



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 400 633 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.03.2004 Patentblatt 2004/13

(51) Int Cl.7: **E02D 3/12**

(21) Anmeldenummer: **03450210.4**

(22) Anmeldetag: **18.09.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(72) Erfinder: **Aufricht, Heinz**
1080 Wien (AT)

(74) Vertreter: **Ellmeyer, Wolfgang**
c/o Häupl & Ellmeyer KEG,
Patentanwaltskanzlei,
Mariahilferstrasse 50
1070 Wien (AT)

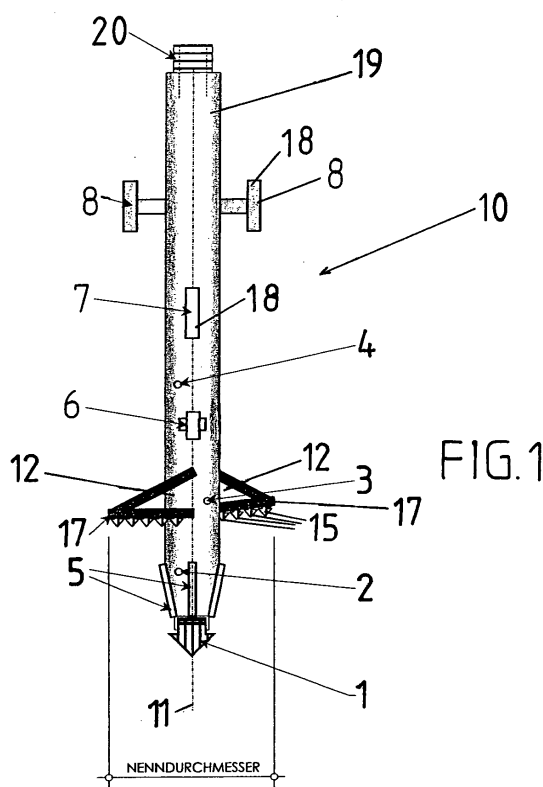
(30) Priorität: **19.09.2002 AT 14132002**

(71) Anmelder: **Sigma Consult GmbH**
4020 Linz (AT)

(54) **Bohrkopf**

(57) Bohrkopf zur Ausbildung eines Stütz- oder Verfestigungsbereiches im Boden mit zumindest einem Bohrwerkzeug (1) und zumindest einem Element (2, 3, 4) zum Einbringen von Bodenverfestigungssubstanz in den Boden, wobei der Bohrkopf (10) eine Vorrichtung zum Vermischen (6, 7, 8) der eingebrachten Bodenverfestigungssubstanz mit dem vom Bohrwerkzeug (1)

während des Bohrvorganges abgetragenen und/oder gelösten Bodenmaterials aufweist, und wobei am Bohrkopf (10) eine Vorrichtung zur Förderung (17) des abgetragenen und/oder gelösten Bodenmaterials und der eingebrachten Bodenverfestigungssubstanz in axialer Richtung des Bohrkopfes zur Vorrichtung zum Vermischen (6, 7, 8) vorgesehen ist.



EP 1 400 633 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Bohrkopf zur Ausbildung eines Stütz- oder Verfestigungsbereiches im Boden mit zumindest einem Bohrwerkzeug und zumindest einem Element zum Einbringen von Bodenverfestigungssubstanz in den Boden, wobei der Bohrkopf eine Vorrichtung zum Vermischen der eingebrachten Bodenverfestigungssubstanz mit dem vom Bohrwerkzeug während des Bohrvorganges abgetragenen und/oder gelösten Bodenmaterials aufweist.

[0002] Einige der in der Natur vorzufindenden Böden sowie junge oder alte Bodenauffüllungen haben eine Beschaffenheit, welche die Verwendung als tragfähigen Baugrund entweder nur sehr eingeschränkt oder gar nicht zuläßt. Bei bekannten Bodenverbesserungsmethoden wird zunächst ein Loch, entweder mit oder ohne Verrohrungsschutz, in den Boden gebohrt und das dabei gelöste anfallende Bodenmaterial zur Gänze oder teilweise aus dem Bohrloch gefördert oder aus der ehemaligen Lagerung verändert, um dieses Bodenmaterial entweder durch Zementsuspension oder Bindemittel zu ersetzen oder teilweise mit Zementsuspension oder Bindemittel zu vermengen und im Anschluß daran wieder in das Bohrloch zu fördern. Dieser Vorgang bereitet bei der Methode, bei der der Boden nur teilweise ersetzt wird (teilweiser Bodenersatz), vor allem bei bindigen Böden insofern Schwierigkeiten, als eine Klumpenbildung des unverbesserten Materials eine homogene Vermischung des Bodens mit der Zementsuspension und/oder dem Bindemittel verhindert. Die Methode des vollständigen Bodenersatzes ist wiederum bei losem Untergrund problematisch, da das entstehende Bohrloch noch vor dem Anfüllen mit Zementsuspension oder Bindemittel einstürzen bzw. einbrechen kann, woraufhin auch in diesem Fall die Einbringung der Zementsuspension oder des Bindemittels in die erforderliche Teufe nicht möglich ist.

