

SCHLITZWANDFRÄSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM FRÄSEN EINES FRÄSSCHLITZES IM BODEN

Die Erfindung betrifft eine Schlitzwandfräsvorrichtung gemäß dem Anspruch 1. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Fräsen eines Frässchlitzes im Boden mit einer solchen Schlitzwandfräsvorrichtung gemäß dem Anspruch 13.

Zum Erstellen von Schlitzten im Boden ist es bekannt, Schlitzwandfräsvorrichtungen vorzusehen, wie sie beispielsweise aus der DE 10 2004 013 790 A hervorgehen. Dabei wird eine sogenannte Schlitzwandfräse an einem Mast oder Auslegerarm vertikal verstellbar angeordnet. Die Masten oder Auslegerarme an den Trägergeräten weisen dabei üblicherweise eine Höhe von 15 m bis 30 m oder mehr auf. Die Höhe des Mastes ist maßgeblich bedingt durch die Höhe der Schlitzwandfräse.

Mit solchen Schlitzwandfräsvorrichtungen werden Schlitz- oder Dichtwände erstellt, welche Tiefen von bis zu 100 m und mehr erreichen können. Derartige Schlitz- oder Dichtwände dienen z. B. der Abstützung von Baugruben oder zum Erstellen einer Grundwassersperrung. Es ist auch möglich, mit solchen Fräsen Bodenschätze abzubauen.

In bestimmten Fällen ist es erforderlich, eine Dichtwand in oder nahe an einem Bauwerk, in einem Tunnel oder unter beengten Raumverhältnissen zu erstellen. Hierfür können Trägergeräte mit großen Masten und großen Schlitzwandfräsen nicht eingesetzt werden.

Aus der EP 05 18 297 B1 ist eine kompakte Schlitzwandfräsvorrichtung zum Erstellen von Schlitzten bekannt. Diese Schlitzwandfräsvorrichtung weist einen schienengeführten Wagen mit einem Gestell und einem Auslegerarm auf, welcher nur unwesentlich höher ist als eine vertikale Länge einer Schlitzwandfräse. Eine Seiltrommel für

ein Tragseil sowie Verbindungskabel und eine Schlauchtrommel für einen Versorgungsschlauch sind bodennah an dem Traggestell gelagert. Die Schlitzwandfräse ist auf die wesentlichen Komponenten, wie Fräsräder, Antriebe, Pumpen, beschränkt, wobei ein Führungsrahmen klein ausgebildet ist.

Eine weitere kompakte Schlitzwandfräsvorrichtung geht aus der EP 3 208 384 B1 hervor. Bei dieser Vorrichtung ist eine kompakte Schlitzwandfräse unterhalb eines Jochs verstellbar gelagert, welches durch zwei nebeneinander angeordnete Trägergeräte gebildet ist. Die beiden Trägergeräte sind über ein Schwenkgelenk miteinander verbunden.

Bei diesen bekannten kompakten Schlitzwandfräsvorrichtungen ist eine Einsatzhöhe im Wesentlichen durch die Höhe der Schlitzwandfräse begrenzt. Dabei kann eine Schlitzwandfräse nicht beliebig verkleinert werden, da für die Fräsräder, die Antriebe, die Pumpe und insbesondere für einen Führungsrahmen eine bestimmte Größe benötigt werden.

Aus der DE 60 2004 008 375 T2 ist eine Schlitzwandfräse bekannt, bei welcher eine Wartungszeit zum Wechseln der Schneidzähne an den Fräsrädern verkürzt werden kann. Dies wird erreicht, indem nicht einzelne Schneidzähne, sondern ein Schneidkopf an dem Fräsrahmen insgesamt ausgewechselt wird.

Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, eine Schlitzwandfräsvorrichtung und ein Verfahren zum Fräsen eines Schlitzes im Boden anzugeben, mit welchen auch unter besonders beengten Raumverhältnissen ein effizientes Fräsen ermöglicht wird.

Die Aufgabe wird zum einen mit einer Schlitzwandfräsvorrichtung nach Anspruch 1 und zum anderen mit einem Verfahren nach dem Anspruch 13 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

Gemäß der Erfindung ist eine Schlitzwandfräsvorrichtung mit einer Schlitzwandfräse, welche aus zumindest zwei Fräsenmodulen aufgebaut ist, und einer Tragkonstruktion zum Aufhängen und Bewegen der Schlitzwandfräse in einer vertikalen Richtung zum Bilden eines Frässchlitzes im Boden vorgesehen, wobei die Tragkonstruktion eine Führungseinrichtung aufweist, welche zum Zuführen der getrennten Fräsenmo-

dule zu einem Arbeitsbereich ausgebildet ist, an welchem der Frässchlitz zu erstellen ist.

Eine Grundidee der Erfindung kann darin gesehen werden, die Schlitzwandfräse in mindestens zwei Fräsenmodule aufzuteilen, welche miteinander lösbar verbunden sind. Weiterhin wird eine Tragkonstruktion zum Aufhängen und Bewegen der Schlitzwandfräse in einer vertikalen Richtung zum Bilden des Frässchlitzes vorgesehen, wobei die Tragkonstruktion zusätzlich eine Führungseinrichtung zum Zuführen der getrennten Fräsenmodule aufweist. Gemäß der Erfindung ist es also nicht mehr notwendig, eine voll einsatzbereite Schlitzwandfräse zu einem Arbeitsbereich zu transportieren, an welchem der Frässchlitz erstellt wird. Vielmehr wird nach der Erfindung die Schlitzwandfräse aufgeteilt in ihre Fräsenmodule zu dem Arbeitsbereich zugeführt und erst dort zu der Schlitzwandfräse zusammengesetzt. Hierzu ist die Tragkonstruktion mit einer entsprechenden Führungs- oder Transporteinrichtung ausgebildet. Die Tragkonstruktion kann vorzugsweise eine Bauhöhe aufweisen, welche kleiner als eine Höhe der einsatzbereiten Schlitzwandfräse ist. Die Tragkonstruktion braucht nur gleich hoch oder höher als die Höhe der Fräsenmodule sein.

