsverfahren und zu einer zu dessen Ausführung ausgebildeten Bodenbearbeitungsmaschine in Gestalt von Straßenfräsmaschinen verwiesen auf die DE 10 2005 035 480 A1, auf die DE 10 2016 003 895 A1 oder auch auf die WO 03/100172 A, um nur einige zu nennen. In der Regel ist bei Geradeausfahrt der bekannten Straßenfräsmaschinen deren Vortriebsrichtung, die die Vorschubrichtung des rotierenden Werkzeugs ist, orthogonal zur Arbeitsachse des Werkzeugs. Der Abtrag von Bodenmaterial erfolgt hauptsächlich durch Fräsmesser, die auf der um die Arbeitsachse umlaufenden Mantelfläche angeordnet sind.

**[0004]** Wie in der DE 10 2010 013 983 A1 näher ausgeführt ist, die ebenfalls eine Straßenfräsmaschine betrifft, unterliegen die Stirnseiten des rotierenden abtragenden Werkzeugs einem, verglichen mit dem Verschleiß der Fräsmesser tragenden Mantelfläche, überdurchschnittlich hohen Verschleiß. Dies liegt zu einem Teil daran, dass die Stirnseiten des Werkzeugs - im Falle der oben genannten Druckschriften einer Fräswalze als dem Werkzeug - stärker in Kontakt mit dem abzutragenden oder bereits abgetragenen Bodenmaterial gelangen als die zwischen den Stirnseiten gelegene Mantelfläche, welche durch die daran angeordneten Fräsmesser vor einem Kontakt mit dem Bodenmaterial in höherem Maße geschützt ist als die Stirnseiten. Dies liegt zu einem weiteren Teil daran, dass die Stirnseiten des rotierenden Werkzeugs parallel zur Vortriebsrichtung der Bodenbearbeitungsmaschine und damit zur Vorschubrichtung des Werkzeugs ausgerichtet sind, und somit etwa vom

Werkzeug selbst erzeugte Fräskanten im Boden unter Entfaltung stark abrasiver Wirkung in Kontakt mit den Stirnseiten an diesen entlanggleiten können.

**[0005]** Um diesem stirnseitigen Verschleiß entgegenzuwirken, schlägt die DE 10 2010 013 983 A1 folgerichtig vor, auch an der Stirnseite einer Fräswalze Fräsmesser vorzusehen, sodass auch der axial einer Stirnseite benachbarte Bereich außerhalb des Werkzeugs bzw. der Fräswalze von Fräsmessern freigeräumt wird. Nachteilig an dieser Lösung ist der hohe Aufwand für Herstellung und Montage einer solchen Fräswalze mit stirnseitigen Fräsmessern, der sich bei Wartungsvorgängen wiederholen kann. Zum einen sind zusätzliche Fräsmesser an der Fräswalze anzubringen, zum anderen ist ein Fräsmesser an der Stirnseite schwieriger stabil anzubringen als an der Mantelfläche, wo - anders als an der Stirnseite - für jeden Fräsmesser ein verhältnismäßig großer Oberflächenbereich für dessen Anbringung bereitsteht.

**[0006]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine technische Lehre anzugeben, die es erlaubt, Bodenmaterial mit einem rotierenden Werkzeug, ohne zusätzlichen Aufwand für Herstellung und Montage des Werkzeugs, definiert abzutragen und dabei den oben beschriebenen erhöhten stirnseitigen Verschleiß des abtragenden Werkzeugs zu reduzieren oder sogar zu vermeiden.

**[0007]** Die vorliegende Erfindung löst diese Aufgabe an dem eingangs genannten Bodenabtragenden Bodenbearbeitungsverfahren dadurch, dass die Vortriebsrichtung des Maschinenrahmens und damit einer das rotierende Werkzeug aufweisenden Bodenbearbeitungsmaschine und folglich die Vorschubrichtung des rotierenden Werkzeugs mit der Arbeitsachse während einer abtragenden Bodenbearbeitung einen von 90° verschiedenen Winkel einschließt.

**[0008]** Durch diese Orientierung der Arbeitsachse und somit des rotierenden Werkzeugs beim Abtragen von Bodenmaterial relativ zur Vortriebsbewegung der Bodenbearbeitungsmaschine ist es möglich, ein bezogen auf die Arbeitsachse axiales Längsende des Werkzeugs als in Vortriebsrichtung nachlaufendes Längsende auszubilden, sodass sich dieses nachlaufende Längsende im Wesentlichen in Vortriebsrichtung im Abtragsschatten des Werkzeugs bewegt, sodass es sich während der bestimmungsgemäßen Bodenbearbeitung des Werkzeugs innerhalb eines durch die abtragenden Schneidmittel des rotierenden Werkzeugs im Boden freigeräumten Volumenbereichs bewegt und somit mit Bodenmaterial nicht oder nur in sehr eingeschränktem Maße in Kontakt kommt. Die Stirnseite des nachlaufenden Längsendes des rotierenden Werkzeugs ist somit um denselben Winkel von der durch das Werkzeug erzeugten Abtragskante im bearbeiteten Boden weggedreht, um welchen die Vortriebsrichtung bezüglich einer zur Arbeitsachse orthogonalen Ebene geneigt ist.

**[0009]** Somit kann das Bodenmaterial nicht oder kaum abrasiv auf das nachlaufende Längsende einwirken. Die Verschleißbelastung des nachlaufenden Längsendes ist

daher gering, sodass auf die Anordnung von Schneidmitteln, wie etwa Fräsmeißeln, an der Stirnseite des Werkzeugs verzichtet werden kann. Das Boden abtragende Verfahren kann daher mit einem herkömmlichen rotierenden Werkzeug ohne besonderen Schutz der nachlaufenden Stirnseite ausgeführt werden.

**[0010]** Nun ließe sich einwenden, dass das wie oben beschrieben relativ zur Vortriebsrichtung angestellte Werkzeug neben einem nachlaufenden Längsende auch ein vorauseilendes Längsende aufweist, für welches die Verschleißbedingungen durch die Anstellung des Werkzeugs nachteilig verändert werden. Dies ist jedoch keine zwingende Betriebsbedingung des vorauseilenden Längsendes des angestellten Werkzeugs, da sich das vorauseilende Längsende nicht notwendigerweise in abtragendem Eingriff mit dem zu bearbeitenden Boden befinden muss. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des vorliegend beschriebenen Bodenbearbeitungsverfahrens ist daher vorgesehen, dass das rotierende Werkzeug sich bezogen auf die Arbeitsachse zwischen zwei axialen Längsenden erstreckt, wobei das Werkzeug aufgrund der Orientierung der Arbeitsachse in der Vortriebsrichtung ein vorauseilendes axiales Längsende und ein nachlaufendes axiales Längsende aufweist, wobei die axiale Abtragsbreite derart gewählt ist, dass sich das nachlaufende Längsende im abtragenden Eingriff mit dem abzutragenden Bodenmaterial befindet, das vorauseilende Längsende jedoch nicht.

**[0011]** In der Regel sind nämlich abzutragende Bodenflächen breiter als die Abtragsbreite, selbst die maximal mögliche Abtragsbreite des rotierenden Werkzeuges, sodass eine abzutragende Bodenfläche in nahezu allen Bearbeitungsfällen in mehreren parallelen Bahnen abgetragen wird, die nacheinander durchfahren werden. Somit ist es ohne weiteres möglich, für die zweite und jede folgende abzutragende Bahn das vorauseilende Längsende auf der bereits bearbeiteten Seite einer bereits erzeugten Abtragskante anzuordnen und nur einen bezüglich der Arbeitsachse axialen Abschnitt des rotierenden Werkzeugs in abtragenden Eingriff mit dem Boden zu bringen, welcher nur das nachlaufende Längsende enthält. Somit ist das vorauseilende Längsende außer Eingriff mit dem abzutragen Boden und das nachlaufende Längsende ist von der während der jeweiligen Bearbeitung erzeugten Abtragskante mit einem Winkelabstand entfernt angeordnet.

