



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**28.12.2022 Patentblatt 2022/52**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**E01C 23/088 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **22177023.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**E01C 23/088**

(22) Anmeldetag: **02.06.2022**

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

(71) Anmelder: **BOMAG GmbH**  
**56154 Boppard (DE)**

(72) Erfinder: **Edelmann, Ole**  
**56154 Boppard (DE)**

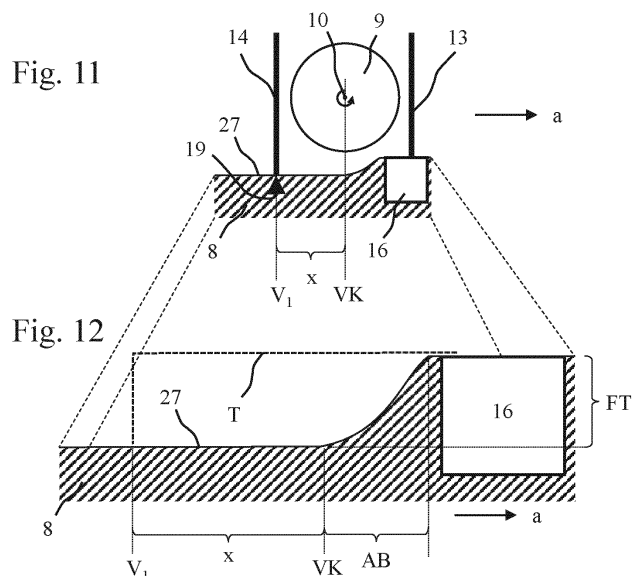
(74) Vertreter: **Tomerius, Isabel**  
**Lang & Tomerius**  
**Patentanwaltspartnerschaft mbB**  
**Rosa-Bavarese-Strasse 5**  
**80639 München (DE)**

(30) Priorität: **03.06.2021 DE 102021114397**

(54) **VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER STRASSENFRÄSMASCHINE UND STRASSENFRÄSMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren (20) zur Steuerung einer eine Fräswalze (9) und einen Heckschild (14) umfassenden Straßenfräsmaschine (1) bei einem im zu fräsenden Boden (8) befindlichen Hindernis (16), umfassend die Schritte: a) Abfräsen (21) des Bodens (8) in einer vorgegebenen Frästiefe (FT) entlang einer Arbeitsrichtung (a), b) Annähern (22) der Straßenfräsmaschine (1) in Arbeitsrichtung (a) an das im Boden (8) befindliche Hindernis (16), c) Ausheben (23) der Fräswalze (9) und des Heckschildes (14) aus dem Boden (8) in Arbeitsrichtung (a) vor dem Hindernis (16), d) Überfahren (24) des Hindernisses (16) derart, dass die Fräswalze (9) außer Kontakt mit dem Hindernis (16) bleibt, e) Ab-

senken (25) der Fräswalze (9) und des Heckschildes (14) bis zur vorgegebenen Frästiefe (FT) in Arbeitsrichtung (a) hinter dem Hindernis (16) und Fortsetzen des AbfräSENS (21) des Bodens (8), wobei die Straßenfräsmaschine (1) derart gesteuert wird, dass in Schritt c) das Ausheben (23) der Fräswalze (9) zeitlich vor dem Ausheben (23) des Heckschildes (14) aus dem Boden (8) durchgeführt wird, wobei sich die Straßenfräsmaschine (1) zwischen dem Ausheben (23) der Fräswalze (9) und dem Ausheben (23) des Heckschildes (14) weiter in Arbeitsrichtung (a) bewegt. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Straßenfräsmaschine (1) zur Durchführung des Verfahrens (20).



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Fräswalze und ein Heckschild umfassenden Straßenfräsmaschine bei einem im zu fräsenden Boden befindlichen Hindernis. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Straßenfräse zur Durchführung des Verfahrens.

**[0002]** Gattungsgemäße Straßenfräsmaschinen werden im Straßen- und Wegebau, zur Ausbesserung und Erneuerung von Fahrbahnen, Plätzen und Start- beziehungsweise Landebahnen eingesetzt. Konkret handelt es sich hierbei beispielsweise um Straßenfräsen, speziell Kaltfräsen, beispielsweise vom Heckrotor- oder vom Mittelrotortyp. Sie umfassen typischerweise einen von Fahrereinrichtungen, beispielsweise Kettenlaufwerken oder Rädern, getragenen Maschinenrahmen. Das primäre Arbeitswerkzeug gattungsgemäßer Straßenfräsmaschinen ist eine in einem Fräswalzenkasten um eine Rotationsachse rotierbar gelagerte Fräswalze. Die Fräswalze ist typischerweise mit einem hohlzylindrischen Mantel ausgestattet, auf dessen Außenumfangsfläche eine Vielzahl von Fräswerkzeugen, beispielsweise Fräsmeißel, angeordnet sind. Im Arbeitsbetrieb wird die Fräswalze um die Rotationsachse rotiert, so dass die Fräswerkzeuge in den Boden getrieben werden und diesen abfräsen. Wie weit die Fräswalze hierbei in den Boden eintaucht, wird durch die beispielsweise vom Bediener vorgegebene Frästiefe bestimmt. Die Frästiefe kann dabei beispielsweise durch eine Relativverstellung der Fräswalze bzw. des Fräswalzenkastens gegenüber dem Maschinenrahmen erreicht werden. Dazu ist es bekannt, den Fräswalzenkasten über eine zumindest teilweise in Vertikalrichtung relativ zum Maschinenrahmen verstellbare Hubeinrichtung am Maschinenrahmen zu lagern. Ergänzend oder alternativ kann der Maschinenrahmen samt Fräseinrichtung in Vertikalrichtung zum Bodenuntergrund verstellbar sein. Dazu ist es bekannt, den Maschinenrahmen mit den Fahrereinrichtungen über geeignete Hubeinrichtungen, beispielsweise Hubsäulen, zu verbinden. Um das herumgeschleuderte Fräsgut einzudämmen, ist die Fräswalze üblicherweise von dem beispielsweise am Maschinenrahmen gelagerten Fräswalzenkasten umgeben, der einen Frontschild, zwei Seitenschilde und einen gegenüber dem Maschinenrahmen höhenverstellbaren Heckschild aufweisen kann. Es kann ferner ein sogenannter Niederhalter vorgesehen sein. Der Niederhalter ist dabei wie der Frontschild quer zur Arbeitsrichtung vor und der Heckschild quer zur Arbeitsrichtung hinter der Fräswalze angeordnet, während die Seitenschilde die Fräswalze parallel zur Arbeitsrichtung seitlich einhausen. Die Steuerung der Höhenverstellung des Maschinenrahmens und/oder des Fräswalzenkastens und/oder Teilen davon kann mithilfe einer Steuereinrichtung erfolgen. Der Fräswalzenkasten dient ebenfalls dazu, das Fräsgut auf eine Fördereinrichtung zu leiten, beispielsweise ein Förderband, von der das Fräsgut auf ein Transportfahrzeug, beispielsweise einen Lastwa-

gen, zum Abtransport überladen wird. Dies kann beispielsweise in Fräsrichtung nach vorn oder nach hinten erfolgen.

**[0003]** Der Niederhalter wird typischerweise im Arbeitsbetrieb der Straßenfräsmaschine in Arbeitsrichtung vor der Fräswalze von oben auf den zu fräsenden Boden gedrückt, schwimmend über diesen geführt oder knapp über dem Boden gehalten. Er dient dazu, das Herausbrechen von großen Schollen aus dem zu fräsenden Boden zu verhindern und sicherzustellen, dass die Fräswalze ausreichend kleine Fräsgutstücke abfräst. Der Frontschild kann eine Übergabeöffnung aufweisen, durch die hindurch das Fräsgut auf die Transporteinrichtung aus dem Inneren des Fräswalzenkastens austreten kann. Eine solche Übergabeöffnung kann auch im Heckschild vorgesehen sein. Die Seitenschilde verschließen den Fräswalzenkasten seitlich, werden typischerweise gleitend über den Boden geführt und verhindern ein seitliches Austreten von Fräsgut. Der Heckschild wiederum wird, ähnlich wie der Niederhalter, in Arbeitsrichtung hinter der Fräswalze von oben auf die gefräste Fläche, auch Fräsbett genannt, gedrückt, schwimmend über diesem geführt oder knapp über dem Fräsbett gehalten. In dieser als Arbeitsposition bezeichneten Stellung schert der Heckschild zum einen im Fräsbett verbliebene, aufragende Bodenbestandteile ab. Zum anderen streift der Heckschild auch im Fräsbett verbliebenes Fräsgut ab und führt dieses im Inneren des Fräswalzenkastens mit der Straßenfräsmaschine mit, bis es im weiteren Arbeitsbetrieb zur Fördereinrichtung gelangt.

**[0004]** Während der Fräsarbeiten kommt es immer wieder vor, dass sich im zu fräsenden Boden Hindernisse befinden. Hierbei kann es sich beispielsweise um Einbauten handeln, beispielsweise Schächte, Kanaldeckel, Metallplatten oder ähnliches. Diese Einbauten sollen durch Fräsarbeiten nicht beschädigt werden. Darüber hinaus soll auch ein Schaden an der Fräswalze und den Fräswerkzeugen selbst, der bei einer Kollision mit den Hindernissen entstehen könnte, vermieden werden. Es ist daher notwendig, dass der Bediener der Straßenfräsmaschine diese vor jedem Hindernis anhält, die Fräswalze samt Fräswalzenkasten anhebt, bis diese auf eine Vertikalposition über dem Hindernis verstellt wurde, beispielsweise mit ca. 2 cm Bodenfreiheit, und dann das Hindernis mit außer Bodeneingriff stehender Fräswalze überfährt. Hinter dem Hindernis muss der Bediener erneut die Straßenfräsmaschine stoppen, die Fräswalze erneut auf die gewünschte Frästiefe absenken und den Fräsvorgang fortsetzen. Insgesamt ist für diesen Vorgang daher eine Vielzahl von Schritten notwendig, die der Bediener im Arbeitsablauf möglichst präzise ausführen muss. Ein zusätzliches Problem besteht darin, dass durch das Anheben der Fräswalze und des Fräswalzenkastens vor dem Hindernis eine nicht unbeachtliche Menge an Fräsgut auf dem abgefrästen Boden im Fräsbett verbleibt. Dieses liegengebliebene Fräsgut muss im Nachgang von Hand oder maschinell aufwendig beseitigt werden, was den Zeitaufwand zur Fertigstellung der Bau-

stelle und damit auch die Kosten erhöht. Von der Fräswalze in Arbeitsrichtung vor und hinter dem Hindernis nicht abgefräster Boden muss gegebenenfalls ebenfalls per Hand oder maschinell in einem Nachbearbeitungsschritt abgetragen werden. Der Aufwand für diese Nachbearbeitung variiert stark, je nachdem, wie präzise vor dem Hindernis der Bediener die Fräswalze anhebt und sie nach dem Hindernis wieder absenkt. Hierbei entsteht allerdings ein Spannungsfeld, da der Bediener einerseits eine Kollision des Hindernisses mit der Fräswalze auf jeden Fall verhindern möchte, andererseits der manuelle Nachbearbeitungsaufwand möglichst gering gehalten werden soll. Im Ergebnis versucht der Bediener häufig, so knapp wie möglich an das Hindernis heranzufräsen und die Fräswalze hinter dem Hindernis so nah wie möglich am Hindernis wieder in den Boden eintauchen zu lassen. Fehleinschätzungen durch den Bediener können hier daher zu Beschädigungen am Hindernis und an der Fräswalze oder zu einem erhöhten Aufwand der Nachbearbeitung führen.

**[0005]** Vor diesem Hintergrund ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Wirtschaftlichkeit des Fräsvorgangs bei im zu fräsenden Boden befindlichen Hindernissen zu erhöhen. Insbesondere soll der Bediener der Straßenfräsmaschine entlastet und der Arbeitsaufwand der notwendigen Nachbearbeitung verringert werden.

**[0006]** Die Lösung dieser Aufgabe gelingt mit einem Verfahren und einer Straßenfräsmaschine gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0007]** Konkret gelingt die Lösung mit einem Verfahren zur Steuerung einer Fräswalze und einen Heckschild umfassenden Straßenfräsmaschine bei einem im zu fräsenden Boden befindlichen Hindernis, umfassend die Schritte:

- a) Abfräsen des Bodens in einer vorgegebenen Frästiefe entlang einer Arbeitsrichtung,
- b) Annähern der Straßenfräsmaschine in Arbeitsrichtung an das im Boden befindliche Hindernis,
- c) Ausheben der Fräswalze und des Heckschildes aus dem Boden in Arbeitsrichtung vor dem Hindernis,
- d) Überfahren des Hindernisses derart, dass die Fräswalze außer Kontakt mit dem Hindernis bleibt, und
- e) Absenken der Fräswalze und des Heckschildes bis zur vorgegebenen Frästiefe in Arbeitsrichtung hinter dem Hindernis und Fortsetzen des AbfräSENS des Bodens.

Ein Kerngedanke der vorliegenden Erfindung liegt nun darin, dass die Straßenfräsmaschine derart gesteuert wird, dass in Schritt c) das Ausheben der Fräswalze zeitlich vor dem Ausheben des Heckschildes aus dem Boden durchgeführt wird, wobei sich die Straßenfräsmaschine zwischen dem Ausheben der Fräswalze und dem Ausheben des Heckschildes weiter in Arbeitsrichtung be-

wegt. Mit anderen Worten erfolgt das Ausheben des Heckschildes und das Ausheben der Fräswalze im laufenden Fräsprozess nacheinander, und die Straßenfräsmaschine fährt zwischen dem Ausheben des Heckschildes und dem Ausheben der Fräswalze zumindest ein Stück weit weiter in Arbeitsrichtung. Der Heckschild wird also nicht gleichzeitig mit der Fräswalze aus dem Fräsbett angehoben, sondern verbleibt während und/oder nach dem Anheben der Fräswalze noch in der Arbeitsstellung. Dadurch wird der Heckschild in seiner Arbeitsstellung in Arbeitsrichtung näher an das Hindernis herangeführt als wenn der Heckschild zusammen mit der Fräswalze angehoben werden würde, wie dies im Stand der Technik der Fall ist. Der Heckschild wird in Horizontalrichtung auf die Wegstrecke bezogen somit erst an einer Stelle ausgehoben, in der er in Fräsrichtung gesehen auf Höhe desjenigen Bereiches ist, in dem vorher die Fräswalze ausgehoben worden ist. Damit werden der Heckschild und die Fräswalze somit beim Annähern an ein zu überfahrendes Bodenhindernis relativ zueinander verstellt, derart, dass die Fräswalze in Vertikalrichtung gegenüber dem Heckschild angehoben wird, gefolgt von einer Phase, in der der Heckschild relativ zur Fräswalze angehoben wird. In Bezug auf die Wegstrecke vollziehen die Fräswalze und der Heckschild somit sukzessive zueinander die Hubbewegung und nicht gleichzeitig. Auf diese Weise kann der Heckschild seine Funktion, das abgefräste Fräsgut auf dem Fräsbett abzustreifen und mit dem Fräswalzenkasten mitzuführen, länger ausführen, als wenn er von vorneherein zusammen mit der Fräswalze ausgehoben worden wäre, denn er wird der Hubbewegung der Fräswalze zeitlich nachlaufend dem Hindernis in seiner abgesenkten Position näher angenähert. Insgesamt wird durch diese Maßnahme also weniger Fräsgut auf dem Fräsbett zurückgelassen, wenn der Heckschild dann schließlich vor dem Hindernis aus dem Fräsbett angehoben wird.