Somit kann grundsätzlich auch ein Fräsen an Arbeitsorten durchgeführt werden, an welchen lediglich eine sehr geringe Arbeitshöhe zur Verfügung steht, welche sogar geringer als die Höhe der zusammengesetzten Schlitzwandfräse ist. Dies kann insbesondere dann gegeben sein, wenn am Arbeitsbereich ein sogenannter Führungsschlitz, welcher etwa eine Tiefe von 1 m bis 4 m aufweisen kann, vorgefertigt ist, so dass ein oder mehrere Fräsenmodule beim Zusammensetzen der Schlitzwandfräse bereits in den Führungsschlitz eingesetzt werden können.

Die erfindungsgemäße Schlitzwandfräsvorrichtung kann aber nicht nur in Tunneln oder in Gebäuden eingesetzt werden. Aufgrund der sehr geringen Bauhöhe, die kleiner als 5 m und auch kleiner als 3 m sein kann, kann die Schlitzwandfräsvorrichtung insgesamt mit einer Sichtschutz-, Staubschutz- und/oder Schalldämmumhüllung versehen oder umgeben sein. Es ist dadurch sogar möglich, die gesamte Schlitzwandfräsvorrichtung in einem oder zwei bis drei Standardcontainern fest zu installieren. Dies kann insbesondere bei einem Fräsen in Städten, bewohnten Gebieten, Flughäfen oder anderen Infrastrukturprojekten, Gebäuden oder anderen sensiblen Baustellenbereichen vorteilhaft sein.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass ein erstes Fräsenmodul mit Fräsrädern und ein zweites Fräsenmodul mit zumindest einer Antriebseinheit vorgesehen sind. Das erste Fräsenmodul kann dabei den unteren Abschnitt der Schlitzwandfräse mit den Fräsrädern und den Lagern der Fräsräder an einem Grundträger aufweisen. Das zweite Fräsenmodul beinhaltet mindestens eine Antriebseinheit, vorzugsweise für eine Pumpeinrichtung, welche insbesondere zum Spülen und/oder Abpumpen von Suspension mit dem abgefrästen Bodenmaterial ausgebildet ist. Alternativ oder ergänzend kann diese oder eine weitere Antriebseinheit auch für die Fräsräder sein. An dem zweiten Fräsenmodul können bei einer kompakten Ausgestaltung auch Führungselemente zum Führen und Verstellen der Fräse in dem Frässchlitz angeordnet sein. Insbesondere können ausfahrbare Stellitelemente vorgesehen sein, welche mittels Stellzylindern ausführbar sind, um so die Schlitzwandfräse gegenüber den Schlitzwänden zu verstellen.

Grundsätzlich kann die Schlitzwandfräse aus einer Vielzahl weiterer Fräsenmodule aufgebaut sein, welche unterschiedliche Funktionen aufweisen können. Besonders bevorzugt ist es dabei, dass mindestens ein weiteres Fräsenmodul vorgesehen ist, welches einen Führungsrahmen aufweist. Der Führungsrahmen kann dabei rein passiv als ein gerüstähnlicher Rahmen mit Anlagenelementen zum Anlegen und Führen entlang der gefrästen Schlitzwände sein. Vorzugsweise können diese plattenförmigen Elemente auch ausstellbar sein, um eine relative Lageänderung im Frässchlitz zu bewirken. Grundsätzlich können mehrere derartiger Fräsenmodule mit Führungsrahmen angeordnet werden, wobei mit einer zunehmenden Höhe des Führungsrahmens eine Führungsgenauigkeit und Führungsstabilität der Schlitzwandfräse im Frässchlitz erhöht werden. Auf diese Weise können auch bei begrenzten Bauhöhen Frässchlitz mit großen Tiefen von bis zu 100 m und mehr mit einer guten Führungsgenauigkeit erstellt werden.

Am mindestens einem, vorzugsweise dem obersten Fräsenmodul ist grundsätzlich eine Trageinrichtung angeordnet, mit welcher die Schlitzwandfräse über ein Tragseil oder eine stangenförmige Trageinrichtung an der Tragkonstruktion gehalten ist.

Für einen effizienten Betrieb der erfindungsgemäßen Schlitzwandfräse ist es nach einer Ausführungsvariante vorteilhaft, dass die Tragkonstruktion mindestens eine Führungsschiene aufweist, entlang welcher die einzelnen Fräsenmodule quer zum

Frässlitz verschiebbar gelagert sind. Die Tragkonstruktion erlaubt also nicht nur ein Verschieben der Schlitzwandfräse vertikal in einer Vortriebsrichtung, sondern auch eine Verschiebung der einzelnen Fräsenmodule quer zu dieser Vortriebsrichtung. Dies erlaubt ein effizientes Zu- und Abführen der einzelnen Fräsenmodule und eine zweckmäßige Montage und Demontage.

Grundsätzlich kann das Verschieben bei geeigneten Lagerungen von Hand erfolgen. Besonders zweckmäßig ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung, dass eine Verschiebeeinrichtung einen Verfahrentrieb zum Verschieben der Fräsenmodule aufweist. Dies kann etwa ein Motor mit einem Ritzel sein, welches ein Verfahren etwa entlang einer Zahnstange bewirkt. Es kann auch ein Seilzugmechanismus mit Seilwinde oder ein linearer Stellzylinder oder eine sonstige geeignete Antriebseinrichtung vorgesehen sein. Der Antrieb kann vorzugsweise elektrisch oder hydraulisch betrieben sein.

Ein Verbinden der Fräsenmodule kann in grundsätzlich jeder geeigneten Weise erfolgen, welche ein möglichst schnelles Lösen und Verbinden ermöglicht. Dabei ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung besonders vorteilhaft, dass die Fräsenmodule Verbindungsflächen aufweisen, welche quer und/oder längs zu einer Längs- oder Fräsrichtung der Schlitzwandfräse gerichtet sind. Hierdurch werden möglichst großflächig Verbindungsflächen geschaffen, welche eine besonders stabile Verbindung zwischen den einzelnen Fräsenmodulen erlauben.