**[0012]** Richtig ist, dass durch die schräge Anstellung der Arbeitsachse bezüglich der Vortriebsrichtung der Bodenbearbeitungsmaschine die maximale erzielbare Abtragsbreite des Werkzeugs reduziert wird, verglichen mit einer abtragenden Bodenbearbeitung, bei welcher die Vortriebsrichtung orthogonal zur Arbeitsachse orientiert ist. Die prozentuale Einbuße an maximal erzielbarer Abtragsbreite entspricht dem Wert von 1 minus dem Kosinus des Anstellwinkels, um welchen die Vortriebsrichtung gegenüber einer zur Arbeitsachse orthogonalen Ebene geneigt ist. Somit beträgt die prozentuale Einbuße an maximal erzielbarer Abtragsbreite bei einem Anstell-

winkel von  $15^\circ$  weniger als 3,5 % und bei einem Anstellwinkel von  $10^\circ$  etwas mehr als 1,5 %. Bevorzugt ist daher der Anstellwinkel  $15^\circ$  oder kleiner, besonders bevorzugt  $10^\circ$  oder kleiner. Am stärksten bevorzugt ist der Anstellwinkel  $5^\circ$  oder kleiner, etwa zwischen  $5^\circ$  und  $3^\circ$ , jedoch größer als  $0^\circ$ . Bei einem Anstellwinkel von  $5^\circ$  wird bereits eine erhebliche Verschleißminderung am nachlaufenden Längsende des rotierenden Werkzeugs erzielt, wobei jedoch die Einbuße an maximal möglicher Arbeitsbreite weniger als 0,4 % beträgt. Gegenüber der deutlichen erzielbaren Verschleißminderung am rotierenden Werkzeug sind die geschilderten Einbußen an maximal möglicher Arbeitsbreite geradezu vernachlässigbar.

**[0013]** Nun kann grundsätzlich das rotierende Werkzeug mit einer Arbeitsachse am Maschinenrahmen der Bodenbearbeitungsmaschine angeordnet sein, welche bezüglich einer Bezugsebene, die von einer parallel zur Maschinenrahmenlängsrichtung verlaufenden Rollachse und von einer parallel zur Maschinenhöhenrichtung verlaufenden Gierachse der Bodenbearbeitungsmaschine aufgespannt ist, um den Anstellwinkel geneigt ist. Dann kann die Bodenbearbeitungsmaschine während einer abtragenden Bodenbearbeitung schlicht längs ihrer Rollachse geradeaus bewegt werden, wobei aufgrund der angestellten Anordnung des Werkzeugs bereits aus konstruktiven Gründen das nachlaufende Längsende von einer Abtragskante entfernt angeordnet ist. Diesem sehr einfachen und für den Maschinenführer unkomplizierten Bearbeitungsverfahren steht der Nachteil gegenüber, dass häufig bei der ersten Bahn eines Bodenabtrags auch das vorauseilende Längsende im abtragenden Eingriff mit dem abzutragen Boden steht und somit während dieser ersten Bahn einer höheren Verschleißbelastung ausgesetzt ist. Dies kann gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung dadurch verhindert werden, dass das Fahrwerk eine Mehrzahl von lenkbaren, auf dem Untergrund abrollbaren Laufwerken aufweist, wobei das Bodenbearbeitungsverfahren ein Lenken der Laufwerke derart umfasst, dass die Vortriebsrichtung bei Geradeausfahrt der Bodenbearbeitungsmaschine mit einer parallel zur Maschinenrahmenlängsrichtung verlaufenden Rollachse einen Winkel einschließt. Die Arbeitsachse kann dann relativ zur Bezugsebene eine feste Winkelorientierung aufweisen, vorzugsweise orthogonal zu dieser sein.

**[0014]** Bodenbearbeitungsmaschinen weisen in der Regel ohnehin lenkbare und auf dem Untergrund abrollbare Laufwerke auf. Durch die Erzielung des Anstellwinkels durch entsprechende Lenkung der Laufwerke kann jedoch die erste Bahn einer abtragenden Bodenbearbeitung in herkömmlicherweise ohne schräg zur Vortriebsrichtung angestellte Arbeitsachse, also mit einer zur Bezugsebene orthogonalen Arbeitsachse durchgeführt werden, wobei während der ersten Bahn die Vortriebsrichtung der Bodenbearbeitungsmaschine parallel zur Rollachse verläuft, sodass die Vortriebsrichtung der Bodenbearbeitung Maschine und damit die Vorschubrichtung des rotierenden Werkzeugs orthogonal zu dessen

Arbeitsachse orientiert sind.

**[0015]** Nach Durchgang der ersten Bahn ist eine Abtragskante als Grenzformation zwischen der abgetragenen ersten Bahn und der noch nicht abgetragenen aber noch abzutragenden übrigen Bodenfläche erzeugt, so dass die zweite und jede weitere Bahn durch entsprechende Lenkung bzw. Lenkeinstellung der Laufwerke mit zur Vortriebsrichtung angestellter Arbeitsachse und folglich ohne Bearbeitungseingriff des vorauselenden Längsendes des Werkzeugs durchgeführt werden können.

**[0016]** Durch die letztgenannte Art der Erzeugung der oben beschriebenen Vortriebsbewegung durch entsprechende Lenkung der Laufwerke weicht die Maschinenlängsrichtung bzw. die Rollachse der Bodenbearbeitungsmaschine während der Bodenbearbeitung um den Anstellwinkel winkelmäßig von der Längsrichtung des zu bearbeitenden Untergrundes, etwa der abzutragenden Bahnen, ab. Dies kann sogar für gekrümmte Bahnverläufe einer abzutragenden Bahn gelten. Während hier bei der herkömmlichen Bodenbearbeitung in der Regel die Rollachse der Bodenbearbeitungsmaschine parallel zu einer lokalen Tangente an den gekrümmten Bahnverlauf am Ort der Bodenbearbeitungsmaschine orientiert ist, weicht gemäß dem vorliegend beschriebenen Bodenbearbeitungsverfahren die Rollachse auch bei gekrümmten Bahnverläufen während der Bodenbearbeitung winkelmäßig von der lokalen Tangente an den gekrümmten Bahnverlauf am jeweiligen Bearbeitungsort der Bodenbearbeitungsmaschine längs der Bearbeitungsbahn ab, in der Regel wiederum um den Anstellwinkel.

**[0017]** Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem eine mobile Boden abtragende Bodenbearbeitungsmaschine, umfassend ein zum Aufstehen auf einem Untergrund ausgebildetes Fahrwerk mit einer Mehrzahl von lenkbaren, auf dem Untergrund abrollbaren Laufwerken, wobei das Fahrwerk einen Maschinenrahmen abstützt, welcher eine Arbeitsvorrichtung mit einem um eine Arbeitsachse rotierbaren, Boden abtragenden Werkzeug trägt, wobei die Arbeitsachse mit konstanter Winkelorientierung relativ zu der oben genannten Bezugsebene angeordnet ist, welche von einer parallel zur Maschinenrahmenlängsrichtung verlaufenden Rollachse und von einer parallel zur Maschinenhöhenrichtung verlaufenden Gierachse der Bodenbearbeitungsmaschine aufgespannt ist. Die Bodenbearbeitungsmaschine weist eine Arbeits-Antriebsvorrichtung auf, um das Werkzeug zur Rotation um die Arbeitsachse anzutreiben, und die Bodenbearbeitungsmaschine weist eine Vortriebs-Antriebsvorrichtung auf, um die Bodenbearbeitungsmaschine relativ zum Untergrund, auf dem sie aufsteht, zur Vortriebsbewegung anzutreiben. Die Bodenbearbeitungsmaschine weist außerdem eine Lenkvorrichtung auf, um einen Lenkwinkel der Mehrzahl von lenkbaren Laufwerken relativ zur Bezugsebene zu ändern.

**[0018]** Die eingangs genannte Aufgabe löst die vorliegende Erfindung auch dadurch, dass die mobile Bodenbearbeitungsmaschine zur Ausführung des abtragenden

Bodenbearbeitungsverfahrens ausgebildet ist, wie es oben beschrieben und weitergebildet ist. Hinsichtlich der technischen Vorteile, die durch eine zur Ausführung des oben beschriebenen Bodenbearbeitungsverfahrens

5 ausgebildeten Bodenbearbeitungsmaschine erzielbar sind, wird auf die Erläuterungen des Bodenbearbeitung Verfahrens verwiesen. Im Zusammenhang mit der Beschreibung des Bodenbearbeitungsverfahrens offenbare Ausgestaltungen und Weiterbildungen einer Bodenbearbeitungsmaschine sind Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsmaschine. Ebenso sind im Zusammenhang mit der Erläuterung der erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsmaschine offenbare Weiterbildungen des Bodenbearbeitungsverfahrens

10 Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsverfahrens.

