

BODENBEARBEITUNGSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ERSTELLEN EINES IM WESENTLICHEN VERTIKALEN LOCHS IM BODEN

Die Erfindung betrifft eine Bodenbearbeitungsvorrichtung zum Erstellen eines im Wesentlichen vertikal verlaufenden Lochs im Boden, welches mit einer Stützflüssigkeit versehen ist, mit einem Grundkörper, einer Verbindungseinrichtung, welche an einem oberen Endbereich des Grundkörpers angeordnet ist, und einer Bodenabtragseinrichtung und/oder einer Bodenverdrängungseinrichtung, welche an einem unteren Endbereich des Grundkörpers angeordnet ist, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Erstellen eines im Wesentlichen vertikalen Lochs im Boden mit einer solchen Bodenbearbeitungsvorrichtung gemäß dem Anspruch 13.

Beispielsweise zur Erstellung von Gründungspfählen im Boden ist es bekannt, mit einem Bodenbearbeitungswerkzeug, etwa einem Bohreimer, ein Loch im Boden zu erstellen. Abhängig von der Art des umgebenden Bodens kann die Bohrung als eine verrohrte oder unverrohrte Bohrung hergestellt werden. Insbesondere im Falle einer unverrohrten Bohrung ist eine Stützflüssigkeit vorzusehen, welche das Bohrloch gegen ein Kollabieren abstützt.

Beim Einsatz eines Bohreimers ist ein diskontinuierliches Bohren durchzuführen. Beim Abbohren füllt sich der Bohreimer mit abgetragenen Bodenmaterial, bis er vollständig

oder zumindest weitgehend gefüllt ist. Sodann ist der Bohreimer aus dem mit Flüssigkeit gefüllten Loch herauszuziehen, wobei über der Oberfläche ein Bohrgerät zu einer Entleerposition schwenkt, an welcher der Bohreimer entleert werden kann. Anschließend wird der Bohreimer zurückgeschwenkt und wieder in das Bohrloch eingefahren, um einen weiteren Bohrschritt durchzuführen.

Bei der Erstellung eines Lochs im Boden, welches mit einer Stützflüssigkeit befüllt ist, besteht das Problem, dass beim Rückziehen der Bodenbearbeitungsvorrichtung unterhalb der Bodenbearbeitungsvorrichtung im Loch ein Unterdruck entstehen kann. Wird dieser Unterdruck zu groß, kann Bodenmaterial von den Seitenwänden in das Loch stürzen. Dieses eingestürzte Bodenmaterial bedeutet nicht allein eine zusätzliche Arbeit, um dieses aus dem Loch zurückzuholen. Vielmehr besteht bei einem derartigen Einstürzen die Gefahr eines sogenannten Grundbruches, wobei durch das in das Loch eingestürzte Material der umgebende Boden derart geschwächt und destabilisiert wird, dass es zu größeren Setzungenbewegungen im Umgebungsbereich des Lochs kommt. Hierdurch können bestehende Baukörper beschädigt oder auch Baumaschinen zum Umsturz gebracht werden. Ein Grundbruch stellt eine erhebliche Gefahr für Menschen und Gegenstände dar, so dass umfassende Vorkehrungen gegen einen solchen Grundbruch zu treffen sind.

Zur Vermeidung einer solchen Gefahr durch Entstehung eines Unterdrucks unter eine Bodenbearbeitungsvorrichtung bei einem Ziehen nach oben ist es bekannt, die Rückzugsgeschwindigkeit des Bodenbearbeitungswerkzeuges gering zu halten, so dass ein ausreichender Druckausgleich zwischen der Oberseite und der Unterseite der Bodenbearbeitungsvorrichtung im Loch erfolgen kann.

Darüber hinaus besteht bei einem diskontinuierlichen Verfahren zur Erstellung eines Lochs etwa mit einem Bohreimer das Problem, dass eine korrekte Füllung des Bohreimers nur schwer zu kontrollieren ist. Denn beim Abbohren in den Boden weist das abgetragene Bodenmaterial häufig ein anderes Volumen auf, als der anstehende feste Boden.