Besonders bevorzugt ist es dabei, dass an den Verbindungsflächen lösbare Verbindungseinrichtungen angeordnet sind. Die Verbindungseinrichtungen sind dabei sowohl mechanische Verbindungseinrichtungen, um die Fräsenmodule stabil und fest miteinander zu koppeln. Darüber hinaus können die Verbindungseinrichtungen auch Einrichtungen zum Verbinden von Versorgungsschläuchen und Leitungen, etwa für elektrische Energie und zur Datenübertragung, umfassen. Grundsätzlich können auch Schnellverbindungseinrichtungen vorgesehen sein. Diese können von Hand oder zumindest teilweise mittels entsprechend angetriebener Stellorgane, wie Stellzylinder, betrieben werden. Bevorzugt sind die Leitungen zwischen Versorgungseinheiten und Fräsenmodulen aber nicht getrennt und müssen daher beim Montieren der Fräse nicht mehr verbunden werden. Insbesondere kann jedem Frä-

senmodul eine eigene Versorgungseinheit mit direkter Leitungsverbindung zugeordnet werden.

Grundsätzlich kann die Tragkonstruktion insgesamt kompakt aus Stahlträgern aufgebaut sein, wobei die Tragkonstruktion ausschließlich am Arbeitsbereich angeordnet ist. Eine besonders effiziente Betriebsweise der Schlitzwandfräsvorrichtung kann dadurch erzielt werden, dass sich die Tragkonstruktion entlang eines Arbeitsbereiches erstreckt, in welchen nebeneinanderliegende Frässchlitze eingebracht werden. So kann nach dem Erstellen eines ersten Frässchlitzes die Schlitzwandfräse unter Demontage der einzelnen Fräsenmodule entlang der Tragkonstruktion versetzt und wieder zur Schlitzwandfräse zusammengebaut werden, um einen zweiten oder weiteren Frässchlitz am Arbeitsbereich zu erstellen. Auf diese Weise kann in effizienter Weise ein durchgehender Frässchlitz erstellt werden, wie er beispielsweise für eine Schlitz- oder Dichtwand gewünscht ist.

Die Tragkonstruktion kann grundsätzlich einzeln aus Tragelementen aufgebaut sein. Eine vorteilhafte Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Schlitzwandfräsvorrichtung kann darin gesehen werden, dass die Tragkonstruktion versetzbar oder verfahrbar ist. Die Tragkonstruktion kann dabei insgesamt oder in Teilen mittels eines Hebezeuges oder mittels einer Verfahreinrichtung, etwa eines Schreitwerkes, welche auch Teil der Tragkonstruktion sein kann, bewegt werden. Mit einer solchen mobilen Tragkonstruktion können auch längere Frässchlitze hergestellt werden, welche aus einer Vielzahl von einzelnen, nebeneinanderliegenden Schlitzen hergestellt werden.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass an der Tragkonstruktion mindestens eine Hubeinheit zum vertikalen Bewegen der Schlitzwandfräse angeordnet ist. Die Hubeinheit ist vorzugsweise als eine Windenanordnung mit einem Trageil oder als ein teleskopierbares Gestänge ausgebildet. Die Hubeinheit verfügt über einen entsprechenden Hubantrieb, etwa einen Drehantrieb. Dieser kann elektrisch oder hydraulisch betrieben sein. Die Hubeinheit selbst kann modularartig als ein leicht lösbares und verstellbares Modul an der Tragkonstruktion gelagert sein. Über mindestens eine entsprechende Umlenkrolle kann beispielsweise ein Trageil von der Windenanordnung der Hubeinheit entlang eines oberen Bereiches der Tragkonstruktion zu der Schlitzwandfräse geführt und mit dieser lösbar

verbunden sein. Die mindestens eine Umlenkrolle kann an einem Rollenschlitten drehbar gelagert sein, welcher an der Tragkonstruktion verschiebbar gelagert ist.

Weiterhin ist es nach einer Weiterentwicklung der Erfindung bevorzugt, dass an der Tragkonstruktion mindestens eine Versorgungseinheit mit mindestens einer Schlauch- und/oder Leitungstrommel angeordnet ist. Die eine oder die mehreren Versorgungseinheiten können dabei ebenfalls als leicht lösbare und verschiebbare Module an der Tragkonstruktion gelagert sein. Die Schläuche können zum Zu- und Abführen von Suspension oder von Hydraulikfluid zu der Schlitzwandfräse ausgebildet sein. Die Leitungen auf den Leitungstrommeln können zur Übertragung von elektrischer Energie, von Hydraulikfluid oder als Datenleitungen ausgebildet sein. Die Hubeinheit und die Versorgungseinheit können auch gemeinsam an einem Modul oder einer Einheit ausgebildet sein.

Die Tragkonstruktion kann grundsätzlich beliebig ausgeführt sein. Bevorzugt ist es, dass die Tragkonstruktion Vertikalstützen aufweist, auf welchen die mindestens eine Führungsschiene beabstandet zum Boden gehalten ist. Auf diese Weise können entlang einer oder mehrerer paralleler Führungsschienen die Fräsenmodule zuverlässig entlang der Tragkonstruktion verschoben und an der Arbeitsstelle montiert werden. Die einzelnen Fräsenmodule können dabei Haltepunkte zum Anbringen der Hubeinheit, insbesondere eines Trageiles aufweisen, so dass die einzelnen Fräsenmodule so in einen Leitschlitz oder aus dem gefrästen Schlitz gehoben und anschließend entlang der Tragkonstruktion verschoben werden können.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Schlitzwandfräse, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass diese aus zumindest zwei Fräsenmodulen aufgebaut ist, welche eine im Wesentlichen gleiche Höhe aufweisen. Diese Schlitzwandfräse kann vorzugsweise bei der zuvor beschriebenen Schlitzwandfräsvorrichtung eingesetzt werden. Die Schlitzwandfräse kann jedoch auch unabhängig hiervon, insbesondere von der zuvor beschriebenen Tragkonstruktion zum Einsatz kommen und beispielsweise auch an herkömmlichen Trägergeräten eingesetzt werden. Die Ausgestaltung der einzelnen Fräsenmodule mit gleicher Höhe und bei einem grundsätzlich gleichen Querschnitt erlaubt eine gute und einheitliche Transportierbarkeit der einzelnen Module.