[0003] Bei diesen beiden grundsätzlichen Verfahren ist die anfallende Bodenverbesserungssubstanz relativ hoch, während das anfallende Aushubmaterial, welches teilweise mit Zementsuspension vermengt ist, beiseite geschaffen und teilweise entsprechend der chemischen Zusammensetzung des Bindemittels auf Sondermülldeponien entsorgt werden muß.

[0004] Aus der **US 5 645 376 A** ist ein Bohrkopf zur Ausbildung eines Stütz- und Verfestigungsbereiches im Boden bekanntgeworden, an dem Schneid- und Brecharme befestigt sind, während dessen Bohrschaft selbst hohl ausgebildet und an seinem unteren Ende eine Öffnung zum Ausstoß von Zement angebracht ist, der bei Rotation der Bohrvorrichtung mit dem aufgebrochenen Erdreich vermischt wird. Nicht drehfest mit dem Bohrschaft verbundene Scherblätter sind in Längsrichtung des Bohrschafts zwischen Schneidblättern und Brechzähnen angeordnet. Auf diese Weise sind die Scherblätter von der Rotationsbewegung des Bohrschafts entkoppelt, werden aber während des Bohrvor-

gangs aufgrund der Reibung zwischen diesen und dem Erdreich mitgenommen und vermischen dieses auf diese Weise mit dem Zement. Damit wird zwar eine Vermischung des Erdreiches mit Zementlösung vorgenommen, die Scherblätter drehen sich aber unabhängig vom Bohrschaft und sind in einem Winkel gegenüber der Längsachse angestellt. Den Schneidblättern wird in dieser Patentschrift zwar auch eine Mischwirkung zugeschrieben, in der Praxis findet diese aber nicht ausreichend statt, um eine homogene Durchmischung zu erreichen, weswegen es zu statischen Unsicherheiten kommen kann.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Bohrkopf der eingangs genannten Art anzugeben, der eine Verfestigung des Bodens in nur einem Arbeitsgang ermöglicht, wobei die anfallende Aushubmenge möglichst gering gehalten oder überhaupt vermieden werden soll. Weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine möglichst homogene Durchmischung von aufgebrochenem Erdreich und eingebrachter Bodenverfestigungssubstanz zu erreichen, um eine gewünschte Belastbarkeit des verfestigten Bodens garantieren zu können. Weitere Aufgabe der Erfindung ist es auch, einen Bohrkopf anzugeben, mit dem eine Verfestigung auch bei schwierigen Bodenverhältnissen durchgeführt werden kann.

[0006] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß am Bohrkopf eine Vorrichtung zur Förderung des abgetragenen und/oder gelösten Bodenmaterials und der eingebrachten Bodenverfestigungssubstanz in axialer Richtung des Bohrkopfes zur Vorrichtung zum Vermischen vorgesehen ist.

[0007] Auf diese Weise wird das durch das Bohrwerkzeug aufgebrochene Bodenmaterial einerseits in situ mit der Bodenverfestigungssubstanz vermischt, wodurch das Bodenmaterial nicht aus der Bohroffnung geschafft werden muß und ein Einstürzen der Bohroffnung nicht zustande kommen kann, andererseits kommt es während des Bohrvorganges zu einer zwingenden Bewegung des Bodenmaterials in axialer Richtung, wodurch dieses zusammen mit der Bodenverfestigungssubstanz zu der Vorrichtung zum Vermischen, welche auf dem Bohrkopf vorgesehen ist, getrieben wird. Das Ergebnis dieser Kombination aus Längsförderung und Radialmischung ist ein homogen verfestigter Boden, der hohe Zusammendrückbarkeit gewährleistet. Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Bohrköpfen kommt es durch die relativ inhomogene Vermischung im Bohrloch zu Vertikalsetzungen des verfestigten Bereiches, die an den darauf gestützten Bauwerken hohe Schäden hervorrufen können. Tragfähigkeit und Festigkeit des verfestigten Bereiches erfahren bei Errichtung mit dem erfindungsgemäßen Bohrkopf eine signifikante Erhöhung, samt der damit verbundenen Setzungsminimierung.