Wird ein Bohreimer bei einem Bohrschritt nicht hinreichend befüllt, sind zusätzliche Bohrschritte notwendig. Dies bedeutet einen zusätzlichen Zeit- und Kostenaufwand. Wird hingegen der Bohreimer überfüllt, kann das Bodenmaterial im Bohreimer so stark

verdichtet werden, dass es beim Entleeren durch Aufklappen des Bodens nicht selbstständig aus dem Bohreimer fällt. Es sind dann zusätzliche manuelle Vorgänge zum Entleeren und Reinigen des Bohreimers notwendig. Auch dies bedeutet einen zusätzlichen Zeit- und Kostenaufwand.

Der Erfindung liegt die **A u f g a b e** zugrunde, eine Bodenbearbeitungsvorrichtung und ein Verfahren anzugeben, mit welchen in besonders effizienter Weise ein Loch im Boden erstellt werden kann.

Die Aufgabe wird zum einen durch eine Bodenbearbeitungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die erfindungsgemäße Bodenbearbeitungsvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass an einem unteren Bereich des Grundkörpers eine erste Druckmesseinrichtung zum Messen eines ersten Umgebungsdrucks angeordnet ist und dass an einem oberen Bereich des Grundkörpers, welcher von dem unteren Bereich vertikal beabstandet ist, eine zweite Druckmesseinrichtung zum Messen eines zweiten Umgebungsdrucks angeordnet ist.

Eine Grundidee der Erfindung kann darin gesehen werden, an einem Grundkörper einer Bodenbearbeitungsvorrichtung mindestens zwei Druckmesseinrichtungen vorzusehen. Die Druckmesseinrichtungen sind dabei so angeordnet, dass sich diese im Bohrloch an einem unteren Bereich des Grundkörpers sowie an einem oberen Bereich des Grundkörpers befinden. Auf diese Weise kann ein erster Umgebungsdruck in einem unteren Bereich des Grundkörpers und beabstandet dazu ein zweiter Umgebungsdruck an einem oberen Bereich des Grundkörpers im Bohrloch gemessen werden. Aufgrund der festen Beabstandung der beiden Druckmesseinrichtungen muss sich bei einem Vergleich der beiden gemessenen Umgebungsdrücke eine im Wesentlichen konstante Druckdifferenz ergeben, welche von der Konsistenz der Stützflüssigkeit abhängt. Abweichungen zu dieser Druckdifferenz oder zwischen den Messungen der beiden Druckmesseinrichtungen ermöglichen Aussagen etwa darüber, dass sich ein Unterdruck unter der Bodenbearbeitungsvorrichtung ausbildet oder eine Befüllung

des Grundkörpers zunimmt oder abnimmt. Die Werte oder Daten der Druckmeseinrichtungen können daher für einen sicheren und effizienten Betrieb der Bodenbearbeitungsvorrichtung eingesetzt werden.

Grundsätzlich können die Druckmeseinrichtungen beliebig ausgebildet sein, etwa als elektronische Drucksensoren. Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass die erste Druckmeseinrichtung und/oder die zweite Druckmeseinrichtung mindestens einen hohlen Messkörper aufweisen, welcher mit einem Messfluid befüllt ist. Der Messkörper kann dabei ein Rohrkörper oder ein aus Rohrkörpern zusammengesetzter Messkörper sein. Als Messfluid kann eine Flüssigkeit oder ein Gas vorgesehen sein. Bevorzugt wird Wasser oder ein Öl als Messfluid verwendet. Mit dem Messfluid können so eine oder mehrere Sensoreinrichtungen geschützt in Verbindung stehen.