**[0019]** Die Ausbildung der Bodenbearbeitungsmaschine zur Ausführung des erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsverfahrens kann durch eine Steuervorrichtung der Bodenbearbeitungsmaschine realisiert sein. Die Steuervorrichtung kann einen oder mehrere integrierte Schaltkreise und einen Datenspeicher umfassen, etwa in Gestalt eines Bordcomputers oder einer speicherprogrammierbaren Steuerung. Die Steuervorrichtung kann

20 dazu ausgebildet sein, die Maschine auf Grundlage eines im Datenspeicher hinterlegten Betriebsprogramms automatisiert zur Ausführung des oben beschriebenen Bodenbearbeitungsverfahrens anzusteuern. Die Steuervorrichtung kann hierzu Steuerbefehle wenigstens an die

25 Lenkvorrichtung ausgeben. Im Datenspeicher der Steuervorrichtung kann ein vorbestimmter Anstellwinkel hinterlegt sein. Außerdem kann vorgesehen sein, eine Mehrzahl unterschiedlicher Anstellwinkel in jeweiliger Zuordnung zu wenigstens einem Betriebs- oder Arbeitsparameter im Datenspeicher zu hinterlegen, etwa in Abhängigkeit von einer Abtragstiefe oder/und von der

30 Vortriebsgeschwindigkeit oder/und von dem abzutragenden Bodenmaterialtyp, und abhängig von Bearbeitungsparametern der bevorstehenden oder/und gerade durchgeführten Bodenbearbeitung einen geeigneten Anstellwinkel auszuwählen. Auch die Auswahl kann nach Eingabe der hierfür notwendigen Bearbeitungsparameter durch die Steuervorrichtung automatisiert geschehen.

35 **[0020]** Wie oben bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsverfahren erläutert wurde, ist die Bodenbearbeitungsmaschine bevorzugt dazu ausgebildet, während eines Boden abtragenden Arbeitsbetriebs der Arbeitsvorrichtung in Geraeadeaufahrt längs einer Vortriebsrichtung zu verfahren,

40 welche mit einer parallel zur Gierachse verlaufenden und die Arbeitsachse enthaltenden Arbeitsebene einen von 90° verschiedenen Winkel einschließt. Dabei ist aus Gründen der Klarheit als der eingeschlossene Winkel stets der kleinste von mehreren erkennbaren, zwischen Vortriebsrichtung und Arbeitsebene eingeschlossenen Winkel heranzuziehen. Der oben beschriebene Anstellwinkel, welcher der Winkel ist, den die Vortriebsrichtung

mit der Bezugsebene einschließt, ist auch jener Winkelbetrag, um welchen sich die beiden von einer gierachsenparallelen und in Vortriebsrichtung verlaufenden Vortriebsebene mit der Arbeitsebene gebildeten Winkel von einem rechten Winkel unterscheiden. Der hier relevante kleinere Winkel ist um den Betrag des Anstellwinkels gegenüber einem rechten Winkel reduziert, der zweite bestehende größeren Winkel zwischen der Vortriebsebene und der Arbeitsebene ist um den Betrag des Anstellwinkels gegenüber einem rechten Winkel erhöht.

**[0021]** Die abrollbaren Laufwerke können als Radlaufwerke Räder oder/und als Kettenlaufwerke umlaufende Ketten aufweisen. Es ist auch eine Mischanordnung von konstruktiv unterschiedlichen Laufwerken an ein und derselben Bodenbearbeitungsmaschine denkbar, etwa dass am vorderen Längsende Laufwerke einer Konstruktionsart aus Radlaufwerken und Kettenlaufwerken angeordnet ist und dass am hinteren Längsende der Bodenbearbeitungsmaschine Laufwerke der jeweils anderen Konstruktionsart angeordnet sind.

**[0022]** Wie im Zusammenhang mit dem Bearbeitungsverfahren bereits dargelegt wurde, besteht grundsätzlich die Möglichkeit, das rotierende Werkzeug derart am Maschinenrahmen festzulegen, dass seine Arbeitsachse in einer Arbeitsebene gelegen ist, welche bereits um den Anstellwinkel gegenüber einer zur Bezugsebene orthogonalen, die Gierachse enthaltenden Ebene verdreht ist. Dann kann ein zu bearbeitender Boden bahnweise mit einer Vortriebsrichtung abgetragen werden, welche in der Bezugsebene (oder, was gleichbedeutend ist, parallel zu dieser) liegt.

**[0023]** Eine größere Bandbreite möglicher Bodenbearbeitungen kann jedoch dadurch erzielt werden, dass die Arbeitsachse orthogonal zur Bezugsebene angeordnet ist und dass die Lenkvorrichtung dazu ausgebildet ist, die Mehrzahl von lenkbaren Laufwerken mit einem jeweiligen Lenkwinkel derart zu orientieren, dass die Vortriebsrichtung der Bodenbearbeitungsmaschine bei Geradeausfahrt einen Winkel mit der Rollachse einschließt. Der mit der Rollachse eingeschlossene Winkel ist der oben beschriebene Anstellwinkel. Der Vorteil, die schräge Anstellung des rotierenden Werkzeugs über die Lenkvorrichtung zu erzielen, liegt zum einen darin, dass der grundlegende Aufbau bekannter Bodenbearbeitungsmaschinen nicht geändert werden muss; denn bei diesen ist die Arbeitsachse des rotierenden Werkzeugs üblicherweise fix orthogonal zur Bezugsebene orientiert. Zum anderen liegt der Vorteil darin, dass durch entsprechende Einstellung der Lenkvorrichtung mit einer Bodenbearbeitungsmaschine mit zur Bezugsebene orthogonaler Arbeitsachse sowohl in herkömmlicher Weise mit zur Arbeitsachse orthogonaler Vortriebsrichtung, also mit einem Anstellwinkel von  $0^\circ$ , als auch in der hier geschilderten besonderen Weise mit einem von  $0^\circ$  abweichen den Anstellwinkel und damit mit einem nachlaufenden Längsende gearbeitet werden kann, sodass die Stirnseite des nachlaufenden Längsendes während einer abtragenden Bodenbearbeitung bei Geradeausfahrt um den

Anstellwinkel von einer erzeugten Abtragskante winkelmäßig beabstandet und somit nahezu kontaktfrei angeordnet ist.

**[0024]** Grundsätzlich ist denkbar, dass eine Fahrwerkssachse der Bodenbearbeitungsmaschine nur durch ein einziges Laufwerk gebildet ist. Für einen möglichst stabilen Aufstand der Bodenbearbeitungsmaschine auf einem Untergrund ist jedoch wenigstens eine Fahrwerkssachse, sind vorzugsweise wenigstens zwei Fahrwerkssachsen, durch zwei Laufwerke gebildet, welche längs der Rollachse auf einer im Wesentlichen gemeinsamen Axialposition, jedoch auf unterschiedlichen Seiten der Bezugsebene gelegen sind. Für ein möglichst schlupffreies und damit verschleißarmes Lenken der Bodenbearbeitungsmaschine ist bevorzugt vorgesehen, dass wenigstens zwei Laufwerke einer gemeinsamen Fahrwerkssachse durch eine Spurstange zur gemeinsamen Lenkbewegung mit einander verbunden sind. So wird beispielsweise ein Lenken der Bodenbearbeitungsmaschine unter Einhaltung der Ackermann-Bedingung ermöglicht. Um bei der genannten bevorzugten Ausgestaltung eines Lenkgestänges oder/und eines Lenkergetriebes bei Ausführung des erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungverfahrens einen Querschlupf an einem oder an beiden Laufwerken einer Fahrwerkssachse zu vermeiden, kann die Spurstange längenveränderlich ausgebildet sein. Der Querschlupf resultiert bei der Verwendung von Spurstangen daher, dass bei Ausführung des erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungverfahrens der Lenkwinkel von Laufwerken einer Fahrwerkssachse von  $0^\circ$  verschieden ist, wobei die Verwendung einer Spurstange dafür sorgt, dass der Lenkwinkel des kurveninneren Laufwerks betragsmäßig größer ist als der Lenkwinkel des kurvenäußerer Laufwerks. Wird mit einer solchen Lenkeinstellung versucht, geradeaus zu fahren, kommt es aufgrund der betragsmäßig unterschiedlichen Lenkwinkel an ein und derselben Fahrwerkssachse zu Querschlupf.

**[0025]** Die Längenveränderlichkeit der Spurstange kann durch eine Kolben-Zylinder-Anordnung erreicht werden, von welcher der Kolben mit dem einen Laufwerk und von welcher der Zylinder mit dem jeweils anderen Laufwerk derselben Fahrwerkssachse gekoppelt ist. Die Kolben-Zylinder-Anordnung kann Teil der Spurstange sein oder kann eine Trennstelle einer zweiteiligen, insbesondere teleskopierbaren Spurstange übergreifen. Alternativ kann die Spurstange durch einen Spindeltrieb längenveränderlich ausgestaltet sein. Auch hierfür ist eine wenigstens zweiteilige Spurstange erforderlich, deren beide Teile längs der Spurstangen-Längsrichtung relativ zueinander verlagerbar sind.