**[0008]** Das Ausheben der Fräswalze und das Ausheben des Heckschildes beziehen sich dabei jeweils auf eine Relativbewegung der Fräswalze beziehungsweise des Heckschildes in Vertikalrichtung gegenüber dem Boden bzw. einer virtuellen Bodenbezugsebene. Die Fräswalze kann beispielsweise innerhalb des Fräswalzenkastens relativ zum Fräswalzenkasten höhenverstellbar ausgebildet sein. In diesem Fall kann die Fräswalze unabhängig vom Heckschild angehoben werden und der Heckschild kann in der Arbeitsposition verbleiben, ohne hierfür verstellt werden zu müssen. Es ist allerdings auch möglich, dass die Fräswalze zusammen mit dem gesamten Fräswalzenkasten höhenverstellbar ausgebildet ist. In diesem Fall wird mit dem Anheben der Fräswalze ebenfalls der gesamte Fräswalzenkasten inklusive des Heckschildes angehoben. Es kann daher notwendig sein, dass der Heckschild während des Aushebens der Fräswalze in Kompensation einer Vertikalverstellung des gesamten Fräswalzenkastens relativ zum übrigen Fräswalzenkasten nach unten ausgefahren werden muss, um in der Arbeitsposition zu verbleiben. Mit anderen Wor-

ten: Idealerweise erfolgt die Ausfahrbewegung des Heckschildes während des Anhebens des übrigen Fräswalzenkastens somit derart, dass die Hubbewegung des übrigen Fräswalzenkastens in Vertikalrichtung ausgeglichen wird. Näherungsweise wird somit bevorzugt die Hubverstellung des Heckschildes derart gesteuert, dass er während des Aushebens des übrigen Fräswalzenkastens sein Vertikallage in Bezug auf den Bodenuntergrund beibehält. Hierbei wird der Heckschild relativ zur Fräswalze und relativ zum Maschinenrahmen verstellt, gegenüber dem Boden bleibt er somit allerdings idealerweise in derselben Relativposition, konkret der Arbeitsposition. Es handelt sich daher nicht um ein erfindungsgemäßes "Ausheben" des Heckschildes.

**[0009]** Durch die Rotation der Fräswalze im Arbeitsbetrieb werden von den Fräswerkzeugen, insbesondere von den Meißelspitzen, Schneidkreise definiert. Die Schneidkreise beschreiben dabei diejenigen Bahnen, auf denen sich beispielsweise die Meißelspitzen zusammen mit der Fräswalze um die Rotationsachse bewegen. Von den Schneidkreisen wird also festgelegt, wieviel Boden von der Fräswalze in einer bestimmten Vertikalhöhe abgetragen wird bzw. wie groß die Frästiefe letztendlich ist. Wird vorliegend von einem Durchmesser der Fräswalze gesprochen, so ist damit insbesondere der Durchmesser des größten Schneidkreises gemeint. Entlang dieses Schneidkreises wird im Arbeitsbetrieb Boden von der Fräswalze abgetragen. Das Ausheben der Fräswalze aus dem Boden hinterlässt daher einen Aushubbereich, in dem die Frästiefe der gefrästen Spur durch das Ausheben der Fräswalze in Arbeitsrichtung abzunehmen beginnt. Im Aushubbereich befindet sich typischerweise eine Rampe bzw. ein Übergangsbereich vom in der vorgegebenen Frästiefe liegenden Fräsbett bis zum ungefrästen Boden, wobei der Übergangsbereich im Wesentlichen ein Negativ des Fräswalzenumfangsabschnitts beziehungsweise von Schneidkreissegmenten der Fräswalze darstellen kann, wenn die Fräswalze beispielsweise bei stehender Maschine ausgehoben wird. Die Entstehung dieser Rampe ist dabei der Geometrie der Fräswalze und den Schneidkreisen geschuldet. An der tiefsten Stelle des Aushub- bzw. Fräsbereichs weist dieser eine Vorderkante auf. Die tiefste Stelle des Aushubbereiches ist dabei diejenige Stelle unmittelbar vertikal unter der Rotationsachse der Fräswalze an derjenigen Position, an der die Fräswalze ausgehoben wird. Zur Höhe der ungefrästen Bodenoberfläche hat diese Vorderkante den der vorhergehenden Frästiefe entsprechenden Abstand. Die Vorderkante des Aushubbereiches entsteht also an derjenigen Position, an der die Fräswalze den Boden noch in der vollen, vorgegebenen Frästiefe abfräst, bevor sie ausgehoben wird. Sie beschreibt daher den Übergang vom in der vollen, vorgegebenen Frästiefe abgefrästen Boden beziehungsweise dem Fräsbettboden zur Rampe des Aushubbereiches.

**[0010]** Gemäß der Erfindung soll der Heckschild in Arbeitsrichtung näher an der Vorderkante des Aushubbereiches ausgehoben werden als im Stand der Technik.

Je später das Ausheben des Heckschildes durchgeführt wird, desto mehr Fräsgut wird von diesem noch in Arbeitsrichtung mitgeführt und desto weniger Fräsgut wird nach dem Ausheben auf dem Fräsbett hinterlassen. Es ist daher bevorzugt, dass der Heckschild möglichst nah und insbesondere erst unmittelbar an der Vorderkante des Aushubbereiches ausgehoben wird. Diejenige Position in Arbeitsrichtung, an der der Heckschild aus seiner Arbeitspositionen vertikal nach oben beziehungsweise vom Fräsbettboden weg bewegt und damit ausgehoben wird, wird als Verlagerungsstelle bezeichnet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es daher vorgesehen, dass das Ausheben des Heckschildes an einer Verlagerungsstelle entlang der Arbeitsrichtung erfolgt, die einen Abstand zur Vorderkante des Aushubbereiches aufweist, der kleiner ist als ein Abstand des Heckschildes zur Rotationsachse der Fräswalze. Im Stand der Technik dagegen werden die Fräswalze und der Heckschild typischerweise gleichzeitig ausgehoben, sodass der Abstand der Verlagerungsstelle des Standes der Technik zur Vorderkante des Aushubbereiches gleich dem Abstand des Heckschildes zur Rotationsachse der Fräswalze ist. Die genannten Abstände beziehen sich dabei immer auf die Arbeitsrichtung. Der erfindungsgemäße Abstand zwischen der genannten Verlagerungsstelle und der Vorderkante des Aushubbereiches entspricht insbesondere maximal 75%, bevorzugt maximal 50% und besonders bevorzugt maximal 25%, des Abstandes des Heckschildes zur Rotationsachse der Fräswalze in Arbeitsrichtung. Eine besonders bevorzugte Alternative der Erfindung sieht vor, dass das Ausheben des Heckschildes an einer Verlagerungsstelle entlang der Arbeitsrichtung erfolgt, die an, insbesondere unmittelbar an, der Vorderkante liegt. Bevorzugt wird also der Heckschild an derselben Position in Arbeitsrichtung aus der Frässpur ausgehoben wie die Fräswalze. Wie bereits erläutert, beginnt in Arbeitsrichtung hinter der Vorderkante des Aushubbereiches die Rampe, sprich, die Tiefe der ausgefrästen Spur nimmt ab. Spätestens an diesem Punkt muss daher der Heckschild angehoben werden, da er ansonsten mit der Rampe kollidieren und beschädigt werden könnte. Gleichzeitig wird durch das Mitführen des Heckschildes in Arbeitsposition bis zur Vorderkante des Aushubbereiches so wenig Fräsgut wie möglich auf dem Fräsbett bis zur Vorderkante hinterlassen.

**[0011]** Grundsätzlich ist das gegenüber dem Stand der Technik verlängerte Mitführen des Heckschildes in Arbeitsposition bereits vorteilhaft in Bezug auf die hierdurch kleinere Menge zurückgelassenen Fräsgutes im Fräsbett. Vorteilhafterweise sieht die Erfindung in einer Weiterbildung allerdings ebenfalls vor, die Art und Weise des Aushebens des Heckschildes zu steuern, sodass der Heckschild eine vorgegebene Bewegungsbahn, nachstehend auch Trajektorie genannt, durchläuft. Als Referenzpunkt für die Bewegungsbahn wird die dem Boden zugewandte Unterkante des Heckschildes genutzt. Die Bewegungsbahn beziehungsweise Trajektorie des Heckschildes entsteht dabei durch die Überlagerung

sämtlicher Bewegungen, die das Heckschild durchführt, beispielsweise eine Höhenverstellung in Vertikalrichtung des Heckschildes selbst und die Fahrbewegung der Straßenfräsmaschine in Arbeitsrichtung. Hierbei kann es ebenfalls vorkommen, dass die Straßenfräsmaschine beschleunigt oder abbremst. Sowohl die Fahrgeschwindigkeit als auch insbesondere eine Beschleunigung der Straßenfräsmaschine wird an der Maschine bevorzugt sensorisch erfasst, sodass diese für die erfindungsgemäße Steuerung des Heckschildes entlang der Trajektorie zur Verfügung stehen und auch herangezogen werden. Insgesamt ist es daher bevorzugt vorgesehen, dass das Ausheben des Heckschildes derart gesteuert wird, dass eine dem Boden zugewandte Unterkante des Heckschildes während des Aushebens unter Berücksichtigung der Vorschubgeschwindigkeit und insbesondere auch der Beschleunigung der Straßenfräsmaschine einer vorgegebenen Trajektorie folgt. Die Trajektorie beginnt, wenn das Heckschild sich in Arbeitsposition an der Verlagerungsstelle befindet. Sie beginnt also unmittelbar auf oder geringfügig über dem Fräsbett an der Verlagerungsstelle, an der das Ausheben des Heckschildes beginnt. Die Trajektorie endet in einer ausgehobenen Position des Heckschildes, in der der Heckschild mindestens um die vorgegebene Frästiefe angehoben wurde. In dieser ausgehobenen Position kann der Heckschild also in Arbeitsrichtung über das Hindernis geführt werden, ohne dieses zu beschädigen oder selbst Schaden zu nehmen. Die Trajektorie umfasst bevorzugt ebenfalls eine Bewegung des Heckschildes in Arbeitsrichtung und endet daher bevorzugt in Arbeitsrichtung hinter dem Aushubbereich, also im Bereich des ungefrästen Bodens beziehungsweise des Hindernisses. Der Heckschild kann entweder schwimmend über das Hindernis geführt werden, insbesondere drucklos, also ohne in Vertikalrichtung nach unten auf das Hindernis zu mit einer Auflagerkraft beaufschlagt zu werden. Hierbei hat der Heckschild Kontakt zum Hindernis, gleitet allerdings schadlos an diesem entlang. Alternativ kann der Heckschild mit einem vertikalen Sicherheitsabstand, beispielsweise 2 cm, über das Hindernis hinaus verstellt werden, so dass der Heckschild kontaktlos beziehungsweise schwebend über das Hindernis geführt werden kann.

**[0012]** Zwischen dem vorstehend beschriebenen Anfangs- und Endpunkt der Trajektorie kann diese unterschiedliche Formen annehmen. Beispielsweise umfasst die Trajektorie ausschließlich eine Bewegung quer zur Arbeitsrichtung vertikal nach oben und eine anschließende Bewegung horizontal in Arbeitsrichtung. Bei dieser Ausführungsform ist also vorgesehen, dass der Heckschild in einer einzigen Vertikalbewegung zwischen der Arbeitsposition und der ausgehobenen Position verstellt wird. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Bewegung quer zur Arbeitsrichtung vertikal nach oben nicht mit einer Fahrbewegung der Straßenfräsmaschine in Arbeitsrichtung überlagert ist. Die Straßenfräsmaschine wird für die Verstellung des Heckschildes also angehalten und bewegt sich nicht in Arbeitsrichtung, während

der Heckschild vertikal nach oben von der Arbeitsposition in die ausgehobene Position verstellt wird. Erst danach schließt sich eine erneute Bewegung der Straßenfräsmaschine und damit auch des Heckschildes in Arbeitsrichtung an. Mit anderen Worten hat die Trajektorie die Form einer einzigen, insbesondere rechtwinkligen, Stufe. Die Trajektorie kann allerdings auch die Form mehrerer, insbesondere rechtwinkliger, Stufen aufweisen. Beispielsweise umfasst die Trajektorie mehrere, stufenweise Bewegungen quer zur Arbeitsrichtung vertikal nach oben, wobei die Unterkante des Heckschildes zwischen den Stufen horizontal in Arbeitsrichtung bewegt wird. Die Bewegung horizontal in Arbeitsrichtung wird dabei durch den Vorschub der Straßenfräsmaschine bewerkstelligt. Wie schon für die einstufige Trajektorie beschrieben, kann es auch hier vorgesehen sein, dass die stufenweisen vertikalen Bewegungen nicht mit einer Fahrbewegung der Straßenfräsmaschine in Arbeitsrichtung überlagert sind. Dies bedeutet auch hier, dass die Straßenfräsmaschine während der vertikalen Verstellung des Heckschildes angehalten wird und sich nicht in Arbeitsrichtung bewegt. Durch die mehrstufige Ausbildung der Trajektorie wird der Heckschild und insbesondere die Unterkante des Heckschildes insgesamt näher an der Rampe des Aushubbereiches gehalten, als beispielsweise durch die einstufige Trajektorie. Dies gelingt umso besser, je mehr Stufen vorgesehen sind. Es ist daher bevorzugt, dass die Trajektorie mindestens zwei, bevorzugt mindestens drei, besonders bevorzugt mindestens vier und ganz besonders bevorzugt mindestens fünf Stufen umfasst. Hierdurch gelingt es, das vom Heckschild mitgeführte Fräsgut zumindest teilweise noch weiter die Rampe im Aushubbereich hinauf mitzuführen und dieses nicht vollständig im Fräsbett zurückzulassen, wo es eine aufwendige Nachbearbeitung notwendig macht.

**[0013]** Um den Bewegungsablauf während des Aushebens des Heckschildes flüssiger zu gestalten und gleichzeitig das Heckschild beziehungsweise die Unterkante des Heckschildes noch näher an der Oberfläche der Rampe des Aushubbereiches zu halten, ist es besonders bevorzugt vorgesehen, dass die Trajektorie wenigstens eine schräge Bewegung, gleichzeitig quer zur Arbeitsrichtung vertikal nach oben und horizontal in Arbeitsrichtung, umfasst. Mit anderen Worten wird die Verstellung des Heckschildes in Vertikalrichtung mit einer Vorwärtsfahrt der Straßenfräsmaschine in Arbeitsrichtung überlagert. Insgesamt ergibt sich hieraus eine zumindest teilweise schräge Trajektorie, insbesondere schräg nach vorne und oben gerichtet. Besonders bevorzugt ist es, dass die Straßenfräsmaschine sich während des gesamten Aushebens des Heckschildes in Arbeitsrichtung bewegt. Die Straßenfräsmaschine wird also während des Aushebens nicht angehalten und fährt weiter in Arbeitsrichtung, wodurch ein besonders flüssiger Arbeitsablauf entsteht. Die schräge Bewegung kann sowohl bei der einstufigen als auch bei der mehrstufigen Trajektorie zum Einsatz kommen. Hierdurch sind die Stufen der Trajektorie insbesondere nicht mehr rechtwinke-

lig, sondern mit einem stumpfen Winkel ausgebildet. Bei der mehrstufigen Ausbildung der Trajektorie, bei der das Ausheben des Heckschildes von der Arbeitsposition bis in die ausgehobene Position in mehrere, voneinander getrennte Bewegungen aufgeteilt ist, ist es bevorzugt, dass sämtliche dieser getrennten Bewegungen schräg ausgebildet sind. Mit anderen Worten ist es bevorzugt, dass jede Bewegung des Heckschildes in Vertikalrichtung vom Fräsbettboden weg mit einer Vorwärtsbewegung der Straßenfräsmaschine überlagert ist.