Eine besonders gute Druckmessung kann nach einer Weiterentwicklung der Erfindung dadurch erzielt werden, dass der Messkörper mindestens eine flexibel Messfläche aufweist, welche mit der Umgebung in Kontakt steht. Die Messfläche kann eine Folie, eine Membran oder ein fluiddichtes Gewebe sein, durch welches ein äußerer Umgebungsdruck durch die Stützflüssigkeit oder das Bodenmaterial auf das Messfluid übertragen werden kann. Die Messfläche kann gegebenenfalls durch eine Schutzeinrichtung, gegebenenfalls eine Schutzhülle mit einer Perforation, etwa durch ein Gitter, geschützt sein.

Grundsätzlich kann der Messkörper als ein beliebiger hohler Körper gestaltet sein. Besonders effizient ist es, dass der Messkörper röhrenförmig ausgebildet ist. Der Messkörper kann dabei aus röhrenförmigen Standardmaterialien hergestellt werden. Der röhrenförmige Messkörper kann einen kreisringförmigen Querschnitt oder einen Vierkant- oder sonstigen polygonalen Querschnitt aufweisen.

Für eine besonders aussagekräftige Druckmessung an einem Höhenbereich des Bodenbearbeitungswerkzeuges ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung vorteilhaft, dass der Messkörper im Wesentlichen horizontal angeordnet ist. Vorzugsweise kann sich der Messkörper horizontal teilweise oder insgesamt um den Umfang der Bodenbearbeitungsvorrichtung strecken, so dass eine zuverlässige Druckmessung erfolgen

kann. Horizontal im Sinne der Erfindung bedeutet eine Ausrichtung etwa senkrecht zur Längsachse des Bodenbearbeitungswerkzeuges und zur Bohrrichtung.

Grundsätzlich kann die Erfindung durch zwei oder mehr separate Druckmesseinrichtungen verwirklicht werden, welche auch elektronische Sensoren aufweisen können. Eine besonders effiziente Messanordnung besteht nach einer Ausführungsvariante der Erfindung darin, dass die erste Druckmesseinrichtung und die zweite Druckmesseinrichtung über eine Verbindungsleitung in fluidischer Verbindung stehen und dass an der Verbindungsleitung eine Sensoreinrichtung angeordnet ist, mit welcher ein Druckunterschied zwischen einem ersten Druck an der ersten Druckmesseinrichtung und einem zweiten Druck an der zweiten Druckmesseinrichtung erfassbar ist. Der Druckunterschied kann dabei alternativ oder vorzugsweise ergänzend zu den zwei Einzeldruckmessungen erfasst werden. Ein unmittelbares Messen eines Druckunterschiedes lässt eine besonders zuverlässige Aussage darüber zu, ob sich beispielsweise ein Unterdruck am unteren Ende der Bodenbearbeitungsvorrichtung aufbaut, wie er beispielsweise bei einem zu schnellen Ziehen der Bodenbearbeitungsvorrichtung aus dem Loch entstehen kann.

Grundsätzlich kann die Bodenbearbeitungsvorrichtung in einer beliebigen Weise ausgebildet sein. Bevorzugt ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung, dass die Bodenbearbeitungsvorrichtung als ein Abtragsbohrwerkzeug, ein Verdrängerbohrwerkzeug oder eine Schlitzwandfräse ausgebildet ist. Ein Abtragsbohrwerkzeug weist an seiner Unterseite materialabtragende Abtrags Elemente auf, etwa Schneidzähne, Meißel oder Rollenmeißel. Das Bohrwerkzeug kann ein Bohreimer, eine Bohrschnecke oder insbesondere ein anderes diskontinuierlich arbeitendes Bohrwerkzeug sein. Weiter kann die Bodenbearbeitungsvorrichtung als ein Verdrängerbohrwerkzeug ausgebildet sein. Ein Verdrängerbohrwerkzeug weist dabei mindestens eine Verdrängerfläche auf, welche bei einem drehenden Antrieb anstehendes oder abgetragenes Bodenmaterial im Wesentlichen radial in die Bohrlochwandung verdrängt. Es kann auch eine Kombination zwischen Abtragsbohrwerkzeug und Verdrängerbohrwerkzeug vorgesehen sein. Darüber hinaus kann die Bodenbearbeitungsvorrichtung auch eine Schlitzwandfräse sein, die mindestens ein oder vorzugsweise mehrere Fräsräder am unteren Ende aufweist, welche drehend um quer zur Vortriebsrichtung gerichtete Drehachsen angetrieben werden.