[0008] Eine robuste und konstruktiv einfache Ausführungsform der Erfindung kann darin bestehen, daß die Vorrichtung zur Förderung durch zumindest eine ent-

lang eines Umfangteilstückes des Bohrkopfes verlaufende Teilschnecke gebildet ist, die zwischen dem Bohrwerkzeug und der Vorrichtung zum Vermischen angeordnet ist. Eine Rotation des Bohrkopfes hat damit zwingend eine Längsförderung und damit ebenso zwingend eine intensive Vermischung des Bodenmaterials mit der Verfestigungssubstanz zur Folge.

[0009] Damit die Fördermenge in Richtung zur Vorrichtung zum Vermischen nicht zu groß wird und es nicht zu einer Bewegung des Erdreiches aus dem Bohrloch kommt, kann vorgesehen sein, daß die zumindest eine Teilschnecke zumindest eine Durchbrechung aufweist, durch welche Teile des Materials ohne längsgefördert zu werden, hindurchgleiten können, und die Länge des Umfangteilstücks, entlang dessen sich die Teilschnecke erstreckt, nicht größer als eine Hälfte des Bohrkopfumfanges beträgt.

[0010] Eine weitere Ausbildung der Erfindung kann darin bestehen, daß die Vorrichtung zum Vermischen der Bodenverfestigungssubstanz mit dem abgetragenen Bodenmaterial durch zumindest einen Bodenmischfortsatz gebildet ist. Bei rotierendem Betrieb des Bohrkopfes ist somit für eine ständige Durchmischung von Bodenverfestigungssubstanz und Bodenmaterial gesorgt.

[0011] Eine Ausführungsform der Erfindung, bei der sowohl eine Rotation als auch eine einfache Zufuhr der Bodenverfestigungssubstanz gegeben ist, kann darin bestehen, daß der Bohrkopf einen hohlzylindrischen Grundkörper aufweist, dessen Mittelachse eine Rotationsachse bildet, und das Bohrwerkzeug an einem Ende des Grundkörpers angeordnet und um die Rotationsachse rotierbar ist. Die Zufuhr der Bodenverfestigungssubstanz kann dabei über den Innenraum des hohlzylindrischen Grundkörpers geschehen. Eine drehend bohrende Arbeitsweise läßt eine schonende Bodenkonsolidierung zu, was vor allem im innerstädtischen Bereich und in der Nähe von erschütterungsempfindlichen Bauwerken von Vorteil ist.

[0012] Weiters kann eine Ausbildung der Erfindung darin bestehen, daß der zumindest eine Bodenmischfortsatz mit dem hohlzylindrischen Grundkörper verbunden ist und von diesem radial nach außen auskragt. Eine Rotation des Grundkörpers ergibt damit automatisch eine Durchmischung des um diesen aufgebrochenen Materials.

[0013] Um eine Unwucht der Rotationsbewegung zu vermeiden, kann vorgesehen sein, daß jeweils zwei Bodenmischfortsätze an gegenüberliegenden Umfangspunkten des Grundkörpers in entgegengesetzte Richtung radial nach außen auskragen.

[0014] Dabei können gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung die jeweils zwei Bodenmischfortsätze in Längsrichtung des Grundkörpers beabstandet sein, wodurch sich eine den Mischvorgang fördernde Aufteilung der Bodenmischfortsätze über die Grundkörperlänge erzielen läßt.

[0015] Eine verbesserte Führung des erfindungsge-

mäßen Bohrkopfes innerhalb des von diesem hergestellten Bohrloches läßt sich in Weiterbildung der Erfindung dadurch verwirklichen, daß die Verbindungslinien der jeweils zwei Bodenmischfortsätze entlang des Grundkörperumfanges um einen Winkel, vorzugsweise um 90°, zueinander versetzt sind.