Besonders bevorzugt ist es dabei, dass die Höhe der Fräsenmodule nicht höher als der zweifache Durchmesser der Fräsräder ist. Bei einer Schlitzwandfräse betragen die Durchmesser der Fräsräder typischerweise zwischen 0,5 m bis 2,5 m. Entsprechend erstreckt sich eine mögliche Höhe der Fräsenmodule zwischen 0,5 m und 5 m. Ein Unterschied in den Höhen der einzelnen Fräsenmodule beträgt dabei nicht mehr als 20%, insbesondere nicht mehr als 10%.

Eine besonders gute Transportierbarkeit wird nach einer Weiterbildung der Erfindung dadurch erzielt, dass die Höhe der Fräsenmodule nicht höher als 3 m ist. Damit können die Fräsenmodule zu Transportzwecken in einem Standard- oder zumindest einem sog. High-Cube-Container aufgenommen werden, welcher ohne weiteres für einen Straßentransport geeignet ist. Im Übrigen erlaubt die kompakte Höhe der erfindungsgemäßen Fräsenmodule einen Einsatz in Tunneln, Kellern oder anderen beengten Räumlichkeiten. Auch können ein oder mehrere Standard- oder High-Cube-Container als eine Umhüllung oder ein Gehäuse zum Einsatz der Schlitzwandfräse vorgesehen werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist eine Schlitzwandfräse vorgesehen, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass diese aus zumindest zwei Fräsenmodulen aufgebaut ist, welche mechanisch miteinander lösbar verbunden sind, wobei ein erstes Fräsenmodul mit den Fräsrädern unabhängig von dem zweiten Fräsenmodul direkt mit einer ersten Versorgungseinheit zur Energieversorgung verbunden ist. Auch diese erfindungsgemäße Schlitzwandfräse kann in Kombination mit der zuvor beschriebenen Schlitzwandfräsvorrichtung oder als eine Weiterbildung der zuvor genannten Schlitzwandfräse mit der im Wesentlichen gleichen Höhe der Fräsenmodule vorgesehen sein. Vorzugsweise ist diese erfindungsgemäße Schlitzwandfräse jedoch unabhängig hiervon. Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Schlitzwandfräse besteht darin, dass die mindestens zwei Fräsenmodule lediglich mechanisch zusammengesetzt werden müssen, ohne dass eine Leitungsverbindung zwischen den mindestens zwei Fräsenmodulen geschlossen werden muss. Vielmehr ist das erste Fräsenmodul mit den Fräsrädern direkt mit einer ersten Versorgungseinheit über eine Versorgungsleitung verbunden, welche direkt von der ersten Versorgungseinheit zu dem ersten Fräsenmodul führt. Grundsätzlich kann dabei das mindestens eine weitere Fräsenmodul frei von einer Energieversorgung

sein. In einem solchen Fall dient das weitere Fräsenmodul etwa als ein passiver Führungsrahmen.

Eine bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schlitzwandfräse besteht darin, dass auch das mindestens eine zweite Fräsenmodul mit einer eigenständigen Versorgungseinheit verbunden ist. Diese kann etwa zum Betätigen von Stollelementen zur Steuerung der Schlitzwandfräse im Schlitz vorgesehen sein. Eine jeweilige Versorgungsleitung von einer ersten Versorgungseinheit zu einem ersten Fräsenmodul und einer zweiten Versorgungseinheit zu einem zweiten Fräsenmodul kann dabei an den gegenüberliegenden Schmalseiten der Schlitzwandfräse angeordnet sein.

Weiter ist nach der Erfindung ein Verfahren zum Fräsen eines Frässchlitzes im Boden mit der vorbeschriebenen Schlitzwandfräsvorrichtung oder einer der Schlitzwandfräsen vorgesehen, insbesondere bei welchen eine Tragkonstruktion mit einer Führungseinrichtung angeordnet wird, und eine Schlitzwandfräse an der Tragkonstruktion angeordnet und in einer vertikalen Richtung in den Boden abgesenkt wird, wobei in einem Arbeitsbereich Bodenmaterial abgefräst und so der Frässchlitz gebildet wird, wobei die Schlitzwandfräse aus mindestens zwei Fräsenmodulen aufgebaut wird, welche getrennt voneinander mittels der Führungseinrichtung zu dem Arbeitsbereich zugeführt und an dem Arbeitsbereich zum Bilden der Schlitzwandfräse miteinander verbunden werden. Mit diesem Verfahren können auch Bodenschätze abgebaut werden, die sich unterhalb eines hierfür erstellten sogenannten Mikrotunnels befinden.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können die zuvor beschriebenen Vorteile erzielt werden. Grundsätzlich kann die Schlitzwandfräse dann in umgekehrter Weise wieder aus dem erstellten Frässchlitz gezogen und demontiert werden.