Mittels einer Schlitzwandfräse kann ein Loch oder Frässchlitz auch mit einem eckigen Querschnitt erstellt werden. Beim Ziehen einer Schlitzwandfräse besteht grundsätzlich ebenfalls die Gefahr eines Grundbruchs bei einem zu schnellen Ziehen ohne ausreichenden Druckausgleich zwischen der Oberseite und der Unterseite der Schlitzwandfräse.

Die Erfindung umfasst weiterhin ein Bodenbearbeitungsgerät, welches zum Erstellen eines Lochs im Boden mit der zuvor beschriebenen Bodenbearbeitungsvorrichtung versehen ist, welche vertikal verstellbar und antreibbar angeordnet ist.

Vorzugsweise weist ein derartiges Bodenbearbeitungsgerät eine Trägereinheit mit einem Oberwagen auf, welcher auf einem verfahrbaren Unterwagen drehbar gelagert ist. Der Unterwagen kann insbesondere ein Raupenfahrwerk aufweisen. Das Bodenbearbeitungsgerät kann insbesondere ein Bohrgerät oder eine Schlitzwandfräsvorrichtung mit Trägereinheit sein. An dem Oberwagen ist vorzugsweise ein im Wesentlichen vertikal gerichteter Mast angeordnet, entlang welchem die Bodenbearbeitungsvorrichtung vertikal verstellbar gelagert ist.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist es bevorzugt, dass eine Steuereinheit vorgesehen ist, welche mit der ersten Druckmesseinrichtung, der zweiten Druckmesseinrichtung und/oder der Sensoreinrichtung in Datenverbindung steht. Die Steuereinheit kann dabei Druckverläufe dokumentieren und/oder abhängig von den ermittelten Werten und Daten eine Steuerung des Bearbeitungsgerätes vornehmen.

Besonders bevorzugt ist es dabei, dass die Steuereinheit ausgebildet ist, eine Vertikalbewegung und/oder einen Drehantrieb der Bodenbearbeitungsvorrichtung abhängig von Daten zu steuern, welche von der ersten Druckmesseinrichtung, der zweiten Druckmesseinrichtung und/oder der Sensoreinrichtung übertragen werden. Wird beispielsweise ein Anstieg der Druckdifferenz zwischen den zwei Druckmesseinrichtungen festgestellt, kann dies ein Hinweis auf den Aufbau eines Unterdrucks an der Bodenbearbeitungsvorrichtung sein. In diesem Fall kann eine Vertikalbewegung, etwa beim Ziehen der Vorrichtung aus dem Loch gestoppt oder soweit reduziert werden, bis sich wieder eine Druckdifferenz unter einem vorgegebenen Grenzwert einstellt. In gleicher Weise kann ein Drehantrieb etwa bei einem Bohrgerät oder ein Drehantrieb an Fräsrädern abhängig von den Druckwerten verändert werden, wobei beispielsweise

Druckwerte ein Maß dafür sein können, wie viel und insbesondere ob zu viel oder zu wenig Bodenmaterial abgetragen wird.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsgerätes kann darin bestehen, dass die Steuereinheit ausgebildet ist, basierend auf den Daten zum Druck an der Bodenbearbeitungsvorrichtung einen Füllgrad zu bestimmen. Steigt beispielsweise bei einem Bohreimer die Befüllung des Bohreimers mit Füllmaterial, kann dies an den ermittelten Druckwerten, insbesondere an der unteren ersten Druckmesseinrichtung, festgestellt werden. Grundsätzlich steigt der Druck an der unteren Druckmesseinrichtung mit zunehmendem Füllgrad und damit mit einer zunehmenden Auflast an abgetragenen Bodenmaterial.