**[0026]** Zusätzlich oder alternativ zur Verhinderung eines Querschlupfs durch eine längenveränderliche Spurstange kann ein Querschlupf auch dadurch reduziert oder ganz vermieden werden, dass wenigstens zwei Laufwerke einer gemeinsamen Fahrwerkssachse durch eine Spurstange zur gemeinsamen Lenkbewegung mit einander verbunden sind, wobei jedes Längsende der Spurstange durch je einen Lenkhebel mit dem jeweils

anderen Laufwerk derselben Fahrwerksachse verbunden ist, wobei ein Lenkhebel relativ zu dem ihn tragenden Laufwerk um eine zur Gierachse parallele Korrekturachse drehbar ist. Somit kann eine Lenkbewegung übertragender Lenkhebel relativ zu dem ihn tragenden Laufwerk um die Korrekturachse verdreht werden, sodass auch auf diese Weise sichergestellt werden kann, dass trotz Lenkeinschlags beide durch eine Spurstange gekoppelten Laufwerke einer gemeinsamen Fahrwerksachse betragsgleiche Lenkwinkel aufweisen.

**[0027]** Auch die für jeweilige Anstellwinkel notwendigen Beträge für Korrekturbewegungen in Gestalt einer Längenänderung einer längenveränderlichen Spurstange oder/und in Gestalt einer Verdrehung eines Lenkhebels um die Korrekturachse sind bevorzugt im Datenspeicher der Steuervorrichtung hinterlegt. Die Steuervorrichtung ist bevorzugt zur Ansteuerung eines die jeweilige Korrekturbewegung bewirkenden Aktuators ausgebildet. Da jedoch, wie oben bereits dargelegt wurde, der Anstellwinkel in der Regel betragsmäßig klein ist, insbesondere weniger als 15° oder sogar weniger als 10° beträgt, kann ein hierdurch erzeugtes geringes Maß an Querschlupf auch einfach hingenommen werden.

**[0028]** Wie für die vorliegend angedachten Bodenbearbeitungsmaschinen üblich, ist bevorzugt der Maschinenrahmen höhenverstellbar am Fahrwerk getragen. So kann in einfacher Weise durch Höhenverlagerung des Maschinenrahmens und damit der relativ zum Maschinenrahmen in der Regel festgelegten Arbeitsachse die Abtragstiefe des Werkzeugs eingestellt werden, also die Tiefe des Werkzeugeingriffs in den abtragenden Boden. Bevorzugt sind einzelne oder alle Laufwerke des Fahrwerks über an sich bekannte Hubsäulen mit dem Maschinenrahmen verbunden, um so eine Höhenverstellbarkeit des Maschinenrahmens zu erreichen.

**[0029]** Bevorzugt ist das Werkzeug eine Fräswalze, welche wenigstens auf ihrer mit radialem Abstand um die Arbeitsachse umlaufenden Mantelfläche Fräsmesser trägt. Zur Erleichterung der Abfuhr von bereits abgetragtem Bodenmaterial von der Fräswalze weg ist wenigstens eine Mehrzahl der Fräsmesser wendelförmig auf der Mantelfläche angeordnet. Da die Fräsmesser aufgrund ihres Eingriffs mit in der Regel mineralischen Oberflächen, wie beispielsweise Straßenbelägen, einer starken Verschleißbeanspruchung ausgesetzt sind, sind die Fräsmesser bevorzugt in sogenannten Meißenwechselhaltern an einem Fräswalzenrohr als einem Grundkörper der Fräswalze angeordnet, um ihren Austausch bei Erreichen ihrer Verschleißgrenze zu erleichtern.

**[0030]** Wie oben bereits beschrieben wurde, bedeutet die Ausbildung der Bodenbearbeitungsmaschine zur Ausführung des oben beschriebenen Bodenbearbeitungsverfahrens nicht oder nicht notwendigerweise, dass die Bodenbearbeitungsmaschine nur zur Ausführung des oben beschriebenen Bodenbearbeitungsverfahrens ausgebildet ist. Gerade zum Abtrag einer ersten Bahn von mehreren parallelen Abtragsbahnen ist es vorteilhaft, wenn die Bodenbearbeitungsmaschine auch da-

zu ausgebildet ist, während eines Boden abtragenden Arbeitsbetriebs der Arbeitsvorrichtung in Geradeausfahrt längs einer Vortriebsrichtung zu verfahren, welche orthogonal zur Arbeitsebene ausgerichtet ist. Um dies zu erreichen ist bevorzugt die Lenkvorrichtung auch dazu ausgebildet ist, die Mehrzahl von lenkbaren Laufwerken mit einem jeweiligen Lenkwinkel derart zu orientieren, dass die Vortriebsrichtung der Bodenbearbeitungsmaschine bei Geradeausfahrt parallel zur Rollachse ist.

**[0031]** Die hier diskutierte Bodenbearbeitungsmaschine ist bevorzugt eine Straßenfräsmaschine, insbesondere - aber nicht nur - eine Straßengroßfräse mit zwischen Laufwerken einer vorderen Fahrwerksachse und Laufwerken einer hinteren Fahrwerksachse angeordneter Fräswalze als dem rotierenden Werkzeug, ein Recycler, ein Stabilisierer oder ein Surface-Miner.

**[0032]** Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert werden. Es stellt dar:

Figur 1 eine grobschematische Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsmaschine während einer herkömmlichen Bodenmaterial abtragenden Bearbeitung und

Figur 2 eine grobschematische Draufsicht der erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsmaschine von Fig. 1 während einer Bodenmaterial abtragenden Bearbeitung nach Maßgabe des erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsverfahrens.

**[0033]** In den Figuren 1 und 2 ist eine erfindungsgemäße Bodenbearbeitungsmaschine (nachfolgend kurz als "Maschine" bezeichnet) allgemein mit 10 bezeichnet. Beispielhaft ist als erfindungsgemäße Maschine 10 eine Straßengroßfräse dargestellt, deren Arbeitsvorrichtung 12 mit einer an sich bekannten Fräswalze 14 als ein Boden abtragendes rotierendes Werkzeug, wie für Straßen großfräsen typisch, zwischen den vorderen Laufwerken 16a und 16b und den hinteren Laufwerken 18a und 18b angeordnet ist. Die vorderen Laufwerke 16a und 16b, von welchen in Fig. 1 das Laufwerk 16b durch das Laufwerk 16a verdeckt ist, bilden eine vordere Fahrwerksachse VF. Die hinteren Laufwerke 18a und 18b, von welchen in Fig. 1 das Laufwerk 18b durch das Laufwerk 18a verdeckt ist, bilden eine hintere Fahrwerksachse HF. Die Laufwerke 16a, 16b und 18a, 18b sind beispielhaft als Kettenlaufwerke ausgebildet. Die jeweils vorzugsweise durch einen Hydromotor HM zur Vortriebsbewegung antriebbaren Laufwerke 16a, 16b und 18a, 18b bilden gemeinsam ein Fahrwerk 13, sind lenkbar und tragen einen Maschinenrahmen 20, welcher wiederum die Arbeitsvorrichtung 12 trägt. Die Maschine 10 ist somit ein selbstfahrendes Fahrzeug.

**[0034]** Die Schwerkraftwirkungsrichtung ist in den Figuren 1 und 2 mit einem Pfeil g gekennzeichnet.

**[0035]** Die um eine zur Zeichenebene von Figur 1 or-

thogonale, parallel zur Nickachse Ni der Maschine 10 verlaufende Arbeitsachse R rotierbare Fräswalze 14 ist durch einen Fräswalzenkasten 22, welcher die Fräswalze 14 um die Arbeitsachse R rotierbar lagert, zur Außenumgebung der Maschine 10 abgeschirmt. Der Fräswalzenkasten 22 ist zum Untergrund U, auf welchem die Maschine 10 mit den Laufwerken 16a, 16b und 18a, 18b aufsteht, und welchen die Fräswalze 14 abträgt, hin offen, um die bestimmungsgemäße Bodenbearbeitung der Maschine 10 zu ermöglichen.

**[0036]** Der Maschinenrahmen 20 ist längs der Gierachse Gi höhenverstellbar über vordere Hubsäulen 17a und 17b und hintere Hubsäulen 19a und 19b mit den Laufwerken 16a, 16b, 18a bzw. 18b verbunden, wodurch beispielsweise die Frästiefe  $t$  der Fräswalze 14 einstellbar ist.