[0016] Zusätzlich zum Bohrwerkzeug können weiters Bodenbrech- und -schneidvorrichtungen vorgesehen sein, die eine Aufweitung eines durch das Bohrwerkzeug bewirkten Kerndurchmessers auf einen Nenn-durchmesser ermöglichen. Vorzugsweise können die Bodenbrech- und -schneidvorrichtungen durch mehrere um den Umfang verteilte Schneiden gebildet sein.

[0017] So kann eine Variante der Erfindung darin bestehen, daß die Schneiden an einem konusförmigen Endbereich des Grundkörpers angeordnet sind, der an das Bohrwerkzeug angrenzt, wodurch eine deutliche Aufweitung des Bohrloches möglich wird.

[0018] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung kann darin bestehen, daß die zumindest eine Teilschnecke an ihrem einen, dem Bohrwerkzeug zugekehrten Ende zumindest zwei parallel angeordnete, schräg zur Mittelachse des Grundkörpers angestellte Meißel-Elemente aufweist, mit deren Hilfe das Aufweiten des Bohrloches rascher durchgeführt werden kann.

[0019] Eine konstruktiv einfache Variante der Erfindung kann darin bestehen, daß das zumindest eine Element zum Einbringen von Bodenverfestigungssubstanz durch eine in der Mantelfläche des Grundkörpers vorgesehene, im Öffnungsquerschnitt veränderbare Injektions-Düse zum Ausstoß von Zement-Suspension gebildet ist, und daß der Innenraum des Grundkörpers über eine Hochdruckpumpe mit einem Suspensions-Reservoir verbunden ist. Durch die Verwendung von Zementsuspension werden keine zusätzlichen Stoffe wie Luft und/oder Wasser und/oder Bentonit in den zu verbessernden Boden eingebracht, was eine den Boden verschlechternde Reaktion verhindern hilft. Es entsteht kein durch bodenchemische Bestandteile verunreinigter Suspensionsrücklauf, der unter Umständen auf Sondermülldeponien entsorgt werden muß.

[0020] Bevorzugt können mehrere Injektions-Düsen mit veränderbarem Öffnungsquerschnitt vorgesehen sein, die im Bereich der Bodenbrech- und Schneidvorrichtungen am Grundkörper angeordnet sind, sodaß eine ausreichende Menge an Zementsuspension zum Vermischen mit dem Bodenmaterial bereitgestellt werden kann.

[0021] Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Ausbildung von Stütz- oder Verfestigungsbereichen im Boden, wobei der Boden aufgebrochen und danach in die aufgebrochene Bodenöffnung Bodenverfestigungssubstanz eingebracht wird.

[0022] Die eingangs genannten Aufgaben der Erfindung werden erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das im Verlauf des Bodenaufbrechvorganges gebildete Bodenmaterial in der aufgebrochenen Bodenöffnung mit Bodenverfestigungssubstanz in axialer Richtung der

Bohrung gefördert und vermischt, und das sich bildende Gemisch aushärten gelassen wird. Im Falle der Verbesserung von verunreinigten Böden, z.B. im Bereich von Mülldeponien, künstlichen Auffüllungen oder organischen Böden wird der vorgefundene Boden direkt belastbar gemacht, was im besonderen im Langzeitsetzungsverhalten der Gründung eines Bauwerkes einen erheblichen Vorteil hinsichtlich von Lasteinleitungen und Nachsetzungen bringt. Es wird der aufgefundene oder künstlich aufgefüllte Boden oder auch Anschüttungen unter Fördern und Vermischen von Bodenverfestigungssubstanz verbessert, sodaß die Verwendung des ursprünglich nicht oder schlecht tragfähigen Bodens im direkten sowie näheren und weiteren Bereich der Bodenverbesserung als gründungstauglicher Boden Verwendung findet. Die Längsförderung bringt eine erhöhte Festigkeit und Tragfähigkeit der Bodenverbesserung.

[0023] Eine Weiterbildung der Erfindung kann darin bestehen, daß als Bodenverfestigungssubstanz eine Zementsuspension in die aufgebrochene Bodenöffnung eingebracht wird. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird der zu verbessernde Boden in der vorgefundenen Struktur insofern verändert, als diese aufgebrochen, neu geordnet und die einzelnen Bodenteilchen mit der unter Druck eingebrachten Zementsuspension vermengt werden, was einerseits das vorhandene Porenvolumen im zu verfestigenden Boden durch Zementsuspensionsverfüllung erheblich verringert und im Falle einer vorhandenen erhöhten Wassersättigung des anstehenden Bodens die vorhandenen Wassermoleküle durch den mittels Zementsuspension eingebrachten Zement gebunden werden, was nach erfolgter Zementabbindung zu einer tragfähigen Bodenstruktur führt, ohne daß der ursprünglich vorgefundene Boden auf irgendeine Art und Weise ganz oder teilweise ausgespült oder ersetzt wird.