**[0014]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Trajektorie einer durch das Ausheben des Fräswalze entstehenden Rampe im Aushubbereich derart folgt, dass die Unterkante des Heckschildes über den gesamten Aushubbereich hinweg an der Oberfläche der Rampe im Wesentlichen anliegt. Dieser Ausführungsform bedarf einer besonders genauen Steuerung der Vertikalposition des Heckschildes und der Vorschubgeschwindigkeit der Straßenfräsmaschine, insbesondere inklusive deren Beschleunigung. Diese Werte zur Bewegung des Heckschildes und der Straßenfräsmaschine werden daher von einer Steuereinrichtung erfasst. Darüber hinaus ist es vorteilhaft, die Geometrie der Fräswalze und insbesondere deren Durchmesser beziehungsweise den Durchmesser der Schneidkreise, zu kennen, da dieser die Form der Rampe vorgibt. Die Geometrie der Fräswalze ist im Vorhinein bekannt und ist in der Steuereinrichtung hinterlegt und/oder kann an der Steuereinrichtung eingegeben werden. Sämtliche Parameter sind daher bekannt und werden von der Steuereinrichtung zur Verstellung des Heckschildes herangezogen beziehungsweise bei der Verstellung berücksichtigt, sodass der Heckschild der Trajektorie folgt. Die Unterkante des Heckschildes kann hierbei beispielsweise, wie im Arbeitsbetrieb üblich, mit einer vertikal nach unten auf den Boden gerichteten Kraft beaufschlagt werden, sodass die Unterkante des Heckschildes die Oberfläche der Rampe abstreift. Gleichzeitig muss die Höhenposition des Heckschildes gemäß der Rampen-Geometrie angepasst werden, damit der Heckschild der Form der Rampe auch tatsächlich folgen kann und nicht an dieser hängenbleibt. Alternativ kann vorgesehen sein, dass der Heckschild, ohne auf den Boden aufgedrückt zu werden, gleitend beziehungsweise schwimmend die Rampe hinauf geführt wird. Der Heckschild hat hierbei also Kontakt zur Oberfläche der Rampe, wird allerdings nicht aktiv mit einer zum Boden gerichteten Kraft beaufschlagt. Die Trajektorie folgt dabei der Oberfläche der Rampe. Schließlich ist es ebenfalls möglich, die Unterkante des Heckschildes entlang einer Trajektorie zu steuern, die der Form der Rampe entspricht, die Unterkante allerdings über einen Sicherheitsabstand, beispielsweise 2 cm, von der Rampe zu beabstanden. Die Unterkante des Heckschildes wird also schwebend entlang der Rampe geführt. Die genannten Ausführungsformen beschreiben allesamt Möglichkeiten, bei denen die Unterkante des Heckschildes über den gesamten Aushubbereich hinweg an der Oberfläche der

Rampe im Wesentlichen anliegt. Insbesondere wird die Unterkante des Heckschildes und damit der Heckschild selber besonders nah entlang der Rampe zwischen der Arbeitsposition und der ausgehobenen Position verstellt. Ein Großteil im Fräswalzenkasten vorhandenen losen Fräsgutes wird auf diese Weise vom Heckschild mit die Rampe hinauf befördert und bleibt nicht im Fräsbett zurück. Hieraus ergibt sich eine signifikante Zeitersparnis, da Nacharbeiten entfallen.

**[0015]** Grundsätzlich kann das erfindungsgemäße Verfahren von einem Bediener schrittweise manuell durchgeführt werden, indem dieser die Straßenfräsmaschine entsprechend steuert. Um den Bediener allerdings nach Möglichkeit zu entlasten, ist es bevorzugt vorgesehen, dass zumindest Schritt c), und insbesondere ebenfalls die Schritte d) und e), selbsttätig durchgeführt werden, insbesondere ausgelöst durch einen einzigen Steuerbefehl eines Bedieners. Das Abfräsen des Bodens im normalen Arbeitsbetrieb gemäß Schritt a) und das Annähern der Straßenfräsmaschine an das Hindernis gemäß Schritt b) werden also wie üblich vom Bediener durchgeführt beziehungsweise gesteuert. Um das erfindungsgemäße Verfahren zu nutzen, positioniert der Bediener dann die Straßenfräsmaschine möglichst nah vor dem Hindernis. Anstatt dann das Ausheben der Fräswalze zu steuern, gibt der Bediener allerdings lediglich einen Steuerbefehl an der Steuereinrichtung der Straßenfräsmaschine ein, beispielsweise über ein Bedienelement wie einen Schalter oder einen Touchscreen. Das Ausheben der Fräswalze gemäß Schritt c) wird dann selbsttätig von der Steuereinrichtung der Straßenfräsmaschine durchgeführt, wobei der Heckschild und insbesondere die Unterkante des Heckschildes insbesondere entlang der vorgegebenen Trajektorie geführt werden. Ist das Ausheben abgeschlossen, so kann der Bediener das Überfahren des Hindernisses gemäß Schritt d) wieder selbst steuern und die Straßenfräsmaschine hinter dem Hindernis positionieren. Durch einen weiteren Steuerbefehl des Bedieners wird dann das Absenken gemäß Schritt e) bevorzugt wieder selbsttätig durch die Steuereinrichtung durchgeführt, wobei hier insbesondere wieder die Arbeitsparameter eingestellt werden, die schon vor dem Ausheben gemäß c) vorgelegen haben. Auf diese Weise kann der Arbeitsbetrieb einfach und schnell fortgesetzt werden.

**[0016]** Der Bediener kann zusätzlich vorab eine Erstreckung des Hindernisses in Arbeitsrichtung eingeben, beispielsweise an der Steuereinrichtung. Wird die Erstreckung des Hindernisses in Arbeitsrichtung vom Bediener vorab eingegeben, so können sämtliche Schritte c), d) und e) ausgelöst durch einen einzigen Steuerbefehl des Bedieners selbsttätig durchgeführt werden, insbesondere von der Steuereinrichtung. Wie bereits erläutert, positioniert der Bediener also die Straßenfräsmaschine möglichst nah vor dem Hindernis. Dann gibt der Bediener nur noch den Steuerbefehl an die Steuereinrichtung ab, woraufhin diese das Ausheben der Fräswalze gemäß Schritt c), das Überfahren des Hindernisses gemäß

Schritt d) und das Absenken der Fräswalze und des Heckschildes gemäß Schritt e) selbsttätig durchführt, ohne dass der Bediener hierfür weiter tätig werden muss. Der Bediener führt also lediglich ganz normale Fräsarbeiten bis kurz vor das Hindernis durch, gibt dann den Steuerbefehl ab, woraufhin die Straßenfräsmaschine selbsttätig das Hindernis umfräst, und kann dann die Fräsarbeiten in Arbeitsrichtung hinter dem Hindernis ganz normal fortsetzen. Auf diese Weise werden nicht nur Nacharbeiten minimiert, sondern auch der Bediener der Straßenfräsmaschine im Arbeitsbetrieb entlastet.

**[0017]** Wie vorstehend beschrieben, kann das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden, indem der Bediener der Straßenfräsmaschine das im zu fräsenden Boden befindliche Hindernis erkennt und dessen Erstreckung in Arbeitsrichtung als Grundlage für eine selbsttätige Steuerung bestimmt beziehungsweise vorgibt. Das Erkennen des Hindernisses an sich und auch von dessen Ausmaßen, insbesondere der Erstreckung in Arbeitsrichtung, kann allerdings alternativ auch von einer Sensoreinrichtung durchgeführt werden. Hierfür ist es bevorzugt vorgesehen, dass in Arbeitsrichtung vor der Fräswalze wenigstens eine Sensoreinrichtung angeordnet ist, die dazu ausgebildet ist, Hindernisse im zu fräsenden Boden zu detektieren. Die Sensoreinrichtung kann hierfür beispielsweise einen induktiven, kapazitiven oder magnetischen Sensor, beispielsweise einen Metall-detektor, umfassen. Ergänzend oder alternativ kann die Sensoreinrichtung auch einen optischen Sensor, beispielsweise eine Kamera oder eine Wärmebildkamera, oder einen Schallsensor, beispielsweise einen Ultraschallsensor, umfassen. Wichtig ist, dass die Sensoreinrichtung in der Lage ist, Hindernisse zu erkennen, die innerhalb der Fräsbreite der Straßenfräsmaschine beziehungsweise der Fräswalze liegen. Der Erfassungs-bereich der Sensoreinrichtung muss also die gesamte Fräsbreite der Fräswalze abdecken, damit auch seitlich versetzte Hindernisse zuverlässig erkannt werden können. Um dies zu erreichen, kann die Sensoreinrichtung beispielsweise auch mehrere Sensoren, beispielsweise auch mehrere Sensoren unterschiedlicher Art, beispielsweise quer zur Arbeitsrichtung verteilt, aufweisen.

**[0018]** Weist die Straßenfräsmaschine eine Sensoreinrichtung auf, die ein im zu fräsenden Boden befindliches Hindernis detektieren kann, so ist es besonders bevorzugt vorgesehen, dass der Schritt c), und insbesondere auch die Schritte d) und e), selbsttätig durchgeführt werden, ausgelöst durch die Detektion eines Hindernisses durch die Sensoreinrichtung. Besonders bevorzugt wird zur Durchführung der Schritte c), d) und e) die Erstreckung des Hindernisses in Arbeitsrichtung durch die Sensoreinrichtung bestimmt. Die Sensoreinrichtung erkennt also automatisch eine in Arbeitsrichtung vordere und in Arbeitsrichtung hintere Kante des Hindernisses und legt die Erstreckung des Hindernisses in Arbeitsrichtung zwischen diesen beiden Kanten fest. Daraufhin wird sowohl das Ausheben der Fräswalze gemäß Schritt c), das Überfahren des Hindernisses gemäß Schritt d) und

das Absenken der Fräswalze und des Heckschildes gemäß Schritt e) selbsttätig durchführt, ohne dass der Bediener hierfür weiter tätig werden muss. Es ist also insbesondere noch nicht einmal mehr erforderlich, dass der Bediener einen Steuerbefehl absetzt, der diese Schritte auslöst. Auch dies wird bevorzugt von der Steuereinrichtung anhand der Detektion des Hindernisses selbsttätig durchgeführt.

**[0019]** Um die Flexibilität und gegebenenfalls die Sicherheit des erfindungsgemäßen Verfahrens zu erhöhen, kann ebenfalls vorgesehen sein, dass die Sensoreinrichtung das Vorhandensein und insbesondere die Ausmaße des Hindernisses detektiert, der Bediener allerdings dennoch konkrete Vorgaben zur Steuerung insbesondere des Aushebens gemäß Schritt c) und Überfahrens gemäß Schritt d) und/oder des Absenkens gemäß Schritt e) macht. Insbesondere soll der Bediener die Möglichkeit erhalten, festzulegen, wie viel ungefräster Boden um das Hindernis herum zurückbleiben soll. Hierfür ist bevorzugt vorgesehen, dass dem Bediener auf einer Anzeigeeinrichtung eine aus von der Sensoreinrichtung gewonnenen Daten erstellte Darstellung des Hindernisses angezeigt wird, und dass der Bediener an der Anzeigeeinrichtung die in Arbeitsrichtung vordere und hintere Kante des Hindernisses vorgeben kann, wobei die Schritte c), d) und e) dann derart durchgeführt werden, dass die Fräswalze außer Kontakt mit den vom Bediener vorgegebenen Kanten des Hindernisses bleibt. Beispielsweise kann dem Bediener das Bild einer Kamera auf der Anzeigeeinrichtung angezeigt werden, wobei das Hindernis auf dem Bild sichtbar ist. Der Bediener kann dann über Eingabeelemente, beispielsweise einen Touchscreen, die in Arbeitsrichtung vordere und hintere Kante des Hindernisses anhand des Bildes festlegen. Diese vom Bediener festgelegten Abmessungen des Hindernisses in Arbeitsrichtung werden dann der weiteren Steuerung zu Grunde gelegt. Die Steuerung erfolgt dabei derart, dass die Fräswalze vor der in Arbeitsrichtung vorderen Kante des Hindernisses aus dem Boden ausgehoben und erst hinter der in Arbeitsrichtung hinteren Kante des Hindernisses wieder in den Boden abgesenkt wird. Ein potenziell schädlicher Kontakt zwischen der Fräswalze und dem Hindernis wird dabei vermieden.

**[0020]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird ebenfalls das Annähern der Straßenfräsmaschine in Arbeitsrichtung an das im Boden befindliche Hindernis gemäß Schritt b) selbsttätig von der Steuereinrichtung durchgeführt. Hierbei kann vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung die Straßenfräsmaschine möglichst nah vor dem Hindernis positioniert. Zum einen soll die Fräswalze möglichst knapp vor dem Hindernis ausgehoben werden, um überstehende Reste des abzufräsenden Bodens möglichst gering zu halten, die nachträglich manuell oder maschinell entfernt werden müssen. Zum anderen soll sichergestellt werden, dass weder das Hindernis noch die Fräswalze durch eine Kollision beschädigt werden. Aufgrund der Geometrie der Fräswalze ist hierbei zu beachten, dass die Straßenfräsmas-

schine je nach Frästiefe unterschiedlich nah an Hindernisse heranfahren kann. Aufgrund des kreisförmigen Durchmessers der Fräswalze muss diese bei hohen Frästiefen früher und kann bei niedrigeren Frästiefen später ausgehoben werden, um sie außer Kontakt mit dem Hindernis zu halten. Es ist daher bevorzugt vorgesehen, dass die Position in Arbeitsrichtung, an dem das Ausheben der Fräswalze durchgeführt wird, unter Berücksichtigung der Lage des Hindernisses, der Frästiefe und insbesondere auch der Geometrie der Fräswalze bestimmt wird, um diese außer Kontakt mit dem Hindernis zu halten. Insbesondere wird diese Position selbsttätig durch die Steuereinrichtung bestimmt, sodass auch der Schritt b) des Annäherns der Straßenfräsmaschine in Arbeitsrichtung an das im Boden befindliche Hindernis selbsttätig von der Steuereinrichtung und ohne einen Eingriff des Bedieners durchgeführt wird. Der Bediener kann sich in diesem Fall vollständig auf das Abfräsen des Bodens gemäß Schritt a) konzentrieren. Sämtliche weiteren Schritte b) bis e), die sich mit dem Ausweichen aufgrund des Hindernisses befassen, werden bevorzugt selbsttätig durch die Steuereinrichtung durchgeführt.