Wird dabei ein bestimmter Grenzwert erreicht, kann dies als ein Anzeichen dafür angesehen werden, dass ein ausreichender Füllgrad für einen Bohreimer erreicht ist. Alternativ oder ergänzend kann bei einer vollständigen Füllung eines Bohreimers bei einem weiterlaufenden Bohrantrieb festgestellt werden, dass sich keine oder eine andere Veränderung des Druckunterschiedes zwischen den beiden Druckmesseinrichtungen ergibt. Dies kann als ein Anzeichen dafür gesehen werden, dass ein bestimmter vollständiger Füllgrad bei einer Bodenbearbeitungsvorrichtung mit einem Aufnahmeaum gegeben ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, dass das Loch beim Erstellen mit einer Stützflüssigkeit befüllt wird und mittels der ersten Druckmesseinrichtung ein erster Umgebungsdruck in einem unteren Bereich der Bodenbearbeitungsvorrichtung und mittels der zweiten Druckmesseinrichtung ein zweiter Umgebungsdruck in einem oberen Bereich der Bodenbearbeitungsvorrichtung gemessen werden. Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere mit der zuvor beschriebenen Bodenbearbeitungsvorrichtung beziehungsweise mit dem zuvor beschriebenen Bodenbearbeitungsgerät ausgeführt werden. Es können dabei die zuvor beschriebenen Vorteile erzielt werden.

Eine vorteilhafte Verfahrensvariante besteht darin, dass die erste Druckmesseinrichtung mit der zweiten Druckmesseinrichtung über eine Verbindungsleitung fluidisch verbunden wird und dass an der Verbindungsleitung eine Sensoreinrichtung angeordnet ist, mit welcher ein Druckunterschied zwischen einem ersten Druck an der ersten

Druckmesseinrichtung und ein zweiter Druck an der zweiten Druckmesseinrichtung erfasst wird. Mit der Sensoreinrichtung kann dabei in effizienter Weise unmittelbar ein Druckunterschied zwischen den beiden Druckmesseinrichtungen erfasst werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels weiter beschrieben, welches schematisch in den beigefügten Zeichnungen dargestellt ist. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Teils einer erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsvorrichtung; und
- Fig. 2 ein Detail der Bodenbearbeitungsvorrichtung von Fig. 1 betreffend eine Druckmessenanordnung.

Eine erfindungsgemäße Bodenbearbeitungsvorrichtung 10, welche als ein Bohreimer ausgebildet ist, wird im Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2 erläutert. Bei der Bodenbearbeitungsvorrichtung 10 ist aus Gründen der Übersichtlichkeit ein rohrförmiges Gehäuse weggelassen, welches einen Grundkörper 12 umgibt. An der Unterseite des Grundkörpers 12 ist ein Boden 14 angeordnet, welcher an seiner Unterseite eine Bodenabtragseinrichtung 30 aufweist. Über eine nicht dargestellte Öffnung im Boden kann abgetragenes Bodenmaterial in einen inneren Aufnahmeraum am Grundkörper 12 aufgenommen werden. Der Boden 14 ist um eine horizontal gerichtete Schwenkachse 15 schwenkbar gelagert. So kann der Boden 14 zum Entleeren des Bohreimers nach unten aufgeschwenkt werden.

Das Gehäuse um den Grundkörper 12 wird nach oben durch eine Deckplatte 18 abgeschlossen, auf welcher eine Verbindungseinrichtung 20 zum Verbinden mit einem Bohrgestänge angebracht ist. Die Verbindungseinrichtung 20 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als eine sogenannte Kellybox ausgebildet, welche ein vierkantförmiges Ende eines Bohrgestänges aufnehmen kann. Durch quer gerichtete Riegelbolzen kann so ein Bohrgestänge drehfest in der hülsenförmigen Verbindungseinrichtung 20 aufgenommen und befestigt werden.