[0024] Weiters betrifft die Erfindung einen Trägerverbau, insbesondere zur Baugrubensicherung, mit einer Vielzahl von im Boden eingelassenen, beabstandeten Trägern, von denen jeweils benachbarte Träger über eine Ausfachung miteinander verbunden sind, welche Ausfachung den auf den Trägerverbau wirkenden, seitlichen Bodendruck an die Träger weiterleitet.

[0025] Bekannte Arten des Trägerverbaus sind die Bohrträgerverbauten, die in einem ersten Arbeitsgang das Setzen der Bohrträger erfordern und in vielen weiteren Arbeitsgängen erst im weiteren Verlauf des abschnittswisen Bauausgrabenaushubes die Herstellung der Ausfachung zwischen den einzelnen Bohrträgern erfolgen kann. Bodenverformungen und Setzungen auch in der Umgebung sind die Folge, wodurch das Ausfachen nur relativ zeitaufwendig durchführbar ist und hohe Kosten zur Folge hat. Vor allem kann ein Bohrträgerverbau im bisherigen Sinn nur in trockenen Gebieten, also bei Baugruben, deren tiefste Aushubsohle oberhalb eines eventuell vorhandenen Grundwasserspiegels liegt, hergestellt werden.

[0026] Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Trä-

gerverbau bereitzustellen, mit dem eine kostengünstige und einfache Herstellung einer Baugrubensicherung auch unterhalb des Grundwasserspiegels möglich ist.

[0027] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erzielt, daß die Träger in ersten, vorzugsweise säulenförmigen, Bodenbefestigungskörpern aufgenommen sind, und daß die Ausfachung durch jeweils zwei oder mehrere zweite, unbewehrte, vorzugsweise säulenförmige, Bodenbefestigungskörper gebildet ist, die jeweils zwischen zwei benachbarte erste Bodenbefestigungskörper gesetzt sind, in welchen die Träger aufgenommen sind, wobei die Querschnitte der ersten Bodenbefestigungskörper und der an diese unmittelbar angrenzenden zweiten Bodenbefestigungskörper sowie die Querschnitte zueinander benachbarter, zweiter Bodenbefestigungskörper jeweils teilweise überschneidend ausgebildet sind, und daß die Querschnittsmittelpunkte der zweiten Bodenbefestigungskörper gegenüber der Verbindungslinie zwischen den Querschnittsmittelpunkten der ersten Bodenbefestigungskörper so versetzt angeordnet sind, daß die jeweils zwischen zwei ersten Bodenbefestigungskörpern gesetzten zweiten Bodenbefestigungskörper ein horizontales Gewölbe ausbilden, um den seitlichen Bodendruck aufnehmen zu können.

[0028] Dabei können zuerst alle Bodenverfestigungskörper kontinuierlich hergestellt und anschließend die Träger in die dafür jeweils vorgesehenen Bodenverfestigungskörper eingebracht werden, sodaß mit Einsetzen des letzten Stahlträgers keine weiteren Bodenverfestigungsarbeiten mehr erforderlich sind, wodurch eine deutliche Verringerung des erforderlichen Arbeitsaufwandes erzielbar ist.

[0029] Eine Weiterbildung der Erfindung kann darin bestehen, daß die Träger jeweils durch in einen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Bodenbefestigungsbereich eingebohrte Ortbetonpfähle oder alternativ jeweils durch in einen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Bodenbefestigungskörper eingerammte Stahlprofile gebildet sind. Ein direkter Kraftschluß der Stahlprofile bzw. der Ortbetonpfähle zum natürlichen Boden ist durch den vorher hergestellten Bodenbefestigungskörper gegeben.

[0030] Die ersten und zweiten Bodenbefestigungskörper können gemäß weiterer Ausbildung der Erfindung jeweils ebenfalls durch einen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß Ansprüche hergestellten Bodenbefestigungskörper gebildet sein. Die Ausfachung der Bohrträger kann vor Aushubbeginn der Baugrube hergestellt werden und dadurch Bodenverformungen samt den damit verbundenen unkontrollierten und schädlichen Setzungen hinter der Baugrubensicherung vermieden werden.