**[0021]** Da die Straßenfräsmaschine während den Schritten c) und d) weniger bis kein Fräsgut vom Boden abträgt, ist es bevorzugt vorgesehen, dass während des Durchführens dieser Schritte eine Fördereinrichtung der Straßenfräsmaschine, insbesondere selbsttätig, außer Betrieb gesetzt wird. Dies kann ebenfalls von der Steuereinrichtung durchgeführt werden. Auf diese Weise muss während des Durchführens dieser Schritte nicht noch zusätzlich auf das fehlerfreie und verlustarme Übertragen des Fräsgutes auf ein Transportfahrzeug geachtet werden. Entsprechende Fehlerquellen werden dadurch reduziert und die Arbeitssicherheit erhöht. Darüber hinaus wird die Fördereinrichtung bevorzugt in Schritt e) selbsttätig wieder aktiviert, um den Fräsvorgang reibungslos fortzusetzen.

**[0022]** Um einen einfachen, schnellen und nahtlosen Übergang der Fräsarbeiten vor dem Hindernis und nach dem Hindernis zu gewährleisten, ist es bevorzugt vorgesehen, dass zum Fortsetzen des Abfräsen des Bodens gemäß Schritt e) selbsttätig dieselben Maschineneinstellungen, insbesondere bezüglich Frästiefe und/oder Vorschubgeschwindigkeit und/oder Betrieb der Fördereinrichtung, eingestellt werden, insbesondere wie sie in Schritt a) vorlagen. Die Fräsarbeiten sollen in Arbeitsrichtung hinter dem Hindernis also mit denselben Maschineneinstellungen fortgesetzt werden, die vor dem Hindernis eingestellt waren. Entsprechend werden die jeweiligen Einstellungen von der Steuereinrichtung gespeichert und im Schritt e) selbsttätig wiederhergestellt.

**[0023]** Um auch auf dem Hindernis möglichst wenig Fräsgut zu hinterlassen, ist es bevorzugt vorgesehen, dass der Heckschild während des Überfahrens des Hindernisses gemäß Schritt d) in der ausgehobenen Positionen entweder am ungefrästen Boden und dem Hindernis anliegend oder mit einem Sicherheitsabstand, beispielsweise 2 cm, über diesem schwebend gehalten

wird. Auf diese Weise wird ein Großteil des Fräsgutes in in Arbeitsrichtung vor dem Hindernis liegenden Fräsbett aus diesem herausheraus transportiert, dann vom Heckschild über das Hindernis befördert und bis zum erneuten Ansetzen der Fräswalze im Fräswalzenkasten behalten. Sobald die Fräsarbeiten in Arbeitsrichtung hinter dem Hindernis wieder einsetzen, kann das Fräsgut dann ganz normal auf die Fördereinrichtung transportiert und entsorgt werden. Das erneute Ansetzen der Fräswalze in Arbeitsrichtung hinter dem Hindernis kann dabei grundsätzlich genauso ablaufen, wie am Beginn einer neuen Frässpur. Um auch am Beginn der neuen Frässpur in Arbeitsrichtung hinter dem Hindernis ein möglichst sauberes Fräsbett zu hinterlassen, kann es allerdings bevorzugt vorgesehen sein, dass das Absenken des Heckschildes bis zur vorgegebenen Frästiefe in Arbeitsrichtung hinter dem Hindernis derart gesteuert wird, dass die Unterkante des Heckschildes während des Absenkens einer der vorliegend beschriebenen Trajektorien in umgekehrter Richtung folgt. Hierbei kann es sich grundsätzlich um eine beliebige der vorstehend beschriebenen Trajektorien handeln. Insbesondere handelt es sich um dieselbe Trajektorie wie während des Aushebens. Die Steuerung des Absenkens des Heckschildes und der Vorschubgeschwindigkeit der Straßenfräsmaschine erfolgt also derart, dass die entsprechende Trajektorie genau andersherum durchlaufen wird. Auf diese Weise bleibt sowohl vor als auch hinter dem Hindernis möglichst wenig Fräsgut zurück, welches in aufwendigen Nacharbeiten entfernt werden muss.

**[0024]** Das Verfahren lässt sich weiter verbessern, wenn ein Speichern von Hindernisbreiten im Ablauf des Verfahrens erfolgt. Die Hindernisbreite bezeichnet vorliegend die Erstreckung des Hindernisses in Fahr- bzw. Fräsrichtung der Straßenfräsmaschine. Dies kann beispielsweise für mehrfach zu überfahrende Hindernisse und/oder Hindernisse mit Standardbreiten, wie beispielsweise Kanaldeckel etc., sinnvoll sein. In diesem Fall kann der Bediener beispielsweise per manueller Auslösung das Erreichen eines solchen Hindernisses mit gespeicherter Breite signalisieren. Damit steht die Strecke fest, über die die Fräswalze und der Heckschild gemäß den vorstehenden Angaben gehoben werden sollen. Insbesondere entfällt zudem die Notwendigkeit, dass der Fahrer auch das Absenken auslösen muss. Ergänzend oder alternativ kann auch ein Offset vorgesehen sein. Dieser bezeichnet einen, insbesondere auch manuell definierbaren, Abstand in Fräsrichtung vor und hinter dem Hindernis. Dieser kann individuell pro Hindernis vom Bediener festgelegt werden oder aber auch als definierte Größe in einer Speichereinrichtung hinterlegt sein.

**[0025]** Die Lösung der eingangs genannten Aufgabe gelingt ebenfalls mit einer Straßenfräsmaschine zum Abfräsen eines Bodens in einer Arbeitsrichtung. Die erfindungsgemäße Straßenfräsmaschine umfasst einen gegenüber dem Boden höhenverstellbaren Fräswalzenkasten. Diese Höhenverstellung kann über eine Verstellrichtung erreicht werden, die derart ausgebildet ist,



dass der Fräswalzenkasten relativ zum Maschinenrahmen ganz oder teilweise höhenverstellbar ist. Ergänzend oder alternativ kann der Maschinenrahmen über vertikal verstellbare Hubeinrichtungen mit den auf dem Bodenuntergrund ablaufenden Fahreinrichtungen verbunden sein. In diesem Fall wird der Fräswalzenkasten somit zusammen mit dem Maschinenrahmen in Vertikalrichtung verstellt. Der Fräswalzenkasten kann einen Frontschild, einen Niederhalter, zwei Seitenschildern (je eines stirnseitig der Fräswalze) und einen gegenüber dem Maschinenrahmen höhenverstellbaren Heckschild aufweisen. Darüber hinaus umfasst sie eine im Fräswalzenkasten um eine, insbesondere horizontale und quer zur Arbeitsrichtung verlaufende, Rotationsachse rotierbar gelagerte Fräswalze und eine Steuereinrichtung. Die erfindungsgemäße Straßenfräsmaschine zeichnet sich dadurch aus, dass die Steuereinrichtung zur Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens ausgebildet ist. Sämtliche vorstehend für das Verfahren genannten Merkmale, Wirkungen und Vorteile gelten daher im übertragenen Sinne ebenfalls für die erfindungsgemäße Straßenfräsmaschine und umgekehrt. Es wird lediglich zur Vermeidung von Wiederholungen auf die jeweils anderen Ausführungen Bezug genommen.

**[0026]** Wie eingangs bereits erwähnt, kann die Fräswalze entweder innerhalb des Fräswalzenkastens und relativ zu diesem höhenverstellbar ausgebildet sein, oder die Fräswalze ist zusammen mit dem Fräswalzenkasten höhenverstellbar ausgebildet. Je nachdem, wie die Fräswalze der Straßenfräsmaschine höhenverstellt wird, kann es vorteilhaft sein, dass der Heckschild und insbesondere die Unterkante des Heckschildes, tiefer absenkbar ausgebildet ist, als die Fräswalze und insbesondere deren unterer Scheitelpunkt. Der untere Scheitelpunkt der Fräswalze ist auf die größten Schneidkreise der Fräswalze bezogen. Mit anderen Worten ist bevorzugt vorgesehen, dass die Straßenfräsmaschine eine Verstell-einrichtung zur Höhenverstellung des Heckschildes aufweist, die derart ausgebildet ist, dass der Heckschild bis unter den unteren Scheitelpunkt der Fräswalze hinaus verstellbar ist, insbesondere um mindestens 10 %, bevorzugt um mindestens 20 %, besonders bevorzugt um mindestens 30 %, des Durchmessers der Fräswalze. Hierdurch wird insbesondere sichergestellt, dass der Heckschild noch in Arbeitsposition sein kann, während die Fräswalze bereits ausgehoben wird beziehungsweise wurde, auch wenn die Fräswalze grundsätzlich zusammen mit dem gesamten Fräswalzenkasten höhenverstellt wird. In diesem Fall wird vom Heckschild eine Gegenbewegung zur Kompensation durchgeführt, bei der der Heckschild vertikal unter die Fräswalze und insbesondere auch unter deren unteren Scheitelpunkt hinaus verstellt wird.

**[0027]** Die Erfindung wird nachstehend anhand der in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen schematisch:

Figur 1: eine Seitenansicht einer Straßenfräs-

maschine;  
 Figur 2: eine Draufsicht auf einen Fräswalzenkasten und eine Fräswalze;  
 Figuren 3-9: einen zeitlichen Ablauf von Fräsarbeiten bei einem im zu fräsenden Boden befindlichen Hindernis;  
 Figur 10: eine Detailansicht gemäß Ausschnitt X aus Figur 5;  
 Figur 11: eine Detailansicht gemäß Figur 10 mit angehobener Fräswalze;  
 Figur 12: eine einstufige Trajektorie;  
 Figur 13: eine weitere einstufige Trajektorie mit in Richtung der Vorderkante des Aushubbereiches verschobener Verlagerungsstelle;  
 Figur 14: eine weitere einstufige Trajektorie mit einer Verlagerungsstelle, die der Vorderkante des Aushubbereiches entspricht;  
 Figur 15: eine mehrstufige Trajektorie;  
 Figur 16: eine mehrstufige Trajektorie mit schrägen Abschnitten;  
 Figur 17: eine einstufige, schräge Trajektorie;  
 Figur 18: eine Trajektorie, bei der die Unterkante des Heckschildes im Wesentlichen an der Oberfläche der Rampe im Aushubbereich anliegt;  
 Figur 19: eine Sensoreinrichtung mit einem Sensor;  
 Figur 20: eine Sensoreinrichtung mit mehreren Sensoren;  
 Figur 21: den Einfluss der Frästiefe auf die Position des Aushebens der Fräswalze; und  
 Figur 22: ein Ablaufdiagramm des Verfahrens.

**[0028]** Gleiche beziehungsweise gleich wirkende Bauteile sind mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet. Sich wiederholende Bauteile sind nicht in jeder Figur gesondert bezeichnet.

**[0029]** Figur 1 zeigt eine Straßenfräsmaschine 1, hier eine Straßenfräse beziehungsweise Kaltfräse vom Mittelrotortyp, zum Abfräsen eines Bodens 8 in Arbeitsrichtung a. Die Straßenfräsmaschine 1 weist einen Maschinenrahmen 3 und einen Fahrerstand 2 auf. Der Maschinenrahmen 3 wird über Hubsäulen 15 getragen, die den Maschinenrahmen 3 mit den Fahreinrichtungen 6 verbinden, die im gezeigten Ausführungsbeispiele als Kettenlaufwerke ausgebildet sind, bei denen es sich allerdings ebenfalls um Räder handeln kann. Über die Hubsäulen 15 kann der Maschinenrahmen 3 gegenüber dem Boden 8 höhenverstellt bzw. in Vertikalrichtung verstellt werden. Die Straßenfräsmaschine 1 umfasst darüber hinaus einen Antriebsmotor 4, bei dem es sich typischerweise um einen Dieselveerbrennungsmotor handelt, der allerdings ebenfalls beispielsweise ein Elektromotor sein kann. Auch ein hybrider Antrieb ist möglich. Als primäre Arbeitseinheit weist die Straßenfräsmaschine 1 eine Fräswalze 9 auf, die um eine Rotationsachse 10 rotierbar in einem Fräswalzenkasten 7 gelagert ist. Im Betrieb der

Straßenfräsmaschine 1 rotiert die Fräswalze 9 um die Rotationsachse 10 und fräst dabei Bodenmaterial vom Boden 8 ab. Dieses losgelöste Fräsgut wird aus dem Fräswalzenkasten 7 auf eine Fördereinrichtung 5 übertragen, die typischerweise ein Förderband umfasst, und die dazu ausgebildet ist, das Fräsgut auf ein nicht dargestelltes Transportfahrzeug zum Abtransport zu überladen. Der Fräswalzenkasten 7 kann in Vertikalrichtung ortsfest am Maschinenrahmen 7 angeordnet sein. Alternativ kann auch eine Verstelleinrichtung vorgesehen sein, die derart ausgebildet ist, dass der Fräswalzenkasten in Vertikalrichtung verstellbar relativ zum Maschinenrahmen ist. In diesem Fall könnte auch auf die Hubeinrichtungen 15 verzichtet werden. Im Fahrerstand 2 befindet sich im gezeigten Ausführungsbeispiel eine Steuereinrichtung 18, die beispielsweise Teil des Bordcomputers der Straßenfräsmaschine 1 ist. Insbesondere ist die Steuereinrichtung 18 mit Eingabemitteln ausgestattet, über die ein Bediener Steuerbefehle an die Steuereinrichtung 18 zur Steuerung der Straßenfräsmaschine 1 eingeben kann. Darüber hinaus ist die Steuereinrichtung 18 mit einer Anzeigeeinrichtung 26 verbunden, beispielsweise einem Display. Die Anzeigeeinrichtung 26 kann auch gleichzeitig als Eingabemittel ausgebildet sein, beispielsweise als Touchscreen.

**[0030]** In Figur 2 ist eine Draufsicht auf die im Fräswalzenkasten 7 angeordnete Fräswalze 9 gezeigt. Ein Abschluss in Vertikalrichtung nach oben bzw. ein Deckel ist in Fig. 2 aus Deutlichkeitsgründen nicht gezeigt. Die Fräswalze 9 weist eine Vielzahl von Fräswerkzeugen 11, beispielsweise Fräsmeißeln, auf. Die Fräswerkzeuge 11 sind dabei über den Außenmantel der hohlzylindrischen Fräswalze 9 verteilt angeordnet, beispielsweise in Wendeln. Insgesamt umgibt der Fräswalzenkasten 7 die Fräswalze 9 haubenartig und ist im Wesentlichen lediglich in Richtung des Bodens 8, sprich, nach unten, geöffnet ausgebildet (im Front- und/oder Heckschild kann hierzu ergänzend ferner eine Materialdurchtrittsöffnung vorgesehen sein). In Arbeitsrichtung a vorne ist der Fräswalzenkasten 7 durch einen Frontschild 13 verschlossen. Der Frontschild 13 kann einen Niederhalter umfassen. Der Niederhalter kann auch als separates Element in Arbeitsrichtung a vor dem Frontschild 13 angeordnet sein. Insbesondere wenn die Fräswalze 9 in umgekehrter Rotationsrichtung bezüglich der Fahreinrichtungen 6 rotiert, verhindert der vor der Fräswalze 9 auf den Boden 8 drückende Niederhalter das Ausbrechen von größeren Schollen aus dem Boden 8. Seitlich wird der Fräswalzenkasten 7 durch Seitenschilder 12 begrenzt, die auf dem Boden 8 neben der Fräswalze 9 gleitend mitgeführt werden und ein Austreten von Fräsgut seitlich aus dem Fräswalzenkasten 7 verhindern. In Arbeitsrichtung a hinten wird der Fräswalzenkasten 7 von einem Heckschild 14 abgeschlossen. Der Heckschild 14 streift das auf dem Boden 8 liegende Fräsgut ab und sorgt dafür, dass dieses mit dem Fräswalzenkasten 7 mittransportiert und aus diesem heraus kanalisiert abtransportiert wird. Auf diese Weise wird ein möglichst sauberes Fräsbett hinterlas-

sen. Grundsätzlich können sowohl der Frontschild 13, die Seitenschilder 12 und der Heckschild 14 jeweils für sich höhenverstellbar ausgebildet sein. Aus Übersichtlichkeitsgründen ist lediglich eine Verstelleinrichtung 28 zur Höhenverstellung des Heckschildes 14 dargestellt. Diese umfasst beispielsweise einen oder mehrere, insbesondere doppelt wirkende Hydraulikzylinder. Über die Verstelleinrichtung 28 ist der Heckschild 14 höhenverstellbar, insbesondere relativ zum Maschinenrahmen 3 und/oder zur Fräswalze 9 und/oder zum Boden 8 ausgebildet.