**[0037]** Die Maschine 10 ist von einem Fahrstand 24 aus steuerbar. Der Fahrstand 24 kann in an sich bekannter Weise überdacht sein. Eine Brennkraftmaschine 25 liefert die Antriebsenergie unter anderem für die Hydro-motore HM als der Vortrieb-Antriebsvorrichtung der Maschine 10, für die Arbeits-Antriebsvorrichtung 54 (s. Fig. 2) zur Rotation der Fräswalze 14, und für die Lenkvorrichtung 56 (s. Fig. 2) zur Lenkung der Maschine 10.

**[0038]** Von der Fräswalze 14 während der bestimmungsgemäßen Bodenbearbeitung abgetragenes Bodenmaterial wird von einer Transportvorrichtung 26 von der Arbeitsvorrichtung 12 zu einem Abgabeort 28 gefördert, wo es im dargestellten Beispiel einem die Maschine 10 während der Bodenbearbeitung mit Abstand in Richtung der Rollachse Ro vorausfahrend-begleitenden Transport-Lkw 30 übergeben wird.

**[0039]** Die Rollachse Ro und die Gierachse Gi spannen eine zur Zeichenebene der Figur 1 parallele Bezugsebene BE auf, welche in Fig. 2 dargestellt und bezeichnet ist.

**[0040]** Die Transportvorrichtung 26 umfasst ein näher bei der Arbeitsvorrichtung 12 gelegenes Aufnahmefeld 32 und ein mit dem Aufnahmefeld 32 kooperierendes, weiter von der Arbeitsvorrichtung 12 entfernt gelegenes Abwurfband 34. Das Aufnahmefeld 32 ist umlaufähig, aber hinsichtlich seiner relativen Orientierung zum Maschinenrahmen 20 unveränderlich am Maschinenrahmen 20 gelagert. An einer Übergabestelle 36 übergibt das Aufnahmefeld 32 das von ihm geförderte Material an das Abwurfband 34, welches das übernommene Material bis zum Abgabeort 28 fördert. Das Abwurfband 34 ist ebenfalls umlaufähig, jedoch relativ zum Maschinenrahmen 20 um eine gierachsenparallele Schwenkachse S schwenkbar und um eine zur Schwenkachse S orthogonale Neigeachse neigbar, sodass der Abgabeort 28, welcher mit dem abwerfenden Längsende des Abwurfbands 34 zusammenfällt, in etwa auf der Oberfläche einer Kugelkalotte beweglich ist, um den Abgabeort 28 an das jeweilige Begleitfahrzeug 30 anzupassen.

**[0041]** Die Transportvorrichtung 26 ist längs ihrer gesamten Länge durch eine Einhausung 38 eingehaust, um eine Belastung der Außenumgebung der Transport-

vorrichtung 26 durch Staub und durch von der Transportvorrichtung 26 möglicherweise herabfallendes Material zu vermeiden. Der über dem Aufnahmefeld 32 gelegene Teil der Einhausung 38 ist größtenteils durch den Maschinenrahmen 20 realisiert.

**[0042]** Zur weiteren Verringerung der Schmutzemission, insbesondere Staubemission, der Maschine 10 durch die Arbeitsvorrichtung 12 umfasst diese eine Absaugeinrichtung 40 mit einer Filtervorrichtung 42.

**[0043]** Die Absaugeinrichtung 40 saugt staubbelastete Luft an einem Absaugort 46 an, der beispielsweise über dem Aufnahmefeld 34 gelegen sein kann, und fördert die staubbelastete Luft in der angegebenen Reihenfolge durch einen Vorfilter 48 und durch die Filtervorrichtung 42 zu einem Abblasort 50, welcher entweder ein Auslass am Fördergebläse 44 sein kann, der direkt in die Außenumgebung der Maschine 10 abblässt, oder welcher über dem Abwurfband 34 eine Mündung in der Einhausung 38 sein kann, durch welche hindurch die gereinigte Luft

wieder zurück zur Transportvorrichtung 26 gegeben wird, sodass die gereinigte Luft zusammen mit dem abgetragenen Bodenmaterial am Abgabeort 28 in die Umgebung der Maschine 10 austritt.

**[0044]** In der Filtervorrichtung 42 ist ein Filterkörper 52 gezeigt, dessen Längsachse im Wesentlichen parallel zur Transportrichtung bzw. zur Verlaufsrichtung des Abwurfbands 34 orientiert ist.

**[0045]** In Figur 1 ist die Maschine 10 während einer herkömmlichen abtragenden Bodenbearbeitung dargestellt, bei welcher die Vortriebsrichtung VR der Maschine 10 bei Geradeausfahrt in der zur Zeichenebene von Figur 1 parallelen Bezugsebene gelegen ist.

**[0046]** Die vordere Fahrwerksachse VF und die hintere Fahrwerksachse HF sind bei Geradeausfahrt im herkömmlichen Bodenbearbeitungsbetrieb orthogonal zu der zur Zeichenebene von Figur 1 parallelen Bezugsebene orientiert.

**[0047]** Die relativ zum Maschinenrahmen 20 festgelegte Arbeitsachse R ist konstruktiv fix orthogonal zur Bezugsebene orientiert. Eine die Arbeitsachse R enthaltende und zur Gierachse Gi parallele Arbeitsebene AE ist in Figur 1 daher orthogonal zur Zeichenebene von Figur 1 und damit orthogonal zur Bezugsebene orientiert. Bei der Ausführung des in Figur 1 dargestellten herkömmlichen Bodenbearbeitungsverfahrens verläuft eine Vortriebsrichtung der Vortriebsbewegung der Maschine 10 folglich parallel zur Rollachse Ro der Maschine 10.

**[0048]** In Figur 2 ist die Maschine 10 von Figur 1 grob-schematisch in der Draufsicht während einer Bearbeitung nach Maßgabe des oben beschriebenen erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsverfahrens dargestellt. Bei diesem Verfahren verläuft die Vortriebsrichtung VR, längs welcher die Maschine 10 geradeaus fährt, um einen Anstellwinkel  $\alpha$  bezüglich der Bezugsebene BE geneigt. Somit schließt die Vortriebsrichtung VR mit der Arbeitsachse R bzw. mit der durch die Arbeitsachse R und die Gierachse Gi aufgespannten Arbeitsebene AE einen von  $90^\circ$  verschiedenen Winkel ein, wobei gemäß

der oben gegebenen Definition der kleinste Winkel  $\beta$  der zwischen der Vortriebsrichtung VR und der Arbeitsachse R bzw. der Arbeitsebene AE feststellbaren Winkel maßgeblich sein soll. Gegenüber dem in Figur 1 gezeigten herkömmlichen Bodenbearbeitungsverfahren, gemäß welchen die Vortriebsrichtung VR in der Bezugsebene BE gelegen ist, ist der Winkel  $\beta$  zwischen Vortriebsrichtung VR und Arbeitsebene AE um den Betrag des Anstellwinkels  $\alpha$  verkleinert.

**[0049]** Die Fräswalze 14 weist somit bezüglich der Vortriebsrichtung VR ein vorauseilendes Längsende 14a und ein nachlaufendes Längsende 14b auf.

**[0050]** In Figur 2 ist mit U1 ein noch zu bearbeitender Untergrundbereich schraffiert dargestellt und ist zur Unterscheidung davon ein bereits bearbeiteter Untergrundbereich mit U2 bezeichnet. Der bearbeitete Untergrund U2 ist durch die von der Fräswalze 14 während des aktuellen Fräsvorgangs gebildete Fräskante 58 begrenzt. Die Arbeitsbreite AB in Figur 2 zeigt an, über welche Breite Boden von der Fräswalze 14 während des Bodenabtragenden Bearbeitungsverfahrens abgetragen wird.

**[0051]** Aufgrund der maschinenrahmenfesten Orientierung der Arbeitsachse R orthogonal zur Bezugsebene BE ist das nachlaufende Längsende 14b der Fräswalze 14 um den gleichen Anstellwinkel  $\alpha$  von der Fräskante 58 weggedreht, um welchen die Vortriebsrichtung VR bezüglich der Bezugsebene BE geneigt ist. Dadurch ist die Stirnseite 14b1 am nachlaufenden Längsende 14b der Fräswalze 14 durch den Fräsbetrieb erheblich weniger abrasiv belastet als bei der zuvor beschriebenen herkömmlichen abtragenden Bodenbearbeitung mit zur Arbeitsachse R orthogonaler Vortriebsrichtung. Das vorauseilende Längsende 14a befindet sich dagegen nicht in abtragenden Eingriff mit dem noch zu bearbeitenden Untergrundbereich U1, sodass das vorauseilende Längsende 14a und dessen Stirnseite 14a1 außer durch im Fräswalzenkasten 22 herumgeschleudertes abgetragenes Bodenmaterial nicht abrasiv belastet sind.