Eine besonders vorteilhafte Verfahrensvariante der Erfindung kann darin gesehen werden, dass mindestens zwei nebeneinanderliegende Frässchlitzes erstellt werden, wobei nach dem Erstellen eines ersten Frässchlitzes die Schlitzwandfräse aus dem ersten Frässchlitz unter Trennung der Fräsenmodule rückgezogen wird, und dass zum Bilden eines weiteren Frässchlitzes die Fräsenmodule entlang der Führungseinrichtung verfahren und wieder zu der Schlitzwandfräse verbunden werden, die

anschließend unter Abfräsen von Bodenmaterial in den Boden abgesenkt wird. Mit diesem Verfahren können auch bei beengten Raumverhältnissen mehrere Fräschlitze bei guter Fräsenführung und bei relativ großen Frästiefen effizient hergestellt werden. In Sinne der Erfindung müssen die nebeneinanderliegenden Fräschlitze nicht direkt angrenzende nebeneinander liegen. Es kann sich beispielsweise auch um Primär- oder Sekundärfräschlitze beim Herstellen einer Schlitzwand im Pilgerschnittverfahren handeln. Die einzelnen Verfahrensschritte können dabei beliebig wiederholt werden, wobei gegebenenfalls die Tragkonstruktion mit der Führungseinrichtung mit dem Arbeitsfortschritt entlang des Arbeitsbereiches zu verstellen oder zu verfahren ist.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass zum Bilden einer Schlitzwand im Boden der mindestens eine Fräschlitz mit einer abbindbaren Suspension verfüllt wird, welche zu der Schlitzwand aushärtet. Das Verfüllen mit einer abbindbaren Suspension kann bereits beim Fräsen in einem sogenannten Einphasenverfahren erfolgen oder durch einen abschließenden Austausch einer Stützsuspension durch eine abbindbare Suspension in einem sogenannten Zweiphasenverfahren.

Zum Herstellen der abbindbaren Suspension kann zumindest ein Teil des abgefrästen Bodenmaterials verwendet werden, welches unmittelbar im Schlitz oder in einer Aufbereitungsanlage außerhalb des Fräschlitzes mit einer abbindbaren Flüssigkeit zum Bilden der abbindbaren Suspension vermischt wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen weiter beschrieben, welche schematisch in den Zeichnungen dargestellt sind. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Schlitzwandfräsvorrichtung;
- Fig. 2 eine Vorderansicht der Schlitzwandfräsvorrichtung von Fig. 1;
- Fig. 3 eine Seitenansicht der Schlitzwandfräsvorrichtung von Fig. 2;
- Fig. 4 eine Draufsicht auf die Schlitzwandfräsvorrichtung nach den Figuren 1 bis 3;

- Fig. 5 eine perspektivische Ansicht einer Tragkonstruktion der erfindungsgemäßen Schlitzwandfräsvorrichtung nach Fig. 1;
- Fig. 6 eine perspektivische vergrößerte Darstellung eines ersten Fräsenmoduls der Schlitzwandfräsvorrichtung von Fig. 1;
- Fig. 7 eine perspektivische vergrößerte Ansicht eines zweiten Fräsenmoduls der Schlitzwandfräsvorrichtung von Fig. 1;
- Fig. 8 eine perspektivische Ansicht eines Verschiebeschlittens für eine erfindungsgemäße Schlitzwandfräsvorrichtung;
- Fig. 9 eine perspektivische Ansicht einer Versorgungseinheit mit Schlauchtrommeln für eine erfindungsgemäße Schlitzwandfräsvorrichtung;
- Fig. 10 eine perspektivische Ansicht einer anderen Versorgungseinheit mit Leitungstrommel für eine erfindungsgemäße Schlitzwandfräsvorrichtung;
- Fig. 11 eine Vorderansicht einer im Einsatz befindlichen erfindungsgemäßen Schlitzwandfräsvorrichtung;
- Fig. 12 eine schematische Seitenquerschnittsansicht der Schlitzwandfräsvorrichtung von Fig. 11;
- Fig. 13 eine Vorderansicht der erfindungsgemäßen Schlitzwandfräsvorrichtung von Fig. 11 mit zusammengesetzter Schlitzwandfräse;
- Fig. 14 eine Seitenansicht der Schlitzwandfräsvorrichtung von Fig. 13;
- Fig. 15 eine Vorderansicht der Schlitzwandfräsvorrichtung der Figuren 11 bis 14 bei Beginn des Fräsverfahrens; und
- Fig. 16 eine Seitenansicht der Schlitzwandfräsvorrichtung von Fig. 15.

In den Figuren 1 bis 4 ist in verschiedenen Ansichten einer erfindungsgemäßen Schlitzwandfräsvorrichtung 10 dargestellt, welche zum Einbau in einen Tunnel mit einem etwa kreisförmigen Tunnelquerschnitt ausgebildet ist. Die Schlitzwandfräs-

vorrichtung 10 nach den Figuren 1 bis 4 ist in einer Ruhe- oder Ausgangsposition dargestellt, bevor ein erfindungsgemäßes Fräsverfahren durchgeführt wird.

Die Schlitzwandfräsvorrichtung 10 weist eine gerüstartige Tragkonstruktion 20 auf, welche auch näher in Fig. 5 dargestellt ist. Die Tragkonstruktion 20 umfasst eine gitterartige Bodenauflage 21, welche aus Längs- und Querträgern aufgebaut ist. Weiterhin ist ein entsprechend gitter- oder leiterartig aufgebauter Deckenbereich 23 vorgesehen, welcher über eine Vielzahl von Vertikalstützen 22 von der Bodenauflage 21 getragen wird. Entlang des Deckenbereiches 23 sowie auch entlang der Bodenauflage 21 kann eine Führungseinrichtung 24 mit Führungsschienen 25 ausgebildet sein, deren Funktion nachfolgend noch weiter beschrieben wird. Die Längsträger sowohl der Bodenauflage 21 als auch des Deckenbereiches 23 können Führungsschienen 25 einer Verschiebeeinrichtung 26 bilden. Die jeweils paarweise angeordneten Vertikalstützen 22, welche die Bodenauflage 21 und den Deckenbereich 23 jeweils im Bereich von Querträgern verbinden, können in einem im Wesentlichen gleichmäßigen Abstand zueinander angeordnet sein. Ausnahme hiervon kann ein Fräsabschnitt 28 zum Montieren und Demontieren einer Schlitzwandfräse in einem Mittenbereich der Tragkonstruktion 20 bilden. An diesem Fräsabschnitt 28 mit einem vergrößerten Abstand der Vertikalstützen 22 zueinander ist in der Bodenauflage 21 ein Bodendurchgang 29 für die Schlitzwandfräse ausgebildet. Grundsätzlich kann zwischen allen Paaren von Vertikalstützen 22 ein solcher Bodendurchgang 29 vorgesehen sein.