**[0031]** Die Figuren 3-9 veranschaulichen den zeitlichen Ablauf bei Fräsarbeiten und einem im zu fräsenden Boden 8 befindlichen Hindernis 16. Bei dem Hindernis 16 kann es sich beispielsweise um einen Kanaldeckel, einen Schacht oder einen sonstigen Einbau im Boden 8 handeln. Insbesondere soll das Hindernis 16 durch die Fräsarbeiten nicht beschädigt oder zerstört werden. Gleichzeitig soll auch die Fräswalze 9 beziehungsweise deren Fräswerkzeuge 11 vor Beschädigung durch eine Kollision mit dem Hindernis 16 bewahrt werden. Figur 3 zeigt dabei die Situation vor Beginn der Fräsarbeiten. Die Fräswalze 9 ist in einer ausgehobenen Position über dem Boden 8 angeordnet. Sie wird dann rotierend in den Boden 8 abgesenkt, während sich die Straßenfräsmaschine 1 in Arbeitsrichtung a über den Boden 8 bewegt. Die Fräswalze 9 trägt hierdurch den Boden 8 ab und eine Frässpur entsteht. Diese Situation ist in Figur 4 gezeigt. Die Straßenfräsmaschine 1 wird bis knapp vor das Hindernis 16 in Arbeitsrichtung a an dieses herangefahren. Figur 5 zeigt die Situation, in der die Straßenfräsmaschine 1 vor dem Hindernis 16 positioniert und angehalten wurde. Um eine Kollision zwischen der Fräswalze 9 und dem Hindernis 16 zu verhindern, wird die Fräswalze 9 dann um mindestens die vorgegebene Frästiefe der Frässpur vertikal nach oben angehoben, wie dies in Figur 6 dargestellt ist. Erfindungsgemäß verbleibt der Heckschild 14 hierbei vorerst in seiner Arbeitsposition und wird daher nicht gleichzeitig mit der Fräswalze 9 vom Boden 8 vertikal nach oben verstellt. Gegenüber der Fräswalze 9 kann der Heckschild 14 hierfür gegebenenfalls vertikal nach unten verstellt werden. Als nächstes überfährt die Straßenfräsmaschine 1 mit der Fräswalze 9 das Hindernis 16 derart, dass die Fräswalze 9 das Hindernis 16 nicht berührt. Wie genau der Heckschild 14 hierbei aus der Frässpur ausgehoben werden kann, wird nachstehend noch näher erläutert. Die Situation des Überfahrens des Hindernisses 16 bei angehobener Fräswalze 9 und ausgehobenem Heckschild 14 ist in Figur 7 dargestellt. Figur 8 wiederum zeigt bereits den nächsten Arbeitsschritt, bei dem die Fräswalze 9 in Arbeitsrichtung a hinter dem Hindernis 16 wieder in den Boden 8 abgesenkt wird und eine neue, in Arbeitsrichtung a hinter dem Hindernis 16 liegende Frässpur fräst. Diese Fräsarbeiten hinter dem Hindernis 16 können dann gemäß Figur 9 wie üblich fortgesetzt werden. Die Erfindung ermöglicht es hierbei, dass sowohl in Arbeitsrichtung a vor als auch hinter dem Hindernis 16 nur minimale Nacharbeiten notwendig sind,

um beispielsweise nicht abgefrästes Bodenmaterial oder liegendegebliebenes Fräsgut zu entfernen.

**[0032]** In Figur 10 ist der Ausschnitt X aus Figur 5 vergrößert dargestellt. Im zeitlichen Ablauf der Fräsarbeiten wurde die Straßenfräsmaschine 1 beziehungsweise die Fräswalze 9 gerade vor dem Hindernis 16 positioniert. Bis vor das Hindernis 16 hat die Fräswalze 9 eine Frässpur in einer Frästiefe FT abgetragen. Wie in Figur 11 gezeigt, wird die Fräswalze 9 nun aus der Frässpur um mindestens die Frästiefe FT vertikal angehoben. Zusätzlich zur Frästiefe FT kann die Fräswalze 9 um einen Sicherheitsabstand, beispielsweise 2 cm, angehoben werden. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die Fräswerkzeuge 11 der Fräswalze 9 nicht in Berührung mit dem Hindernis 16 kommen. Wie ebenfalls in Figur 11 dargestellt, befindet sich der Heckschild 14 immer noch in seiner Arbeitsposition. Insbesondere ist die Unterkante 19 des Heckschildes 14 noch in Kontakt mit dem Fräsbettboden 27. Von der Situation in Figur 11 ausgehend, wird das Ausheben des Heckschildes 14 derart gesteuert, dass die Unterkante 19 des Heckschildes 14 einer der in den nachstehend näher beschriebenen Figuren 12-18 gezeigten Trajektorien T folgt.

**[0033]** In Figur 12 ist ein Fall gezeigt, bei dem der Heckschild 14 gleichzeitig mit der Fräswalze 9 ausgehoben wird. Durch das Ausheben der Fräswalze 9 entsteht in Arbeitsrichtung a vor dem Hindernis 16 ein Aushubbereich AB, dessen Form im Wesentlichen dem Umfang der Fräswalze 9 beziehungsweise deren Schneidkreisen entspricht, und der vom Fräsbettboden 27 bis zum ungefrästen Boden 8 verläuft. Diejenige Linie quer zur Arbeitsrichtung a, an der die Frästiefe FT noch maximal ist, allerdings dann in Arbeitsrichtung a abzunehmen beginnt, wird als Vorderkante VK des Aushubbereiches AB bezeichnet. Wie aus einem Vergleich der Figuren 11 und 12 hervorgeht, liegt die Vorderkante VK des Aushubbereiches AB direkt vertikal unter der Rotationsachse 10 der Fräswalze 9 an derjenigen Position, an der die Fräswalze 9 aus der Frässpur ausgehoben wird. Der Abstand zwischen der Rotationsachse 10 der Fräswalze 9 und dem Heckschild 14 in Arbeitsrichtung a wird als x bezeichnet. Figur 12 zeigt nun denjenigen Fall, dass der Heckschild 14 gleichzeitig mit der Fräswalze 9 ausgehoben wird, sprich, die Verlagerungsstelle  $V_1$ , an der der Heckschild 14 aus der Frässpur ausgehoben wird, ist um den Abstand x von der Vorderkante VK des Aushubbereiches AB entfernt. Darüber hinaus wird die Unterkante 19 des Heckschildes 14 entlang einer einstufigen, rechtwinkligen Trajektorie T geführt.

**[0034]** Figur 13 zeigt einen Fall, in dem die Unterkanten 19 des Heckschildes 14 an einer Verlagerungsstelle V2 ausgehoben wird, wobei die Verlagerungsstelle V2 einen Abstand y von der Vorderkante VK des Aushubbereiches AB entfernt ist, wobei der Abstand y kleiner ist als der Abstand x. Hierfür ist es notwendig, dass der Heckschild 14 nach dem Ausheben der Fräswalze 9 in Arbeitsposition verbleibt und die Straßenfräsmaschine 1 sich zwischen dem Ausheben der Fräswalze 9 und dem

Ausheben des Heckschildes 14 in Arbeitsrichtung a weiter bewegt, konkret um die Differenz des Abstandes x minus den Abstand y. Erst nachdem sich die Straßenfräsmaschine 1 um diese Differenz weiter in Arbeitsrichtung a bewegt hat, wird der Heckschild 14 an der Verlagerungsstelle V2 ausgehoben. Dies hat den Vorteil, dass der Heckschild 14 noch bis zur Verlagerungsstelle V2 seine Funktion erfüllt und das im Fräswalzenkasten 17 angesammelte lose Fräsgut mit dem Fräswalzenkasten 7 mittransportiert. Auf diese Weise verbleibt nach dem Anheben des Heckschildes 14 weniger Fräsgut auf dem Fräsbettboden 27. Auch in der Figur 13 wird die Unterkanten 19 des Heckschildes 14 entlang einer einstufigen, rechtwinkligen Trajektorie T geführt.

**[0035]** In Figur 14 ist ein Fall gezeigt, bei dem der Heckschild 14 an einer Verlagerungsstelle  $V_3$  aus der Frässpur ausgehoben wird, wobei die Verlagerungsstelle  $V_3$  der Vorderkante VK des Aushubbereiches AB entspricht. Mit anderen Worten ist der Abstand y im Falle der Figur 14 gleich null. Der Heckschild 14 wird also nach dem Ausheben der Fräswalze 9 aus der Frässpur bis zur Vorderkante VK des Aushubbereiches AB in Arbeitsposition beibehalten und erst an der Vorderkante VK ebenfalls aus der Frässpur ausgehoben. Der Heckschild 14 wird also an derselben Position in Arbeitsrichtung a aus der Frässpur ausgehoben wie die Fräswalze 9. Da sich die Frästiefe FT in Arbeitsrichtung a hinter der Vorderkante VK zu verringern beginnt, ist es notwendig, den Heckschild 14 spätestens an der Vorderkante VK auszuheben. Die Trajektorie T, entlang der die Unterkante 19 des Heckschildes 14 geführt wird, kann in unterschiedlicher Weise an die Geometrie der Rampe R im Aushubbereich AB angepasst sein. Die in Figur 14 gezeigte Trajektorie T ist wieder einstufig und rechtwinklig ausgebildet.

**[0036]** Weitere Beispiele für anders geformte Trajektorien T gehen aus den Figuren 15-18 hervor. Zwar sind in den Figuren 15-18 lediglich Fälle gezeigt, bei denen der Heckschild 14 an der der Vorderkante VK entsprechenden Verlagerungsstelle  $V_3$  ausgehoben wird. Es sind erfindungsgemäß allerdings ebenfalls Fälle umfasst, bei denen die Formen der Trajektorien T der Figuren 15-18 ausgehend von einer Verlagerungsstelle V2 im Abstand y von der Vorderkante VK des Aushubbereiches AB zum Einsatz kommen, und bei denen der Abstand y insbesondere nicht null ist. So zeigt beispielsweise Figur 15 eine mehrstufige Trajektorie T, im vorliegenden Fall eine zweistufige Trajektorie T. Selbstverständlich kann die Trajektorie T optional auch eine höhere Anzahl an Stufen umfassen. Darüber hinaus handelt es sich im gezeigten Beispiel der Figur 15 um rechtwinklige Stufen, die dadurch zustande kommen, dass die vertikale Höhenverstellung des Heckschildes 14 frei von einer Überlagerung mit der Vorschubbewegung der Straßenfräsmaschine 1 durchgeführt wird. Die Höhenverstellung des Heckschildes 14 wird mit anderen Worten immer dann durchgeführt, wenn die Straßenfräsmaschine 1 stillsteht und sich nicht in Arbeitsrichtung a bewegt. In Figur 16 ist ein Fall dargestellt, bei der ebenfalls eine

mehrstufige Trajektorie T vorliegt, wobei die einzelnen Stufen allerdings einen stumpfen Winkel aufweisen. Hierzu wird die Höhenverstellung des Heckschildes 14 in Vertikalrichtung mit einer Bewegung der Straßenfräsmaschine 1 in Arbeitsrichtung a überlagert, sodass insgesamt eine schräg nach vorne und oben gerichtete Trajektorie T entsteht. Auch hier wird, wie bei den anderen Ausführungsbeispielen mit mehrstufiger Trajektorie T, die Höhenverstellung des Heckschildes 14 in Vertikalrichtung nicht in einer einzigen Bewegung von der Arbeitsposition bis zur ausgehobenen Position hindurch verstellt, sondern intervallartig. Insbesondere sind zwischen vertikalen Bewegungsabschnitten des Heckschildes 14 weitere Abschnitte vorhanden, in denen die Unterkante 19 des Heckschildes 14 lediglich in Arbeitsrichtung a mit der Straßenfräsmaschine 1 durch deren Vorschub mitbewegt wird, wodurch die horizontalen Anteile der Trajektorie T entstehen. Figur 17 wiederum zeigt erneut eine einstufige Trajektorie T, wobei diese allerdings schräg ausgebildet ist. Die Trajektorie T gemäß Figur 17 umfasst also eine einzige durchgehende Bewegung des Heckschildes 14 in Vertikalrichtung von der Arbeitsposition bis in die ausgehobene Position. Die Vertikalverstellung des Heckschildes 14 ist dabei durchgängig von der Bewegung der Straßenfräsmaschine 1 in Arbeitsrichtung a überlagert, so dass sich insgesamt die schräge Bewegungsbahn ergibt. Der Winkel der schrägen Trajektorie T gegenüber einer Horizontalen, insbesondere dem Fräsbettboden 27, ist dabei derart gewählt, dass die Trajektorie T von der Vorderkante des Aushubbereiches AB bis zum in Arbeitsrichtung a der Vorderkante VK gegenüberliegenden Ende des Aushubbereiches AB verläuft. Insbesondere wird der Winkel derart gewählt, dass die Unterkante 19 des Heckschildes 14 an der Vorderkante VK und an dem in Arbeitsrichtung a der Vorderkante VK gegenüberliegenden Ende des Aushubbereiches AB anliegt oder mit einem vorgegebenen Sicherheitsabstand über diesem schwebt. Mit anderen Worten verläuft die Trajektorie T vom in Arbeitsrichtung a vorderen Ende der Rampe R bis zum in Arbeitsrichtung a hinteren Ende der Rampe R. In Figur 18 schließlich ist eine Trajektorie T gezeigt, deren Verlauf an den Aushubbereich AB beziehungsweise die Rampe R angepasst ist. Unter Berücksichtigung der Geometrie der Fräswalze 9 sowie der Vorschubgeschwindigkeit der Straßenfräsmaschine 1 und insbesondere auch deren Beschleunigung, wird die Unterkante 19 des Heckschildes 14 derart entlang der Trajektorie T geführt, dass die Unterkante 19 der Oberfläche der Rampe R folgt und diese dabei entweder berührt oder in einem vorgegebenen Sicherheitsabstand über diesem schwebt.