**[0052]** Die in Figur 2 gezeigte schräge Anstellung der Fräswalze 14 bzw. ihrer Arbeitsachse R bezüglich der Vortriebsrichtung VR ist durch die Lenkvorrichtung 56 bewirkt, welche die vorderen Laufwerke 16a und 16b sowie die hinteren Laufwerke 18a und 18b bezüglich der Bezugsebene BE derart um den Lenkwinkel  $\alpha$  eingelenkt hat, dass die Maschine 10 trotz eines von  $0^\circ$  verschiedenen eingestellten Lenkwinkels  $\alpha$  längs der Vortriebsrichtung VR geradeaus fährt, wobei die Bezugsebene BE und damit die Rollachse Ro der Maschine 10 um den Winkel  $\alpha$  zur Vortriebsrichtung VR geneigt ausgerichtet ist.

**[0053]** Die vorderen Laufwerke 16a und 16b der vorderen Fahrwerksachse VF und die hinteren Laufwerke 18a und 18b der hinteren Fahrwerksachse HF sind, allgemein ausgedrückt, gleichsinnig und mit betragsgleichem Lenkeinschlagswinkel, insbesondere Lenkwinkeln, bezüglich der Bezugsebene BE ausgerichtet, um die für das vorliegend vorgestellte Bodenbearbeitungsverfahren mit von der Rollachse abweichender Vortriebs-

richtung VR erforderliche Bewegung zu erzielen. Der Lenkeinschlagswinkel ist dabei der in die Lenkvorrichtung einer Fahrzeugachse eingegebene Lenk-Steuerwinkel. Der Lenkwinkel ist der an den einzelnen Laufwerken aus dem zugeordneten Lenkeinschlagswinkel resultierende Winkel, den die zur Abrollachse des jeweiligen Laufwerks orthogonale Abrollebene des Laufwerks mit der Bezugsebene einschließt.

**[0054]** Da die beiden Laufwerke 16a und 16b der vorderen Fahrwerksachse VF und die hinteren Laufwerke 18a und 18b der hinteren Fahrwerksachse HF jeweils durch Spurstangen 60 bzw. 62 zur gemeinsamen Lenkbewegung miteinander gekoppelt sind, wobei die vordere Spurstange 60 in an sich bekannter Weise zur Verbindung von zwei vorderen Lenkhebeln 64a und 64b angeordnet ist und wobei die hintere Spurstange 62 in an sich bekannter Weise zur Verbindung von zwei hinteren Lenkhebeln 66a und 66b angeordnet ist, ist es in der Regel ohne weitere Maßnahmen nicht möglich, an beiden Laufwerken ein und derselben Fahrwerksachse trotz einheitlichen Lenkeinschlagswinkels denselben Lenkwinkel einzustellen. Es tritt daher ohne weitere Maßnahmen bei der Geradeausfahrt mit zur Bezugsebene BE geneigter Vortriebsrichtung VR ein gewisser Querschlupf auf, welcher jedoch bei den üblichen kleinen Beiträgen von  $\alpha$  ebenfalls nur einen geringen Betrag aufweist und daher vernachlässigbar ist.

**[0055]** Dann, wenn der Querschlupf nicht vernachlässigt werden soll, kann dies durch entweder eine längenveränderliche Spurstange erreicht werden, wie dies beispielhaft an der vorderen Spurstange 60 dargestellt ist, die als Kolben-Zylinder-Einheit 68 längenveränderlich ausgebildet ist, oder kann dies durch Relativverdrehbarkeit eines Lenkhebels relativ zu der ihm zugeordneten Lenkachse seines Laufwerks erreicht werden, wie dies an dem hinteren nullseitigen Lenkerhebel 66b angedeutet ist, welcher um eine zur Gierachse Gi parallele Korrekturachse K relativ zu seiner Hubsäule 19b drehbar ist. Durch eine oder mehrere der genannten Maßnahmen kann also erreicht werden, dass die über ein oben beschriebenes Trapezlenkgestänge aus je einem Lenkhebel pro Laufwerk und einer die Lenkhebel verbindenden Spurstange gemeinsam gelenkten Laufwerke derselben Fahrwerksachse bei Anwendung eines einheitlichen Lenkeinschlagswinkels auch mit betragsgleichen Lenkwinkeln bezüglich der Bezugsebene BE zueinander parallel ausgerichtet sind.

**[0056]** Alternativ zu dem oben beschriebenen Trapezlenkgestänge aus Lenkhebeln und einer die Lenkhebel einer Fahrwerksachse verbindenden Spurstange kann auch jedes Laufwerk über einen eigenen Lenkaktuator unabhängig vom Lenzkustand jedes anderen Laufwerks lenkbar sein.

**[0057]** Somit ist eine für die Fräswalze 14 an ihren Längsenden 14a und 14b verschleißarme Bodenbearbeitung ohne jede konstruktive Änderung bzw. ohne jede konstruktive Schutzmaßnahme an den Längsenden möglich, verglichen mit der herkömmlichen Bodenbear-

beitung mit zur Arbeitsebene AE orthogonaler Vortriebsrichtung VR. Dies soll natürlich nicht ausschließen, dass nicht zusätzlich zu dem hier beschriebenen Bodenbearbeitungsverfahren an den Längsenden der Fräswalze Verschleißschutzmaßnahmen getroffen sind, wie beispielsweise zusätzliche freiräumende Fräsmesser oder/und verschleißbeständige Materialverdickungen. Diese haben dann aufgrund der insgesamt durch die schräge Anstellung der Fräswalze 14 erreichten geringeren Verschleißbelastung eine umso höhere Verschleißschutzwirkung.

**[0058]** Bevorzugt weist die Maschine 10 eine Steuervorrichtung 70 auf, etwa umfassend einen oder mehrere integrierte Schaltkreise und einen Datenspeicher, welche dazu ausgebildet ist, die Maschine 10 auf Grundlage eines im Datenspeicher hinterlegten Betriebsprogramms automatisiert zur Ausführung des oben beschriebenen Bodenbearbeitungsverfahrens anzusteuern. Die Steuervorrichtung 70 kann hierzu Steuerbefehle, etwa Soll-Lenkeinschlagswinkel, an die Lenkvorrichtung 56 ausgeben. Im Datenspeicher der Steuervorrichtung 70 kann ein vorbestimmter Anstellwinkel  $\alpha$  hinterlegt sein. Außerdem kann daran gedacht sein, eine Mehrzahl unterschiedlicher Anstellwinkel in jeweiliger Zuordnung zu wenigstens einem Betriebs- oder Arbeitsparameter zu hinterlegen, etwa in Abhängigkeit von der Abtragstiefe  $t$  oder/und von der Vortriebsgeschwindigkeit oder/und von dem abzutragenden Bodenmaterialtyp, und den Anstellwinkel abhängig von Betriebsparametern auszuwählen, welche die zu erledigende Bodenbearbeitung beschreiben. Auch die Daten zur Längenänderung einer längenveränderlichen Spurstange, wie der Spurstange 60, oder die Daten zur Korrekturverdrehung eines Lenkhebels, wie etwa des Lenkhebels 66b, derart, dass über ein Trapezlenkgestänge zur gemeinsamen Lenkbewegung miteinander verbundene Laufwerke ein und derselben Fahrwerksachse trotz Lenkeinschlags zueinander parallel ausgerichtet sind, können im Datenspeicher der Steuervorrichtung 70 hinterlegt sein. Die Steuervorrichtung steuert daher bevorzugt auch die Kompensationsbewegung der längenveränderlichen Spurstange oder/und des verdrehbaren Lenkhebels.

#### Patentansprüche

1. Bodenbearbeitungsverfahren zum Abtragen von Bodenmaterial mittels eines um eine Arbeitsachse (R) rotierenden Werkzeugs (14), wobei das rotierende Werkzeug (14) von einem Maschinenrahmen (20) einer Bodenbearbeitungsmaschine (10) getragen ist, wobei der Maschinenrahmen (20) durch ein abrollbares Fahrwerk (13) auf einem Untergrund (U) aufsteht und durch eine Vortriebs-Antriebsvorrichtung (25, HM) relativ zu dem Untergrund (U) zu einer Vortriebsbewegung längs einer Vortriebsrichtung (VR) angetrieben wird,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Vortriebsrich-

tung (VR) während einer abtragenden Bodenbearbeitung mit der Arbeitsachse (R) einen von  $90^\circ$  verschiedenen Winkel ( $\beta$ ) einschließt.

5 2. Bodenbearbeitungsverfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das rotierende Werkzeug (14) sich bezogen auf die Arbeitsachse (R) zwischen zwei axialen Längsenden (14a, 14b) erstreckt, wobei das Werkzeug (14) aufgrund der Orientierung der Arbeitsachse (R) in der Vortriebsrichtung (VR) ein vorauseilendes axiales Längsende (14a) und ein nachlaufendes axiales Längsende (14b) aufweist, wobei die axiale Abtragsbreite (AB) derart gewählt ist, dass sich das nachlaufende Längsende (14b) im abtragenden Eingriff mit dem abzutragenden Bodenmaterial (U1) befindet, das vorauseilende Längsende (14a) jedoch nicht.

10 3. Bodenbearbeitungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Fahrwerk (13) eine Mehrzahl von lenkbaren, auf dem Untergrund (U) abrollbaren Laufwerken (16a, 16b, 18a, 18b) aufweist, wobei das Bodenbearbeitungsverfahren ein Lenken der Laufwerke (16a, 16b, 18a, 18b) derart umfasst, dass die Vortriebsrichtung (VR) bei Geraudeausfahrt der Bodenbearbeitungsmaschine (10) mit einer parallel zur Maschinenrahmenlängsrichtung verlaufenden Rollachse (Ro) einen Winkel ( $\alpha$ ) einschließt.

15 4. Mobile Boden abtragende Bodenbearbeitungsmaschine (10), umfassend ein zum Aufstehen auf einem Untergrund (U) ausgebildetes Fahrwerk (13) mit einer Mehrzahl von lenkbaren, auf dem Untergrund abrollbaren Laufwerken (16a, 16b, 18a, 18b), wobei das Fahrwerk (13) einen Maschinenrahmen (20) abstützt, welcher eine Arbeitsvorrichtung (12) mit einem um eine Arbeitsachse (R) rotierbaren, Boden abtragenden Werkzeug (14) trägt, wobei die Arbeitsachse (R) mit konstanter Winkelorientierung relativ zu einer Bezugsebene (BE) angeordnet ist, welche von einer parallel zur Maschinenrahmenlängsrichtung verlaufenden Rollachse (Ro) und von einer parallel zur Maschinenhöhenrichtung verlaufenden Gierachse (Gi) der Bodenbearbeitungsmaschine (10) aufgespannt ist, wobei die Bodenbearbeitungsmaschine (10) eine Arbeits-Antriebsvorrichtung (25, 54) aufweist, um das Werkzeug (14) zur Rotation um die Arbeitsachse (R) anzutreiben, wobei die Bodenbearbeitungsmaschine (10) eine Vortriebs-Antriebsvorrichtung (25, HM) aufweist, um die Bodenbearbeitungsmaschine (10) relativ zum Untergrund (U), auf dem sie aufsteht, zur Vortriebsbewegung anzutreiben, und wobei die Bodenbearbeitungsmaschine (10) eine Lenkvorrichtung (56) aufweist, um einen Lenkwinkel ( $\alpha$ ) der Mehrzahl von lenkbaren Laufwerken (16a, 16b, 18a, 18b) relativ zur Be-

zugebene (BE) zu ändern,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** sie zur Ausführung  
 des abtragenden Bodenbearbeitungsverfahren  
 nach einem der Ansprüche 1 bis 3 ausgebildet ist. 5

5. Bodenbearbeitungsmaschine (10) nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Bodenbearbei-  
 tungsmaschine (10) dazu ausgebildet ist, während  
 eines Boden (U1) abtragenden Arbeitsbetriebs der  
 Arbeitsvorrichtung (12) in Geradeausfahrt längs ei-  
 ner Vortriebsrichtung (VR) zu verfahren, welche mit  
 einer parallel zur Gierachse (Gi) verlaufenden und  
 die Arbeitsachse (R) enthaltenden Arbeitsebene  
 (AE) einen von  $90^\circ$  verschiedenen Winkel ( $\beta$ ) ein-  
 schließt. 10

6. Bodenbearbeitungsmaschine (10) nach Anspruch 4  
 oder 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitsachse  
 (R) orthogonal zur Bezugsebene (BE) angeordnet  
 ist und dass die Lenkvorrichtung (56) dazu ausge-  
 bildet ist, die Mehrzahl von lenkbaren Laufwerken  
 (16a, 16b, 18a, 18b) miteinander einem jeweiligen Lenkwinkel  
 ( $\alpha$ ) derart zu orientieren, dass die Vortriebsrichtung  
 (VR) der Bodenbearbeitungsmaschine (10) bei Ge-  
 radeausfahrt einen Winkel ( $\alpha$ ) mit der Rollachse (Ro)  
 einschließt. 15

7. Bodenbearbeitungsmaschine (10) nach einem der  
 Ansprüche 4 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei  
 Laufwerke (16a, 16b/18a, 18b) einer gemeinsamen  
 Fahrwerksachse (VF, HF) durch eine Spurstange  
 (60, 62) zur gemeinsamen Lenkbewegung mit ein-  
 ander verbunden sind, wobei die Spurstange (60) 20  
 längenveränderlich ist. 25

8. Bodenbearbeitungsmaschine (10) nach einem der  
 Ansprüche 4 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei  
 Laufwerke (16a, 16b/18a, 18b) einer gemeinsamen  
 Fahrwerksachse (VF, HF) durch eine Spurstange  
 (60, 62) zur gemeinsamen Lenkbewegung mit ein-  
 ander verbunden sind, wobei jedes Längsende der  
 Spurstange (60, 62) durch je einen Lenkhebel (64a,  
 64b, 66a, 66b) mit einem anderen der achsgleichen  
 Laufwerke (16a, 16b/18a, 18b) verbunden ist, wobei  
 ein Lenkhebel (66b) relativ zu dem ihn tragenden  
 Laufwerk (18b) um eine zur Gierachse (Gi) parallele  
 Korrekturachse (K) drehbar ist. 30

9. Bodenbearbeitungsmaschine (10) nach einem der  
 Ansprüche 4 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Maschinen-  
 rahmen (20) höhenverstellbar am Fahrwerk (13) ge-  
 tragen ist. 35

10. Bodenbearbeitungsmaschine (10) nach einem der  
 Ansprüche 4 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkzeug  
 (14) eine Fräswalze (14) ist, welche wenigstens auf  
 ihrer mit radialem Abstand um die Arbeitsachse um-  
 laufenden Mantelfläche Fräsmesser trägt, wobei be-  
 vorzugt wenigstens eine Mehrzahl der Fräsmesser  
 wendelförmig auf der Mantelfläche angeordnet sind. 40

11. Bodenbearbeitungsmaschine (10) nach einem der  
 Ansprüche 4 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Bodenbearbei-  
 tungsmaschine (10) auch dazu ausgebildet ist, wäh-  
 rend eines Boden abtragenden Arbeitsbetriebs der  
 Arbeitsvorrichtung (12) in Geradeausfahrt längs ei-  
 ner Vortriebsrichtung (VR) zu verfahren, welche or-  
 thogonal zu einer parallel zur Gierachse (Gi) verlau-  
 fenden und die Arbeitsachse (R) enthaltenden Ar-  
 beitebene (AE) ausgerichtet ist, wobei hierzu ins-  
 besondere die Lenkvorrichtung (56) dazu ausgebil-  
 det ist, die Mehrzahl von lenkbaren Laufwerken (16a,  
 16b, 18a, 18b) mit einem jeweiligen Lenkwinkel der-  
 art zu orientieren, dass die Vortriebsrichtung (VR)  
 der Bodenbearbeitungsmaschine (10) bei Gerade-  
 ausfahrt parallel zur Rollachse (Ro) ist. 45

12. Bodenbearbeitungsmaschine (10) nach einem der  
 Ansprüche 4 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Straßen-  
 fräsmaschine (10), ein Recycler, ein Stabilisierer  
 oder ein Surface-Miner ist. 50

10. Bodenbearbeitungsmaschine (10) nach einem der  
 Ansprüche 4 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Straßen-  
 fräsmaschine (10), ein Recycler, ein Stabilisierer  
 oder ein Surface-Miner ist. 55