Gemäß der Erfindung ist die Bodenbearbeitungsvorrichtung 10 mit einer Druckmessenanordnung 40 versehen, welche eine erste Druckmesseinrichtung 41 an einem unteren Bereich des Grundkörpers 12 und eine zweite Druckmesseinrichtung 42 an

einem oberen Bereich des Grundkörpers 12 aufweist. Die untere erste Druckmesseinrichtung 41 weist einen ersten hohlen Messkörper 45a auf, welcher ringförmig aus drei röhrenförmigen Elementen aufgebaut ist. Das nach außen weisende äußere Messelement ist bogenförmig entsprechend einem Außenumfangsradius des Grundkörpers 12 ausgebildet. Insbesondere an einer Innenseite des ersten hohlen Messkörpers 45a kann eine flexible Messfläche 48 angeordnet sein, welche sich entsprechend einem Außendruck durch anstehende Stützflüssigkeit eventuell mit abgetragenen Bodenmaterial verformt und so einen Außendruck auf ein inneres Messfluid überträgt.

Der erste hohle Messkörper 45a ist dabei parallel zum horizontalen Boden 14 ausgebildet und kann über eine Aussparung im Boden 14 mit einer Außenseite oder einer Außenumgebung in Kontakt stehen. Eine entsprechende Aussparung ist auch in der Deckplatte 18 ausgebildet, wobei durch eine Innenwand 16 entlang des Grundkörpers 12 ein Kanal 17 gebildet ist, durch welchen Stützsuspension entlang des Grundkörpers 12 strömen kann.

Die obere zweite Druckmesseinrichtung 42 weist einen zweiten ringförmigen hohlen Messkörper 45b auf, welcher aus vier röhrenförmigen Elementen gebildet ist. Dabei erstreckt sich der zweite hohle Messkörper 45b ringartig um die Verbindungseinrichtung 20 an der Oberseite der Deckplatte 18. Der zweite hohle Messkörper 45b ist ebenfalls mit einer flexiblen Messfläche zum Erfassen eines äußeren Umgebungsdrucks ausgebildet, wobei der Umgebungsdruck auf ein inneres Messfluid übertragen werden kann.

Die erste Druckmesseinrichtung 41 und die zweite Druckmesseinrichtung 42 sind über eine Verbindungsleitung 44 fluidisch verbunden, welche sich axial entlang des Grundkörpers 12 erstreckt. Zum Schutz der Verbindungsleitung 44 ist die Innenwand 16 vorgesehen, welche die Verbindungsleitung 44 und auch die erste Druckmesseinrichtung 41 am Boden 14 von abgetragenen Bodenmaterial im Innenraum des Grundkörpers 12 weitgehend abgrenzt und schützt. An der Deckplatte 18 ist an der Verbindungsleitung 44 eine Sensoreinrichtung 50 angeschlossen, mit welcher ein Druckunterschied zwischen der ersten Druckmesseinrichtung 41 und der zweiten Druckmesseinrichtung 42 feststellbar ist.

Die Sensoreinrichtung 50 kann einen herkömmlichen Drucksensor oder auch einen Strömungsmesser aufweisen, welcher eine Bewegung des Messfluides in der Druckmessanordnung 40 aufgrund unterschiedlicher Drücke an der ersten Druckmesseinrichtung 41 und der zweiten Druckmesseinrichtung 42 feststellt. Darüber hinaus können an den beiden Druckmesseinrichtungen 41, 42 auch jeweils Drucksensoren angeordnet sein, mit welchen jeweils ein Absolutdruck ermittelt werden kann. Die Sensoreinrichtung 50 und die weiteren Sensoren sind mit einer Steuereinheit eines nicht dargestellten Bodenbearbeitungsgerätes verbunden, wobei die Steuereinheit entsprechend den ermittelten Druckwerten eine Vertikalbewegung der Bodenbearbeitungsvorrichtung 10 und/oder einen Drehantrieb zum Drehen der Bodenbearbeitungsvorrichtung 10 steuert.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Druckmesseinrichtungen 41, 42 an einer Außenseite angeordnet. Wenn eine Erfassung des Füllgrades gewünscht ist, kann die erste Druckmesseinrichtung 41 im inneren Aufnahmeraum des Grundkörpers 12 angeordnet sein.