**[0037]** Figur 19 zeigt eine Draufsicht auf den Fräswalzenkasten 7 in Anlehnung an Figur 2. Im Arbeitsbetrieb der Fräswalze 9 fräst diese den Boden 8 in Arbeitsrichtung a ab, wodurch die Frässpur 29 entsteht. Die Frässpur 29 entsteht dabei über die gesamte Fräsbreite FB der Fräswalze 9. Die Fräsbreite FB entspricht dabei im Wesentlichen der Ausdehnung der Fräswalze 9 entlang

der Rotationsachse 10. In Arbeitsrichtung a vor der Fräswalze 9 und ebenfalls vor dem Fräswalzenkasten 7 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel eine Sensoreinrichtung 17 angeordnet, die dazu ausgebildet ist, Hindernisse 16 im Boden 8 und insbesondere innerhalb der Fräsbreite FB zu detektieren. Hierfür ist die Sensoreinrichtung 17 derart ausgebildet, dass sie einen Erfassungsbereich EB aufweist, der die gesamte Fräsbreite FB abdeckt. In Figur 20 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, in dem die Sensoreinrichtung 17 mehrere einzelne Sensoren umfasst. Jeder einzelne der Sensoren weist einen Erfassungsbereich EB auf, der kleiner ist als die Fräsbreite FB. Insgesamt jedoch ist die Sensoreinrichtung 17 wieder derart ausgebildet, dass die Gesamtheit der Erfassungsbereiche EB sämtlicher Sensoren der Sensoreinrichtung 17 die gesamte Fräsbreite FB abdecken. Die Sensoreinrichtung 17 kann zusätzlich dazu ausgebildet sein, die Erstreckung E des Hindernisses 16 in Arbeitsrichtung a zu erfassen beziehungsweise zu ermitteln. Dies ist in Figur 19 beispielsweise anhand eines runden Hindernisses 16 gezeigt, beispielsweise einem Kanaldeckel. In Figur 20 ist dies im Falle von nicht runden, beispielsweise rechteckigen Hindernissen 16 gezeigt, beispielsweise Einbauschächten. Die Erstreckung E des Hindernisses 16 ist, wie insbesondere aus Figur 20 hervorgeht, immer auf die Arbeitsrichtung a bezogen. Sie verläuft von der in Arbeitsrichtung a vorderen Kante des Hindernisses 16 bis zu der in Arbeitsrichtung a hinteren Kante des Hindernisses 16. Wird diese Erstreckung E und damit die Kanten des Hindernisses 16 bei der Steuerung der Straßenfräsmaschine 1 wie vorstehend beschrieben berücksichtigt, so kann effizient verhindert werden, dass die Fräswalze 9 mit dem Hindernis 16 in Kontakt kommt.

**[0038]** In Figur 21 ist gezeigt, welchen Einfluss die Frästiefe auf die Position hat, an der die Fräswalze 9 aus der Frässpur 29 ausgehoben werden muss, um einen Kontakt zwischen dem Hindernis 16 und der Fräswalze 9 zu vermeiden. Insbesondere sind gestrichelt zwei verschiedene Positionen von Fräswalzen 9 gezeigt, die sich in unterschiedlichen Frästiefen  $FT_1$  und  $FT_2$  befinden, wobei die Frästiefe  $FT_1$  größer ist als die Frästiefe  $FT_2$ . Aus den unterschiedlichen Frästiefen  $FT_1$ ,  $FT_2$  ergeben sich unterschiedliche Abstände  $A_1$ ,  $A_2$  zwischen der jeweiligen Rotationsachse 10 der Fräswalzen 9 und dem Hindernis 16, in denen die Fräswalze 9 aus der Frässpur 29 ausgehoben werden muss. Insbesondere kann die Fräswalze 9 bei geringerer Frästiefe  $FT_2$  in einem geringeren Abstand  $A_2$  vor dem Hindernis 16 aus der Frässpur 29 ausgehoben werden als bei einer höheren Frästiefe  $FT_1$ . Die Straßenfräsmaschine 1 kann also bei einer geringeren Frästiefe  $FT$  näher an das Hindernis 16 heranfahren als bei einer höheren Frästiefe  $FT$ . Dieser Parameter wird daher, zusammen mit der Geometrie der Fräswalze 9, von der Steuereinrichtung 18 mit berücksichtigt, wenn diese selbsttätig die Position des Aushebens der Fräswalze 9 bestimmt.

**[0039]** In Figur 22 ist ein Ablaufdiagramm des Verfah-

rens 20 zur Steuerung der Straßenfräsmaschine 1 bei einem im zu fräsenden Boden 8 befindlichen Hindernis 16 gezeigt. Das Verfahren 20 beginnt mit dem Abfräsen 21 des Bodens 8 in einer vorgegebenen Frästiefe FT in Arbeitsrichtung a während des ganz normalen Arbeitsbetriebes der Straßenfräsmaschine 1. Es folgt ein Annähern 22 der Straßenfräsmaschine 1 an das im Boden 8 befindliche Hindernis 16. Dies kann entweder vom Bediener durchgeführt werden, oder beispielsweise ebenfalls selbsttätig durch die Steuereinrichtung 18, insbesondere wenn eine Sensoreinrichtung 17 vorhanden ist, die das im Boden 8 befindliche Hindernis 16 detektieren kann. Die Straßenfräsmaschine 1 wird vor dem Hindernis 16 positioniert. Als nächstes erfolgt das Ausheben 23 der Fräswalze 9 und des Heckschildes 14 aus dem Boden 8 vor dem Hindernis 16. Hierbei ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Ausheben 23 der Fräswalze 9 zeitlich vor dem Ausheben 23' des Heckschildes 14 aus dem Boden 8 durchgeführt wird, und dass sich die Straßenfräsmaschine 1 zwischen dem Ausheben 23 der Fräswalze 9 und dem Ausheben 23' des Heckschildes 14 weiter in Arbeitsrichtung a bewegt. Hierdurch wird der Abstand y zwischen der Vorderkante VK des Aushubbereiches AB und der Verlagerungsstelle  $V_{2/3}$  des Heckschildes 14 verkürzt. Es folgt sodann das Überfahren 24 des Hindernisses 16, wobei die Fräswalze 9 außer Kontakt mit dem Hindernis 16 bleibt. Schlussendlich erfolgt ein Absenken 25 der Fräswalze 9 und des Heckschildes 14 bis zur vorgegebenen Frästiefe FT in Arbeitsrichtung a hinter dem Hindernis 16, sodass der Fräsvorgang fortgesetzt werden kann. Sowohl das Ausheben 23, 23', das Überfahren 24 und das Absenken 25 kann selbsttätig durch die Steuereinrichtung 18 durchgeführt werden. Dies kann beispielsweise durch einen einzigen Steuerbefehl des Bedieners ausgelöst werden oder alternativ ebenfalls durch die Detektion des Hindernisses 16 durch die Sensoreinrichtung 17. Durch das hierin beschriebene Verfahren 20 wird der Bediener der Straßenfräsmaschine im Arbeitsbetrieb von sich an Hindernissen 16 immer wiederholenden Steuervorgängen entlastet. Gleichzeitig wird weniger Fräsgut im Fräsbett zurückgelassen, sodass notwendige Nacharbeiten durch das erfindungsgemäße Verfahren 20 verringert werden. Insgesamt lässt sich daher der Fräsvorgang der Straßenfräsmaschine 1 wirtschaftlicher und effizienter gestalten.

## Patentansprüche

1. Verfahren (20) zur Steuerung einer eine Fräswalze (9) und einen Heckschild (14) umfassenden Straßenfräsmaschine (1) bei einem im zu fräsenden Boden (8) befindlichen Hindernis (16), umfassend die Schritte:

a) Abfräsen (21) des Bodens (8) in einer vorgegebenen Frästiefe (FT) entlang einer Arbeitsrichtung (a),

b) Annähern (22) der Straßenfräsmaschine (1) in Arbeitsrichtung (a) an das im Boden (8) befindliche Hindernis (16),  
 c) Ausheben (23, 23') der Fräswalze (9) und des Heckschildes (14) aus dem Boden (8) in Arbeitsrichtung (a) vor dem Hindernis (16),  
 d) Überfahren (24) des Hindernisses (16) derart, dass die Fräswalze (9) außer Kontakt mit dem Hindernis (16) bleibt, und  
 e) Absenken (25) der Fräswalze (9) und des Heckschildes (14) bis zur vorgegebenen Frästiefe (FT) in Arbeitsrichtung (a) hinter dem Hindernis (16) und Fortsetzen des AbfräSENS (21) des Bodens (8),

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Straßenfräsmaschine (1) derart gesteuert wird, dass in Schritt c) das Ausheben (23) der Fräswalze (9) zeitlich vor dem Ausheben (23) des Heckschildes (14) aus dem Boden (8) durchgeführt wird, wobei sich die Straßenfräsmaschine (1) zwischen dem Ausheben (23) der Fräswalze (9) und dem Ausheben (23) des Heckschildes (14) weiter in Arbeitsrichtung (a) bewegt.

2. Verfahren (20) nach Anspruch 1,

wobei das Ausheben (23) der Fräswalze (9) einen Aushubbereich (AB) hinterlässt, in dem die Frästiefe (FT) der gefrästen Spur durch das Ausheben (23) der Fräswalze (9) in Arbeitsrichtung (a) abzunehmen beginnt, wobei der Aushubbereich (AB) an seiner tiefsten Stelle eine Vorderkante (VK) aufweist,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Ausheben (23') des Heckschildes (14) an einer Verlagerungsstelle (V2) entlang der Arbeitsrichtung (a) erfolgt, die einen Abstand (y) zur Vorderkante (VK) des Aushubbereiches (AB) aufweist, der kleiner ist als ein Abstand (x) des Heckschildes (14) zu einer Rotationsachse (10) der Fräswalze (9), oder

**dass** das Ausheben (23') des Heckschildes (14) an einer Verlagerungsstelle (V3) entlang der Arbeitsrichtung (a) erfolgt, die an der Vorderkante (VK) liegt.

3. Verfahren (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Ausheben (23') des Heckschildes (14) derart gesteuert wird, dass eine dem Boden (8) zugewandte Unterkante (19) des Heckschildes (14) während des Aushebens (23') unter Berücksichtigung der Vorschubgeschwindigkeit und insbesondere auch der Beschleunigung der Straßenfräsmaschine (1) einer vorgegebenen Trajektorie (T) folgt.

4. Verfahren (20) nach dem vorhergehenden Anspruch,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Trajektorie (T) wenigstens eines der folgenden Merkmale aufweist:

- sie umfasst ausschließlich eine Bewegung quer zur Arbeitsrichtung (a) vertikal nach oben, die insbesondere nicht mit einer Fahrbewegung der Straßenfräsmaschine (1) in Arbeitsrichtung (a) überlagert ist, und eine anschließende Bewegung horizontal in Arbeitsrichtung (a);
- sie umfasst mehrere, stufenweise Bewegungen quer zur Arbeitsrichtung (a) vertikal nach oben, wobei die Unterkante (19) zwischen den Stufen horizontal in Arbeitsrichtung (a) bewegt wird, und wobei die stufenweisen vertikalen Bewegungen insbesondere nicht mit einer Fahrbewegung der Straßenfräsmaschine (1) in Arbeitsrichtung (a) überlagert sind;
- sie umfasst wenigstens eine schräge Bewegung, gleichzeitig quer zur Arbeitsrichtung (a) vertikal nach oben und horizontal in Arbeitsrichtung (a);
- sie folgt einer durch das Ausheben (23) der Fräswalze (9) entstehenden Rampe (R) im Aushubbereich (AB) derart, dass die Unterkante (19) über den gesamten Aushubbereich (AB) hinweg an der Oberfläche der Rampe (R) im Wesentlichen anliegt.

5. Verfahren (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** in Arbeitsrichtung (a) vor der Fräswalze (9) wenigstens eine Sensoreinrichtung (17) angeordnet ist, die dazu ausgebildet ist, Hindernisse (16) im zu fräsenden Boden (8) zu detektieren, wobei die wenigstens eine Sensoreinrichtung (17) insbesondere einen induktiven, kapazitiven oder magnetischen Sensor, beispielsweise einen Metalldetektor, einen optischen Sensor, beispielsweise eine Kamera oder eine Wärmebildkamera, oder einen Schallsensor, beispielsweise einen Ultraschallsensor, umfasst.

6. Verfahren (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zur Durchführung der Schritte c), d) und e) vorab vom Bediener eine Erstreckung (E) des Hindernisses (16) in Arbeitsrichtung (a) eingegeben wird, oder dass die Erstreckung (E) des Hindernisses (16) in Arbeitsrichtung (a) durch die Sensoreinrichtung (17) bestimmt wird.

7. Verfahren (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Schritte c), d) und e) selbsttätig durchgeführt werden, ausgelöst durch einen einzigen Steuerbefehl eines Bedieners oder durch die Detektion eines Hindernisses (16) durch die Sensoreinrichtung (17).

8. Verfahren (20) nach einem der Ansprüche 5-7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** dem Bediener auf einer Anzeigeeinrichtung (26) eine aus von der Sensoreinrichtung (17) gewonnenen Daten erstellte Darstellung des Hindernisses (16) angezeigt wird, und dass der Bediener an der Anzeigeeinrichtung (26) die in Arbeitsrichtung (a) vordere und hintere Kante des Hindernisses (16) vorgeben kann, wobei die Schritte c), d) und e) dann derart durchgeführt werden, dass die Fräswalze (9) außer Kontakt mit den vom Bediener vorgegebenen Kanten des Hindernisses (16) bleibt.

9. Verfahren (20) nach einem der Ansprüche 5-8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Position in Arbeitsrichtung (a), an dem das Ausheben (23) der Fräswalze (9) durchgeführt wird, unter Berücksichtigung der Lage des Hindernisses (16), der Frästiefe (FT) und insbesondere auch der Geometrie der Fräswalze (9) bestimmt wird, um diese außer Kontakt mit dem Hindernis (16) zu halten.

10. Verfahren (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** während den Schritten c) und d) eine Fördereinrichtung (5) der Straßenfräsmaschine (1), insbesondere selbsttätig, außer Betrieb gesetzt wird.

11. Verfahren (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zum Fortsetzen des AbfräSENS (21) des Bodens (8) gemäß Schritt e) selbsttätig dieselben Maschineneinstellungen, insbesondere bezüglich Frästiefe (FT) und/oder Vorschubgeschwindigkeit und/oder Betrieb der Fördereinrichtung (5), wie in Schritt a) eingestellt werden.

12. Verfahren (20) nach einem der Ansprüche 3-11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Absenken (25) des Heckschildes (14) bis zur vorgegebenen Frästiefe (FT) in Arbeitsrichtung (a) hinter dem Hindernis (16) derart gesteuert wird, dass die Unterkante (19) des Heckschildes (14) während des Absenkens (25) einer Trajektorie (T), insbesondere derselben Trajektorie (T) wie während des Aushebens (23), in umgekehrter Richtung folgt.