Wie in den Figuren 1 bis 4 dargestellt ist, ist in dem Ruhe- oder Ausgangszustand in dem Fräsabschnitt 28 ein erstes Fräsenmodul 40 angeordnet. Das erste Fräsenmodul 40 weist einen Grundrahmen 44 mit daran angeordneten Fräsrädern 42 auf. Über den Grundrahmen 44 ist das erste Fräsenmodul 42 entlang der oberen Führungsschienen 25 in einer Längsrichtung der Tragkonstruktion 20 verschiebbar gelagert.

Seitlich neben dem ersten Fräsenmodul 40 ist ein zweites Fräsenmodul 50 mit einem Führungsrahmen 54 ebenfalls entlang der oberen Führungsschienen 25 der Verschiebeeinrichtung 26 verschiebbar gelagert. Das zweite Fräsenmodul 50 mit der darin gelagerten Antriebseinheit 52 ist an zwei Seilen 64 aufgehängt. Dabei sind die Seile 64 von einer Winde 62 einer Hubeinheit 60 entlang des oberen De-

ckenbereiches 23 bis zu einem Verschiebschlitten 27 geführt, von welchem die Seile 64 über Umlenkrollen zu dem zweiten Fräsenmodul 50 geführt und daran lösbar befestigt sind. Neben einer Hubfunktion zum Heben und Absenken einer Schlitzwandfräse kann das Seil 64 auch Teil der Verschiebeinrichtung 26 zum Längsverschieben zumindest des zweiten Fräsenmoduls 50 entlang der oberen Führungsschienen 25 sein.

Bei der dargestellten Schlitzwandfräsvorrichtung 10 gemäß den Figuren 1 bis 4 ist in Bezug auf den Fräsabschnitt 28 linken Seite der Tragkonstruktion 20 eine erste Versorgungseinheit 80 mit einer drehbaren Leitungstrommel 82 für mehrere Leitungen 84 an einem ersten Tragschlitten 86 verschiebbar gelagert. Die Leitungen 84 können für elektrischen Strom als Datenleitungen oder auch zur Zuführung von hydraulischer Energie oder von Druckluft zu dem ersten Fräsenmodul 40 mit den Fräsrädern 42 ausgebildet sein. Der erste Tragschlitten 86 ist in der dargestellten Ausführungsform entlang sowohl der Führungsschienen 25 am Deckenbereich 23 als auch von Führungsschienen 25 der Bodenaufgabe 21 längs verschiebbar und feststellbar gelagert. Die erste Versorgungseinheit 80 ist direkt mit dem ersten Fräsenmodul 40 verbunden.

Auf der rechten Seite ist eine zweite Versorgungseinheit 70 mit einer Schlauchtrommel 72 und einer Leitungstrommel 73 dargestellt, welche in einem zweiten Tragschlitten 76 drehbar gelagert sind. Der zweite Tragschlitten 76, an welchem auch zwei Windentrommeln der Winde 62 drehbar gelagert sind, kann entlang der Führungsschienen 25 am oberen Deckenbereich 23 längs verschoben und festgestellt werden. Die zweite Versorgungseinheit 70 dient zur direkten Versorgung des zweiten Fräsenmoduls 50.

In den Figuren 1 bis 4 ist eine Schlauchleitung 74 der Schlauchtrommel 72 dargestellt. Die Schlauchleitung 74 kann zur Abführung von abgefrästem Bodenmaterial mit Stützflüssigkeit ausgebildet sein. Weitere Leitungen 75 an der Leitungstrommel 73 können elektrische Leitungen für Steuerungs- oder Meßsignale oder zur Zu- und Abführung von Hydraulikfluid ausgebildet sein. Die weitere Zu- und Abführung der Medien in und aus der Tragkonstruktion 20 erfolgt in üblicher Weise mittels Leitungen und Schläuchen und ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

Das erste Fräsenmodul 40 ist in Fig. 6 näher dargestellt. An einem im Querschnitt etwa U-förmigen Grundrahmen 44 sind zwei Paare von Fräsrädern 42 drehbar gelagert. Je zwei Fräsräder 42 sind dabei an einem mittigen Frässchild 43 drehbar gelagert, welches an einer Unterseite des Grundrahmens 44 angebracht ist. Die Fräsräder 42 sind in grundsätzlich bekannter Weise an ihrer Außenseite mit Abtragszähnen zum Abtragen von Bodenmaterial versehen.

Zwischen den beiden Paaren von Fräsrädern 42, welche gegensinnig zur Mitte drehen, ist ein Absaugstutzen 45 zum Absaugen des abgefrästen Bodenmaterials mit umgebender Stütz- oder Fräsflüssigkeit vorgesehen. An dem Grundrahmen 44 ist für jedes Paar von Fräsrädern 42 ein Fräsantrieb 46 angebracht. Grundsätzlich könnte der Antrieb auch in die Fräsräder 42 integriert sein. Weiterhin sind vertikale und horizontale Flächen an dem Grundrahmen 44 als erste Verbindungsfläche 48 vorgesehen, wobei Durchgangsbohrungen 49 für Bolzenverbindungen vorgesehen sein können. Aufnahmen 41 dienen der Verbindung mit der ersten Versorgungseinheit 80, wie im Zusammenhang mit der Figur 10 näher erläutert wird.

Gemäß Fig. 7 ist ein zweites Fräsenmodul 50 dargestellt, welches aus einem kastenförmigen Führungsrahmen 54 besteht. Der Führungsrahmen 54 entspricht in seinem Querschnitt etwa dem Fräsquerschnitt des ersten Fräsenmodules 40, so dass sich die Schlitzwandfräse durch den Führungsrahmen 54 im Frässchlitz selbst führt. Für eine Positionskorrektur sind in grundsätzlich bekannter Weise mittels Hydraulikzylindern ausstellbare, plattenförmige Stellelemente 56 vorgesehen, mit welchen eine gewisse Lageverstellung gegenüber den Wänden des Frässchlitzes ermöglicht wird.