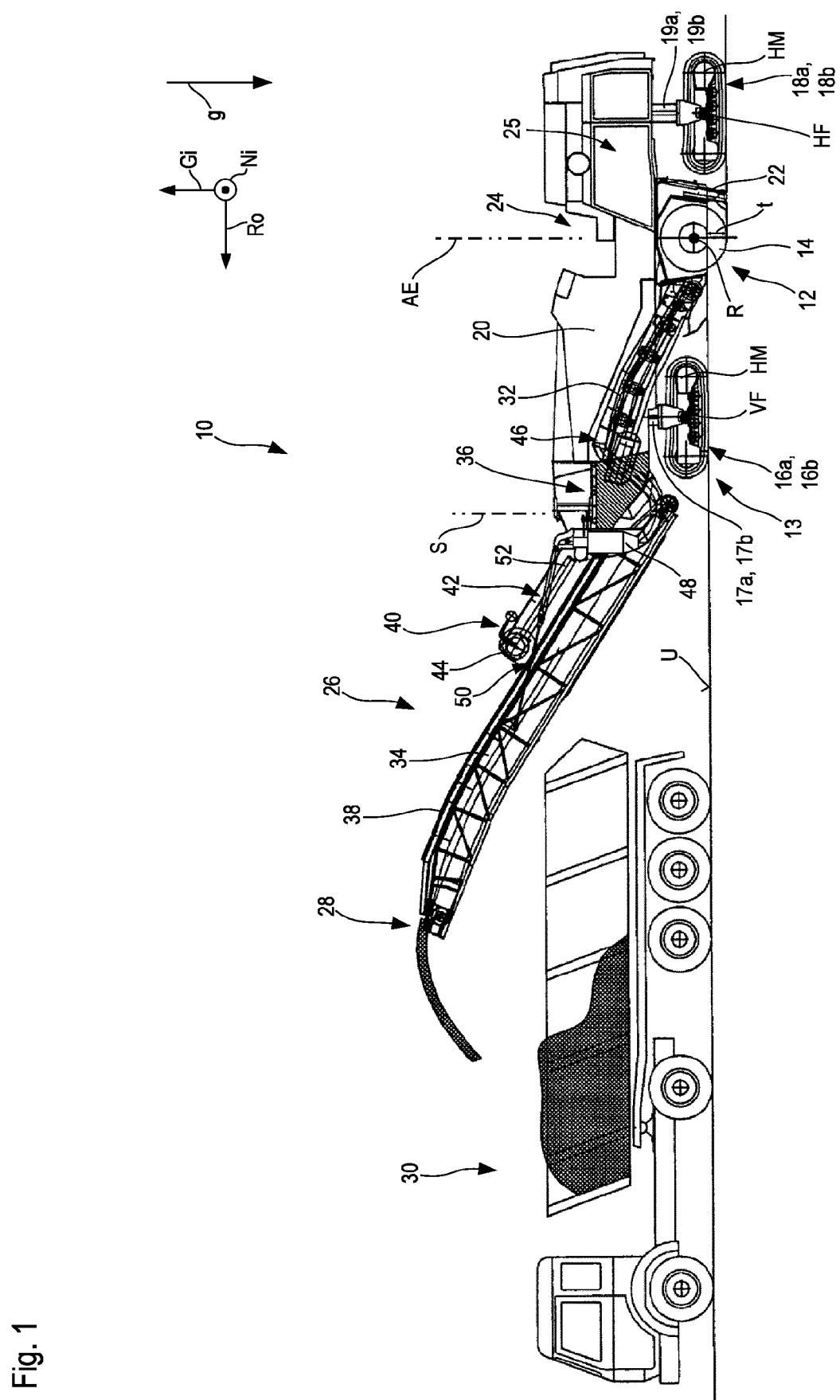
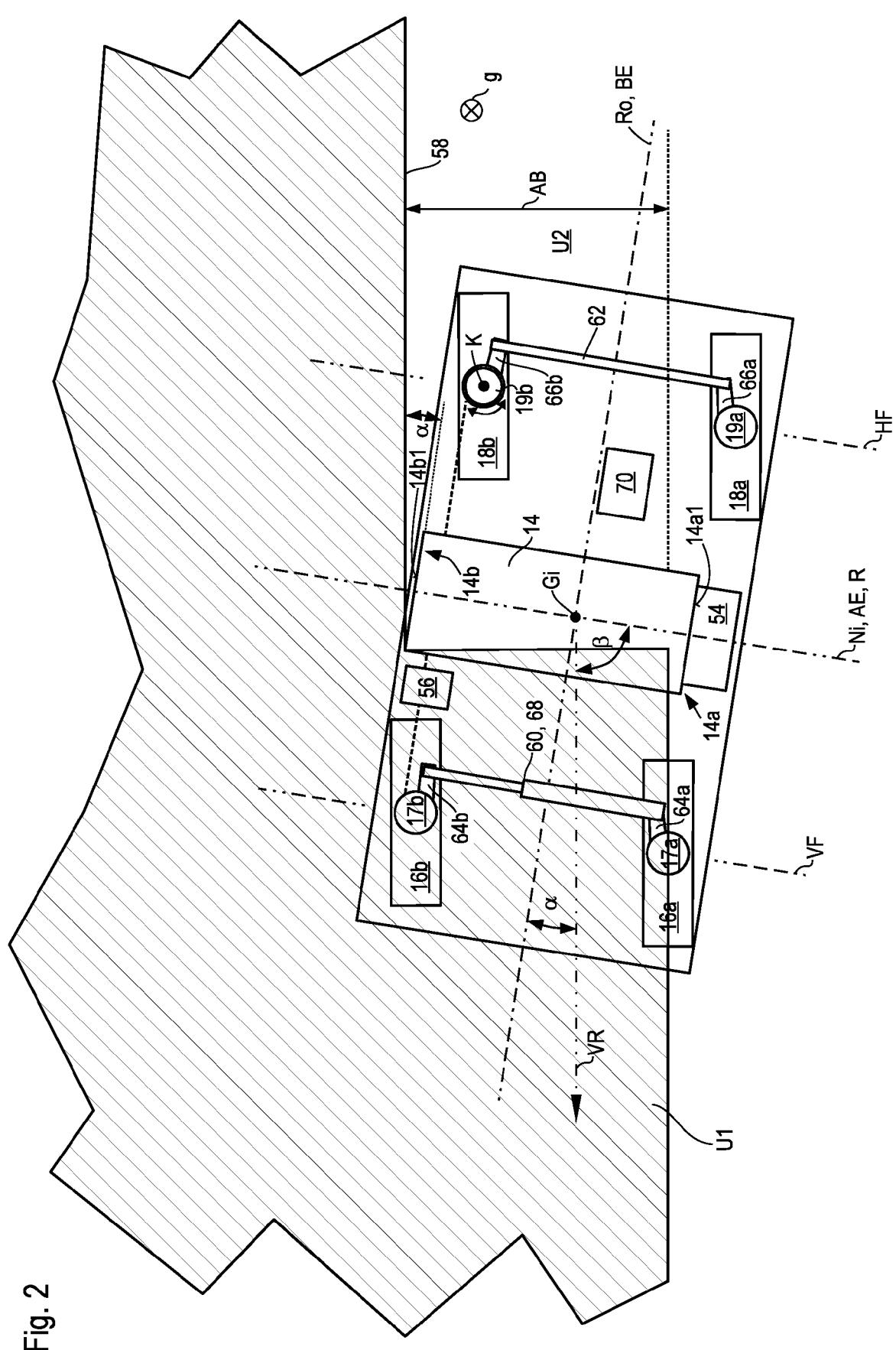


Fig. 1





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 20 21 4751

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betriefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 X	US 3 767 264 A (ECKEY H) 23. Oktober 1973 (1973-10-23) * Abbildungen 1-4 * * Spalte 1, Zeile 42 - Zeile 48 * * Spalte 1, Zeile 65 - Zeile 66 * * Spalte 2, Zeile 61 - Zeile 66 * * Spalte 4, Zeile 15 - Zeile 19 * * das ganze Dokument *	1-12	INV. E01C23/088 E01C23/12
15 X	FR 1 266 660 A (MALLET ERNEST ANDRÉ [FR]) 17. Juli 1961 (1961-07-17) * Abbildung 1 * * das ganze Dokument *	1-12	
20			
25			
30			
35			
40			
45			
50 1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 17. Mai 2021	Prüfer Klein, A
	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 : nichtschriftliche 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	

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

EP 20 21 4751

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.

17-05-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 3767264 A	23-10-1973	KEINE	
20	FR 1266660 A	17-07-1961	KEINE	
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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 102005035480 A1 [0003]
- DE 102016003895 A1 [0003]
- WO 03100172 A [0003]
- DE 102010013983 A1 [0004] [0005]