13. Straßenfräsmaschine (1) zum AbfräSEN eines Bodens (8) in einer Arbeitsrichtung (a), mit

- einem von Fahreinrichtungen (6) getragenen Maschinenrahmen (3),
- einem am Maschinenrahmen (3) gelagerten Fräswalzenkasten (7) mit einem Frontschild (13), zwei Seitenschilden (12) und einem gegenüber dem Maschinenrahmen (3) höhenverstellbaren Heckschild (14), 5
- einer im Fräswalzenkasten (7) um eine Rotationsachse (10) rotierbar gelagerten Fräswalze (9), und 10
- einer Steuereinrichtung (18),

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Steuereinrichtung (18) zur Durchführung des Verfahrens (20) gemäß einem der vorherstehenden Ansprüche ausgebildet ist. 15

**14. Straßenfräsmaschine (1) nach Anspruch 13,**

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** sie eine Verstelleinrichtung (28) zur Höhenverstellung des Heckschildes (14) aufweist, die derart ausgebildet ist, dass der Heckschild (14) bis unter den unteren Scheitelpunkt der Fräswalze (9) hinaus verstellbar ist, insbesondere um mindestens 10 %, bevorzugt um mindestens 20 %, besonders bevorzugt um mindestens 30 %, des Durchmessers der Fräswalze (9). 20  
25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

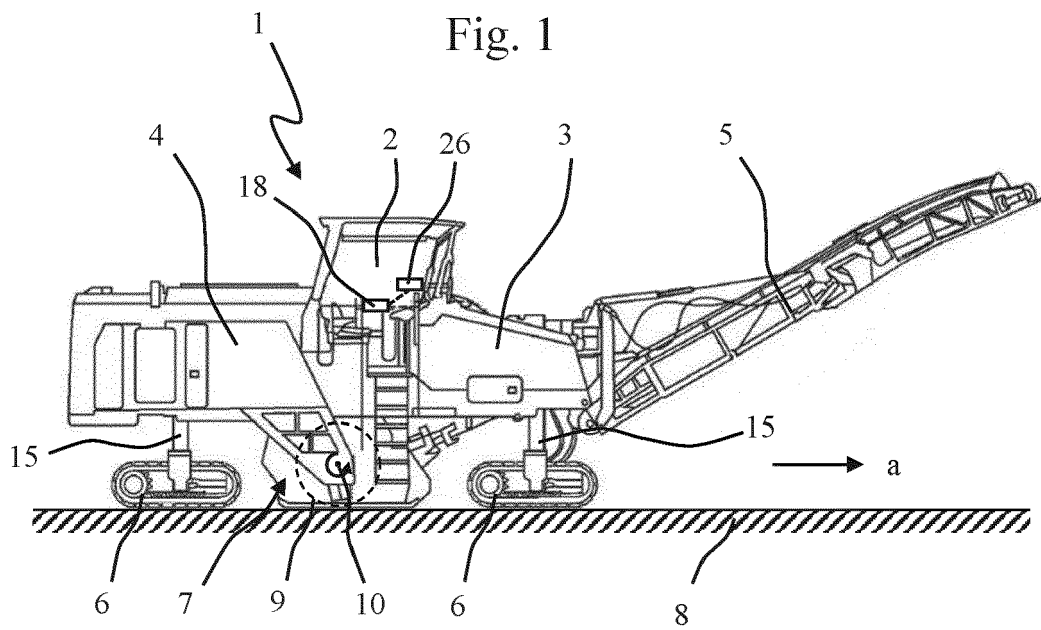


Fig. 2

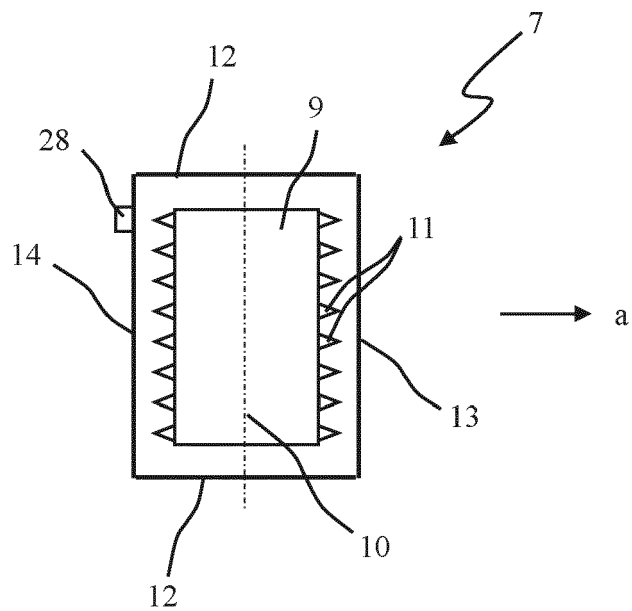




Fig. 3

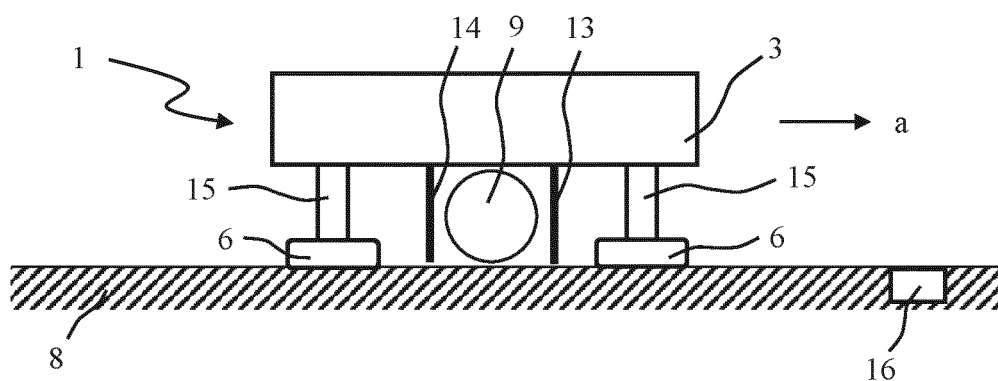


Fig. 4

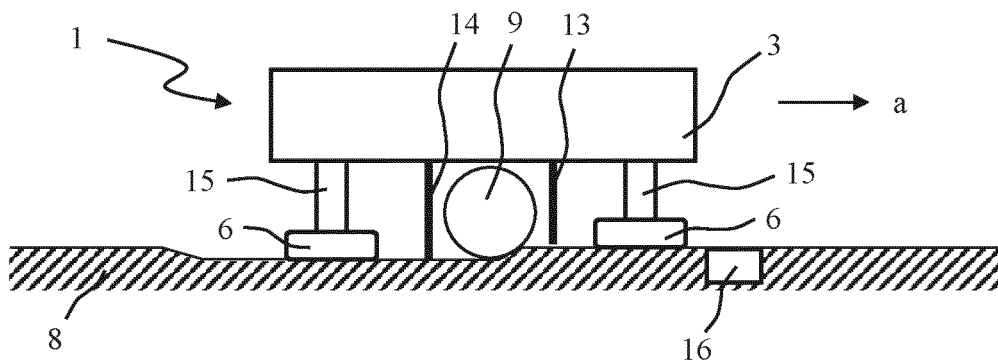


Fig. 5

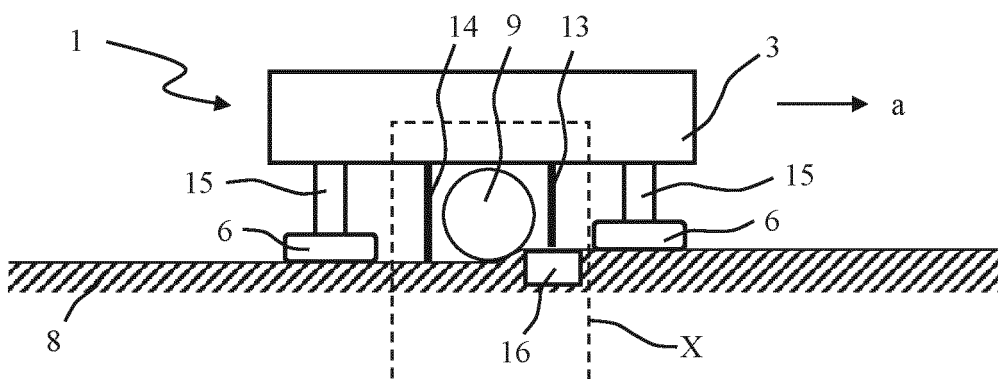
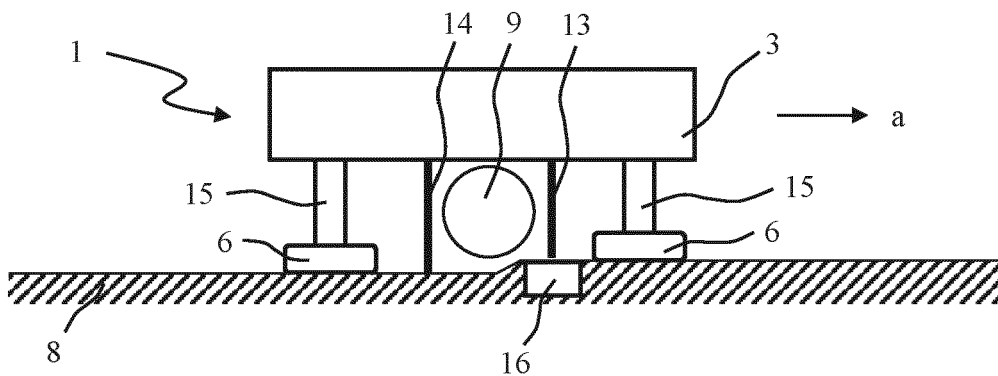


Fig. 6



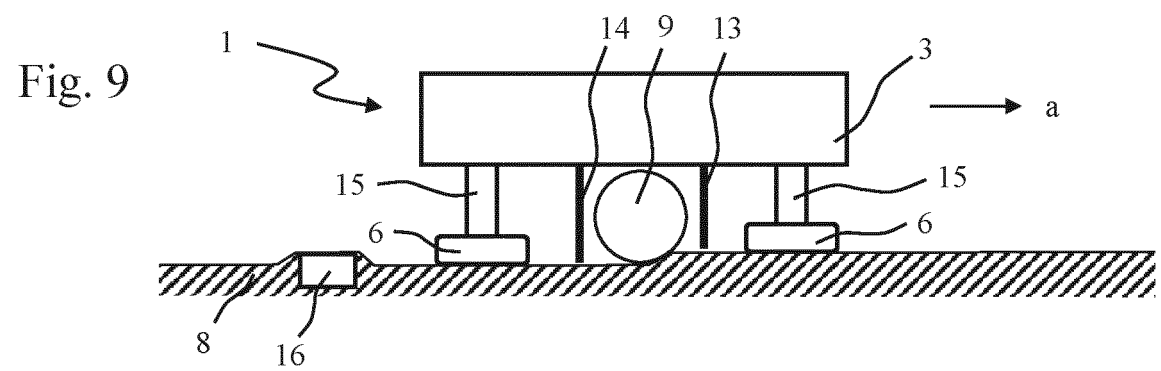
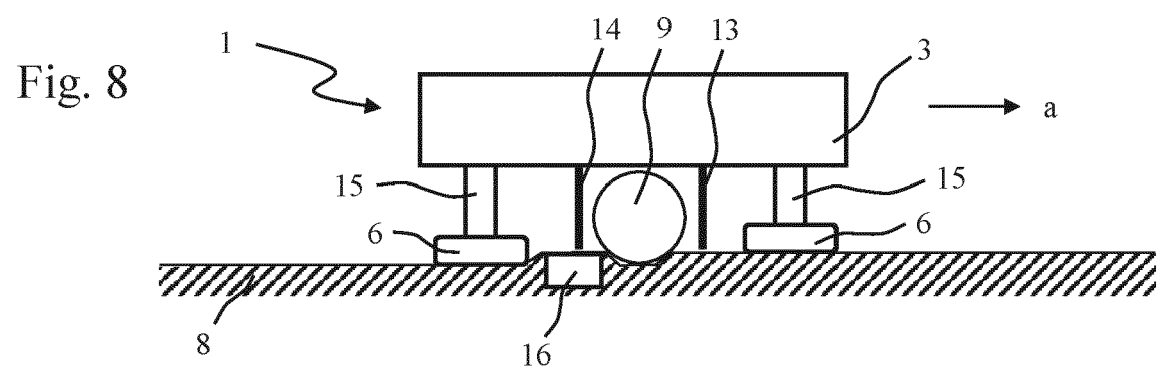
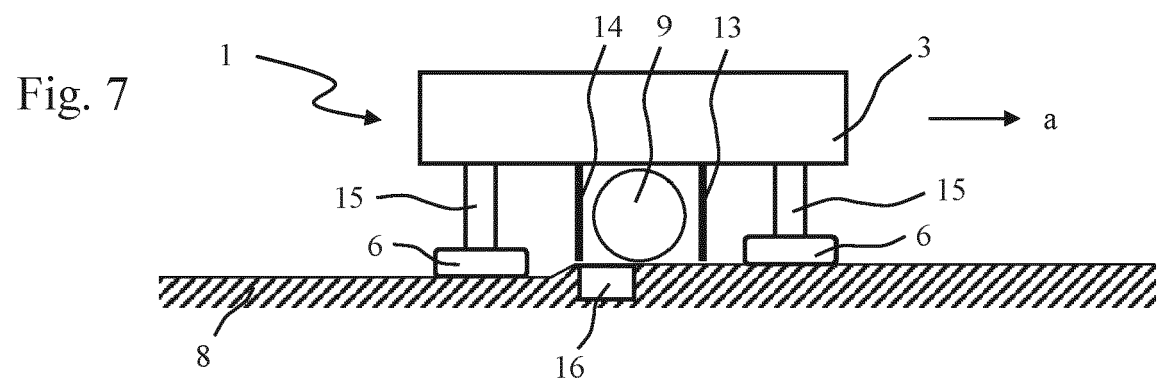