Am Führungsrahmen 54 sind zweite Verbindungsflächen 58 vorgesehen, welche eine positionsgenaue Verbindung mit den ersten Verbindungsflächen 48 am ersten Fräsenmodul 40 ermöglichen. Innerhalb des Führungsrahmens 54 ist eine Antriebseinheit 52 angebracht, welche als eine Pumpeinrichtung ausgebildet ist. An einer Oberseite des Führungsrahmens 54 ist in einem Mittenbereich eine Halteeinrichtung 55 zum Anbringen eines Tragseiles vorgesehen.

Das erste Fräsenmodul 40 und das zweite Fräsenmodul 50 können mechanisch miteinander verbunden werden.

Der zuvor erwähnte Verschiebeschlitten 27 ist in Fig. 8 näher dargestellt. Dieser weist einen Schlittenrahmen 34 auf, an dessen Außenseiten vier Führungsrollen 35 drehbar gelagert sind. Mit den Führungsrollen 35 ist der Verschiebeschlitten 27 linear an oder in den Führungsschienen 25 der Führungseinrichtung 24 an der Tragkonstruktion 20 geführt.

Die Führungsrollen 35 sind jeweils paarweise gegenüberliegend angeordnet, wobei zwischen den beiden Paaren ein Zwischenraum gebildet ist, in welchem zwei seitlich gegenüberliegende Umlenkrollen 36 für das Seil 64 zum Halten des zweiten Fräsenmoduls 50 und damit der Schlitzwandfräse insgesamt angeordnet sind. Mittels der Umlenkrollen 36 werden die etwa horizontal geführten Seile 64 von der Winde 62 vertikal nach unten umgelenkt. Für eine Umlenkung der Schlauchleitung 74 und der Leitungen 75 von der zweiten Versorgungseinheit 70 sind bogenförmige, etwa viertelkreisförmig ausgebildete Schlauchführungen 37 an dem Schlittenrahmen 34 angeordnet. Durch diese Schlauchführungen 37 werden die horizontal zugeführten Schlauchleitung 74 und die Leitungen 75 in eine vertikale Richtung zu der Schlitzwandfräse umgelenkt.

In Fig. 9 ist die bereits genannte zweite Versorgungseinheit 70 näher dargestellt. Diese weist einen zweiten Tragschlitten 76 auf, in welchem eine Schlauchtrommel 72 für eine große Schlauchleitung 74 für ein Fluid und eine Leitungstrommel 73 für zwei Hydraulikschläuche 75 und zwei elektrische Leitungen 75 drehbar gelagert sind. Weiterhin ist in einem hinteren Bereich des zweiten Tragschlittens 76 eine Windentrommel der Winde 62 für zwei parallel zueinander verlaufende Seile 64 drehbar gelagert. Entlang den beiden Seitenwangen des zweiten Tragschlittens 76 sind jeweils vier Führungsrollen 35 gleichmäßig verteilt angeordnet und drehbar gelagert. Mit den Führungsrollen 35 ist die zweite Versorgungseinheit 70 entlang den Führungsschienen 25 am Deckenbereich 23 der Tragkonstruktion 20 längs verschiebbar gelagert.

In ähnlicher Weise ist die erste Versorgungseinheit 80 gemäß Fig. 10 ausgebildet. Diese umfasst einen ersten Tragschlitten 86, an welchem eine Leitungstrommel 82 drehbar gelagert ist. Der erste Tragschlitten 86 ist an seinen Seitenwangen mit jeweils drei oberen Führungsrollen 35 versehen, welche entlang der Führungsschienen 25 am Deckenbereich 23 der Tragkonstruktion 20 linear geführt sind. Weiterhin

sind an einem unteren Bereich des ersten Tragschlittens 86 zwei seitliche Auflagerollen 38 drehbar gelagert, welche entlang der Führungsschienen 25 an der Bodenauflage 21 aufliegen und entlang dieser linear geführt sind.

An einer Stirnseite des ersten Tragschlittens 86 ist eine viertelkreisförmige, bogenartige Umlenkführung 88 angeordnet, mit welcher Leitungen von der Leitungstrommel 82 aus der Horizontalen in eine Vertikale in Richtung der Schlitzwandfräse umgelenkt werden können.

Verriegelungseinrichtungen 89 dienen der Verbindung mit dem ersten Fräsenmodul 40, indem diese in die Aufnahmen 41 (siehe Figur 6) am ersten Fräsenmodul 40 eingeführt werden, z. B. indem sie mittels Hydraulikzylindern horizontal ausgefahren werden. Über eine Hubeinrichtung 90, die z. B. einen oder zwei Hydraulikzylinder umfassen kann, kann damit das erste Fräsenmodul 40 in den Führungsschlitz abgesenkt bzw. nach Fertigstellung des Schlitzes wieder angehoben werden.

Im Zusammenhang mit den Figuren 11 bis 16 wird der Einsatz einer erfindungsgemäßen Schlitzwandfräsvorrichtung 10 und eine Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Fräsen eines Frässchlitzes unter beengten räumlichen Verhältnissen näher erläutert.

In Fig. 11 ist dabei die Anordnung einer erfindungsgemäßen Schlitzwandfräsvorrichtung 10 in einer Tunnelröhre 5 im Boden dargestellt, welche in der Teilquerschnittsansicht gemäß Fig. 12 einen kreisförmigen Tunnelquerschnitt hat. Vor dem Einbringen der Schlitzwandfräsvorrichtung 10 in die Tunnelröhre 5 wird dabei in grundsätzlich bekannter Weise am Boden der Tunnelröhre 5 ein Führungsschlitz 6 mit festen Leitwänden 7 erstellt. Die Leitwände 7 können betoniert oder durch eingesetzte Leitelemente aus Beton oder Stahl gebildet sein. Der Führungsschlitz 6 kann eine Tiefe zwischen 1 m bis 5 m aufweisen und wird in grundsätzlich bekannter Weise etwa durch einen Bagger oder mittels einer Schwertfräse erstellt. Der Führungsschlitz 6 dient in grundsätzlich bekannter Weise zu einem anfänglichen Führen der Schlitzwandfräse entlang der Leitwände 7. Für das erfindungsgemäße Verfahren dient der Führungsschlitz zusätzlich als ein Montageraum zum Montieren und Verbinden des ersten Fräsenmodules 40 mit dem zweiten Fräsenmodul 50, wie nachfolgend näher erläutert wird.

Die in die Tunnelröhre 5 eingesetzte Schlitzwandfräsvorrichtung entspricht der zuvor beschriebenen Schlitzwandfräsvorrichtung 10 und weist als wesentliche Komponenten eine gerüstartige Tragkonstruktion 20 auf, in welcher ein erstes Fräsenmodul 40, ein zweites Fräsenmodul 50 sowie eine erste Versorgungseinheit 80 und eine zweite Versorgungseinheit 70 linear verschiebbar geführt und gehalten sind. Die Tragkonstruktion 20 ist an die Tunnelröhre 5 angepasst, wobei sich eine Bodenauflage 21 am Boden der Tunnelröhre 5 und ein Deckenbereich 23 der Tragkonstruktion 20 an einer Decke der Tunnelröhre 5 abstützt. Es ist auch möglich, dass die Schlitzwandfräsvorrichtung 10 sich nicht an der Decke, sondern nur am Boden abstützt. Die Tunnelröhre 5 kann einen Durchmesser von etwa 2 m bis 6 m aufweisen. Bei einem entsprechend großen Tunnelquerschnitt ist auch eine seitliche Abstützung der Schlitzwandfräsvorrichtung 10 denkbar, ohne dass dies den seitlichen Freiraum, der z. B. als Transportweg benutzt werden kann, einschränkt.

In einem ersten Verfahrensschritt gemäß Fig. 13 wird das erste Fräsenmodul 40 mit den Fräsrädern 42 über die Verriegelungseinrichtung 89 mit der ersten Versorgungseinheit 80 verbunden und anschließend mittels der Hubeinrichtung 90 in den vorgefertigten Führungsschlitz 6 zumindest teilweise abgesenkt, so dass das zweite Fräsenmodul 50 entlang der Tragkonstruktion 20 über das erste Fräsenmodul 40 geschoben werden kann. Dabei kann die zweite Versorgungseinheit 70 entsprechend dem zweiten Fräsenmodul 50 verschoben und nachgeführt werden. In dieser Position gemäß den Figuren 13 und 14 kann das erste Fräsenmodul 40 mit dem zweiten Fräsenmodul 50 zum Bilden der einsatzfähigen Schlitzwandfräse 30 zusammengesetzt und verbunden werden, welche in den Figuren 15 und 16 dargestellt ist.

Nachdem die mechanischen Verbindungen zwischen den beiden Fräsenmodulen 40, 50 hergestellt sind, kann eine Verriegelung zwischen dem ersten Fräsenmodul 40 und der ersten Versorgungseinheit 80 über die Verriegelungseinrichtung 89 gelöst werden. Anschließend kann die Schlitzwandfräse 30 unter Drehbewegung der Fräsräder 42 über das Tragseil 64 in den Boden abgelassen und Bodenmaterial zum Bilden des Frässchlitzes abgetragen werden. An der Schlitzwandfräse 30 sind grundsätzlich auch die Schlauchleitung 74 und die Leitungen 75 von der zweiten Versorgungseinheit 70 anschliessbar, während die Leitungen 84 von der ersten

Versorgungseinheit 80 fest angeschlossen sind. Allerdings ist es bevorzugt, dass die Leitungen zwischen der ersten Versorgungseinheit 80 und dem ersten Fräsenmodul 30 sowie die Leitungen zwischen der zweiten Versorgungseinheit 70 und dem zweiten Fräsenmodul jeweils fest angeschlossen sind und beim Aufbau nicht mehr verbunden werden müssen. Das abgefräste Bodenmaterial kann über den Absaugstutzen 45 mittels der als Pumpeinrichtung ausgebildeten Antriebseinheit 52 abgepumpt und mittels der Schlauchleitung 74 nach außerhalb des Frässlitzes in die Tunnelröhre 5 und von dieser nach außerhalb der Tunnelröhre 5 abgeführt werden.

Nach Erreichen einer gewünschten Endtiefe kann die Schlitzwandfräse 30 wieder nach oben rückgezogen und in umgekehrter Weise demontiert werden. Nach einem Versetzen der Schlitzwandfräsvorrichtung 10 mit der Tragkonstruktion 20 insgesamt oder durch lineares Verschieben der Fräsenmodule 40, 50 entlang der Tragkonstruktion 20 zu einem neuen Arbeitsbereich kann dann der Montageschritt zum erneuten Montieren der Schlitzwandfräse 30 und zum erneuten Durchführen eines Fräsens eines Schlitzes wiederholt werden.

Die Tragkonstruktion 20 kann nicht nur als ein Teil ausgebildet sein, wie in dem vorausgegangenen Ausführungsbeispiel dargestellt, sondern auch mehrteilig aus mehreren Komponenten, welche voneinander beabstandet sind oder über Schwenkgelenke miteinander verbunden sind. Zur Steuerung der Schlitzwandfräse 30 kann ein Steuerstand vorgesehen sein, welcher vorzugsweise an der Tragkonstruktion 20 oder im Bereich der Schlitzwandfräse 30 selbst vorgesehen ist. Grundsätzlich kann die Schlitzwandfräse 30 auch ohne eine Absaugeinrichtung unmittelbar an der Schlitzwandfräse 30 ausgebildet sein. Eine entsprechende Absaugeinrichtung kann dabei im Bereich der Tragkonstruktion 20 angeordnet sein. Alternativ kann eine Absaugvorrichtung, insbesondere eine Pumpe, am ersten Fräsenmodul 40 mit den Fräsrädern 42 oder an dem zweiten Fräsenmodul 50 unmittelbar oberhalb der Fräsräder 42 angeordnet sein.