Fig. 10

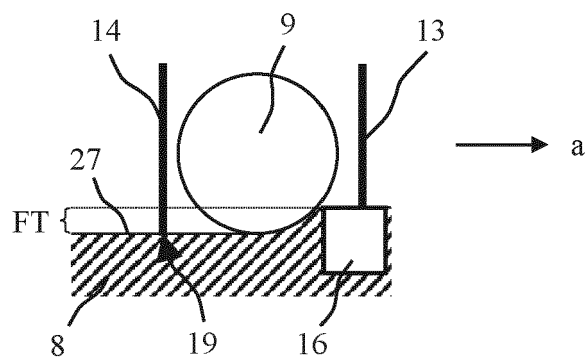


Fig. 11

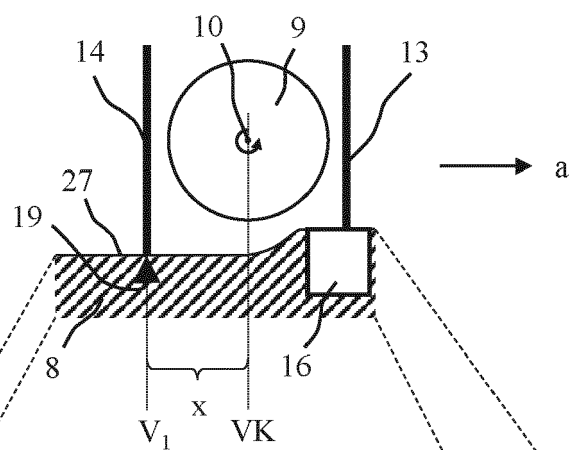


Fig. 12

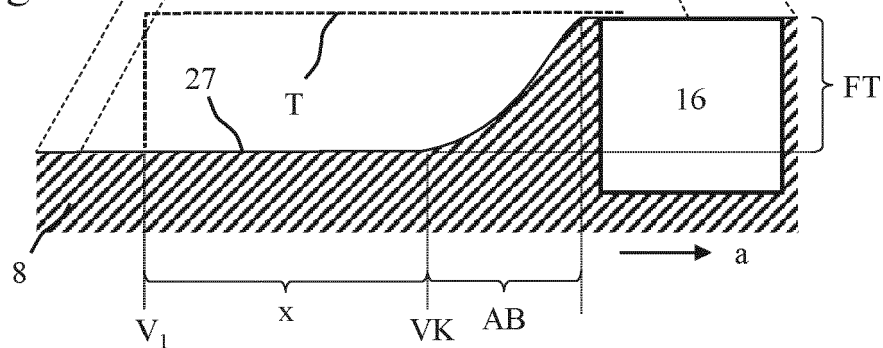


Fig. 13

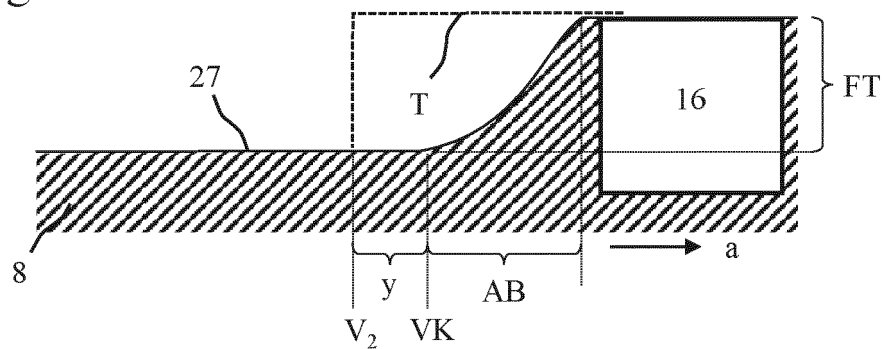


Fig. 14

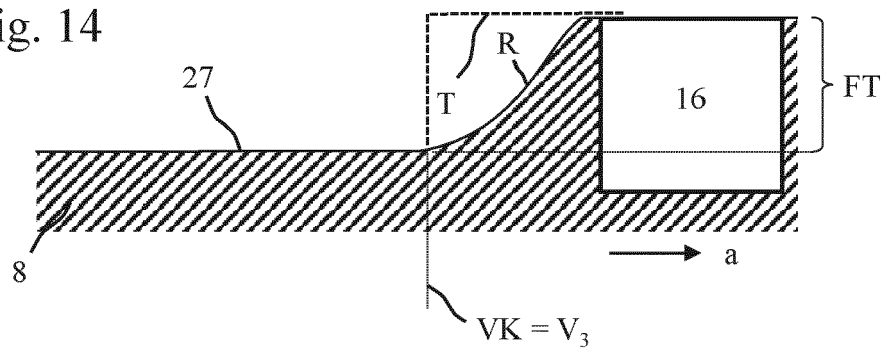


Fig. 15

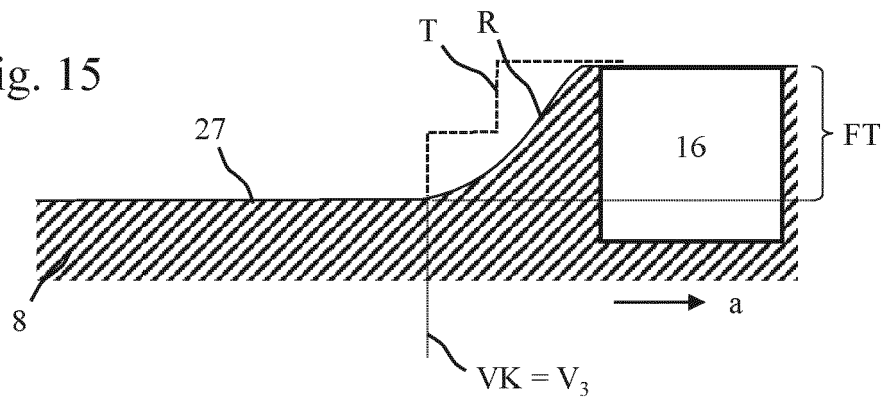


Fig. 16

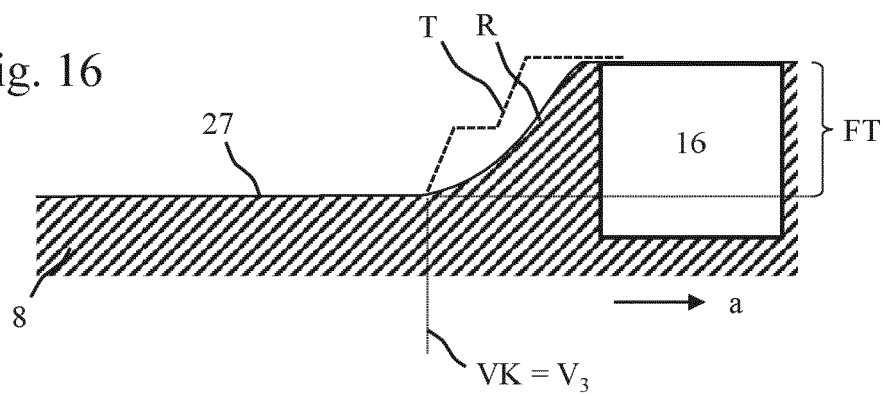
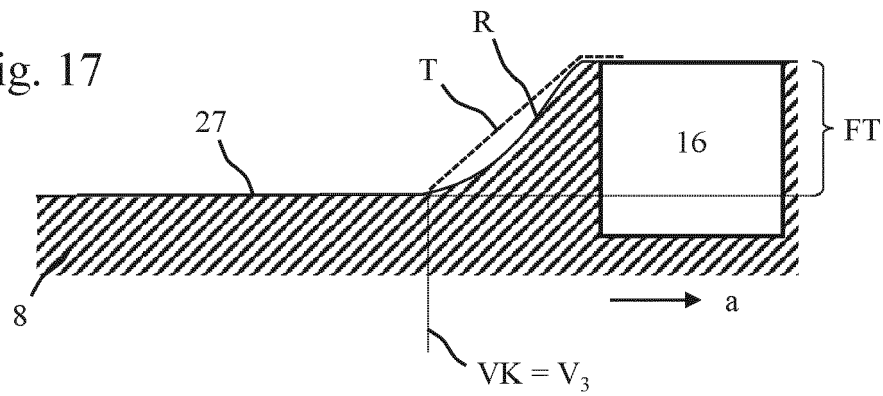


Fig. 17



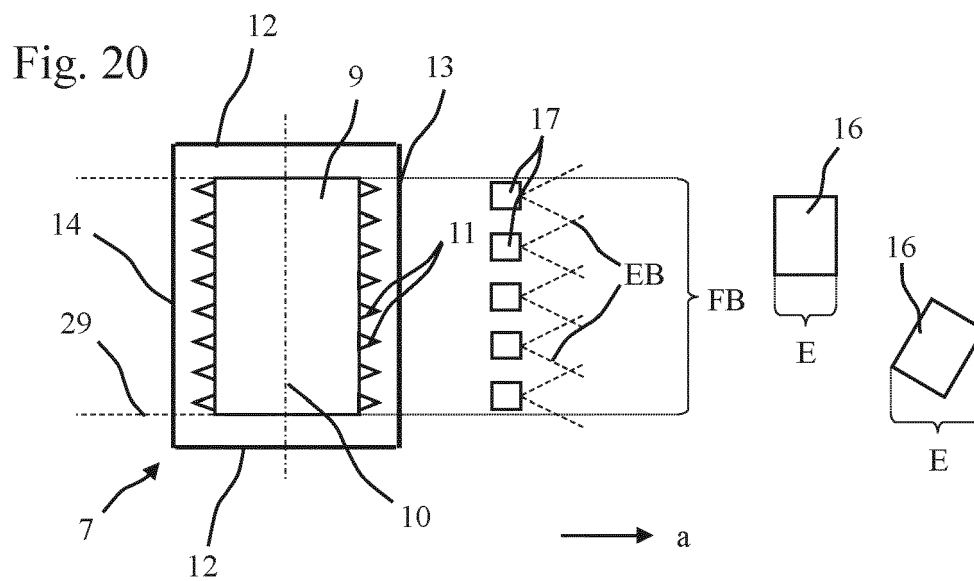
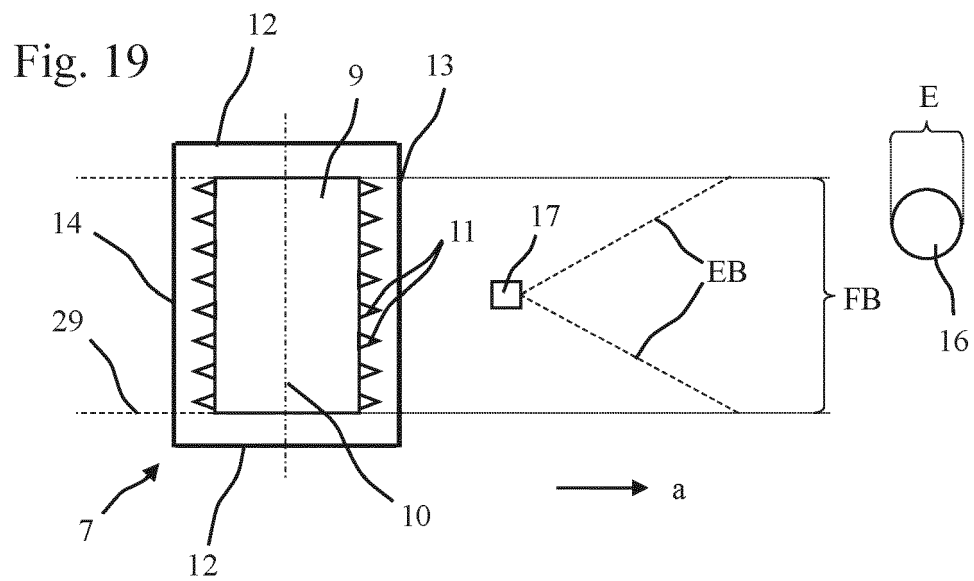
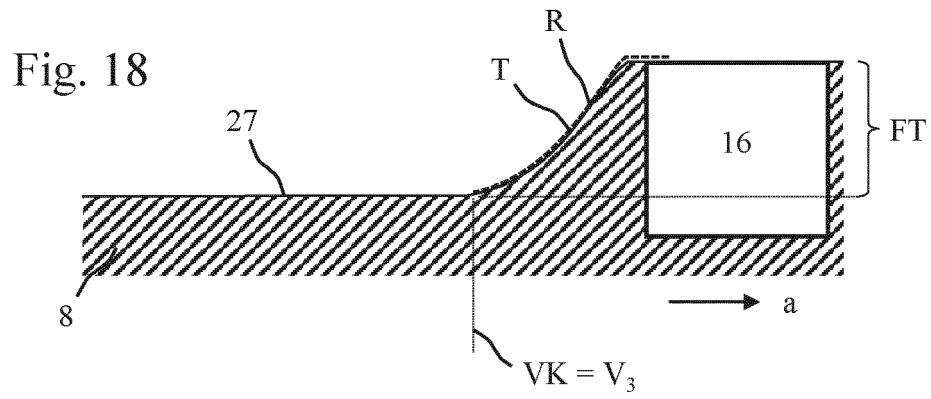


Fig. 21

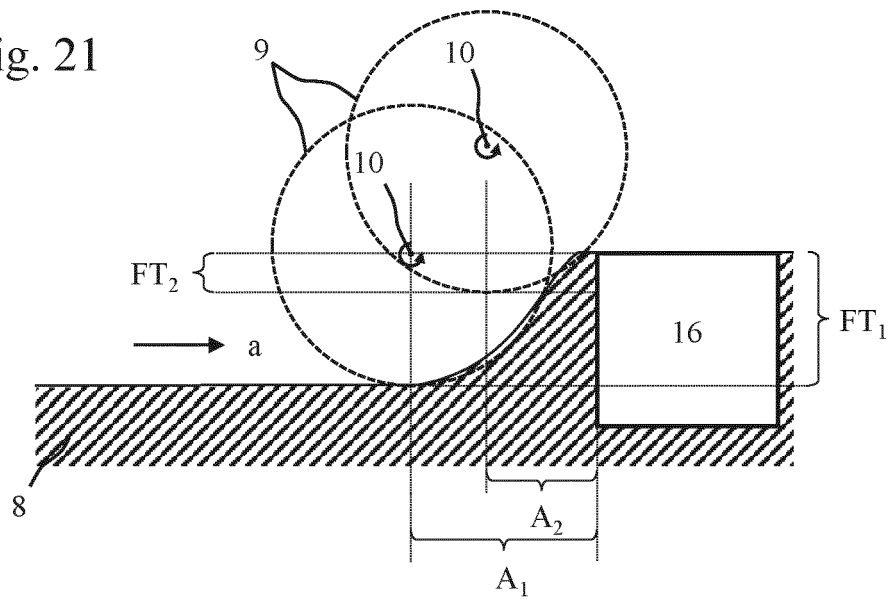
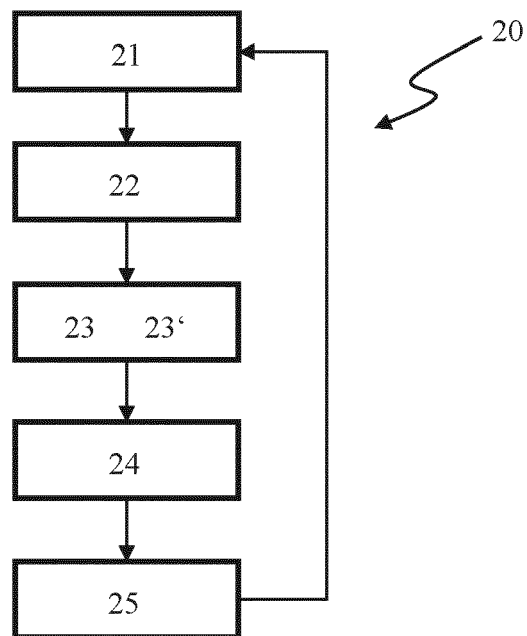


Fig. 22





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 17 7023

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

3

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 10 2016 015499 A1 (BOMAG GMBH [DE]) 28. Juni 2018 (2018-06-28) * Absätze [0032] - [0036]; Abbildungen 3A-3L *	1-14	INV. E01C23/088
X	US 2009/016818 A1 (HALL DAVID R [US] ET AL) 15. Januar 2009 (2009-01-15) * Absatz [0027]; Abbildung 2 *	13,14	
A	DE 10 2010 014695 A1 (DYNAPAC GMBH [DE]) 13. Oktober 2011 (2011-10-13) * das ganze Dokument *	1-12	
A		1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E01C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>7. November 2022</b>	Prüfer <b>Kerouach, May</b>
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 22 17 7023

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

07-11-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
<b>DE 102016015499 A1</b>	<b>28-06-2018</b>	<b>DE 102016015499 A1</b>	<b>28-06-2018</b>
		<b>US 2019024328 A1</b>	<b>24-01-2019</b>
-----			
<b>US 2009016818 A1</b>	<b>15-01-2009</b>	<b>KEINE</b>	
-----			
<b>DE 102010014695 A1</b>	<b>13-10-2011</b>	<b>KEINE</b>	
-----			

EPO FORM P0461

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