[0031] Schließlich betrifft die Erfindung auch ein Verfahren zur Ausbildung eines Trägerverbaus, insbesondere für eine Baugrubensicherung, wobei Träger in den Boden gesetzt und zwischen diesen eine Ausfachung gebildet wird.

[0032] Die im Zusammenhang mit dem erfindungsge-

mäßigen Trägerverbau bereits genannten Aufgaben werden bei einem solchen Verfahren erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß entlang dem Verlauf des auszubildenden Trägerverbaus, vorzugsweise säulenförmige, Befestigungskörper längsseitig aneinander stoßend in den Boden gesetzt werden, wobei die Querschnitte jeweils benachbarter Befestigungskörper einander überschneidend ausgebildet werden, und daß die Träger in einer vorbestimmbaren Teilung voneinander beabstandet in die Befestigungskörper eingebracht werden, wobei die Teilung jeweils einem Vielfachen des Abstandes der Querschnittsmittelpunkte der Befestigungskörper entspricht, und wobei jene Befestigungskörper, die zwischen jeweils zwei Befestigungskörpern angeordnet werden, in welche die Träger eingebracht werden, in einem bogenförmigen Verlauf gesetzt werden, sodaß sie ein horizontales Gewölbe ausbilden, um den seitlichen Bodendruck aufnehmen zu können.

[0033] Der Boden wird somit durch die aneinandergereihten Befestigungskörper verfestigt und der z.B. beim nachfolgenden Ausheben einer Grube auftretende seitliche Druck dadurch aufgenommen, daß z.B. nach jeweils zwei oder drei unbewehrten Befestigungskörpern ein Befestigungskörper mit einem Stahlträger versehen wird und an diesen nach dem Erhärten des diesen umgebenden Befestigungskörpers der auf die benachbarten, unbewehrten Befestigungskörper lastende Druck über die aufgrund der einander überschneidenden Querschnitte sich ausbildende Gewölbewirkung weitergeleitet wird.

[0034] In weiterer Ausbildung der Erfindung werden die Befestigungskörper im noch nicht ausgehärteten Zustand aneinandergesetzt, sodaß sich einander überschneidende Querschnitte jeweils benachbarter Befestigungskörper ausbilden. Solange der jeweils vorhergehende Befestigungskörper im Boden noch nicht ausgehärtet ist, kann der nachfolgende Befestigungskörper ohne großen Widerstand so gesetzt werden, daß sich die Querschnitte teilweise überlappen. Erfolgt dieses Aneinandersetzen in rascher Reihenfolge können somit alle Befestigungskörper einander überschneidend in den Boden eingebracht werden. Die einzurammenden Stahlträger können unmittelbar danach ebenfalls in die dafür vorgesehenen, noch nicht ausgehärteten Befestigungskörper eingebracht werden. Die überschneidenden Querschnitte ermöglichen die erforderliche Gewölbewirkung zur Aufnahme des seitlichen Druckes.

[0035] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen eingehend erläutert. Es zeigt dabei

Fig.1 eine schematisierte Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bohrkopfes;
Fig.2 einen Ausschnitt aus einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Trägerverbaus und
Fig.3 eine Schräggriffsansicht des Bohrkopfes gemäß Fig.1.

[0036] Fig.1 zeigt einen Bohrkopf 10 zur Ausbildung eines Stütz- oder Verfestigungsbereiches im Boden, der über einen Bohrgestängeverbinder 20 mit einem nicht dargestellten Bohrgestänge verbindbar ist, über welches ein Antriebsdrehmoment übertragen werden kann. Zu diesem Zweck weist der Bohrkopf 10 einen hohlzylindrischen Grundkörper 19 auf, dessen Mittelachse eine Rotationsachse 11 bildet, um welche dieser rotierbar ist. Am unteren Ende des Bohrkopfes 10 ist ein Bohrwerkzeug 1 angebracht, das z.B. in der in Fig. 3 gezeigten Form ausgebildet sein kann, wobei am Ende eines Schaftes von diesem abstehende Schneiden befestigt sind, über welche der Boden in einem Kernlochdurchmesser aufgebrochen werden kann. Die Erfindung ist aber nicht auf eine besondere Form des Bohrwerkzeuges beschränkt, genauso wie auf dem Bohrkopf 10 angebrachte Bodenbrech- und Schneidvorrichtungen 5, 15 auch in einer von Fig.1 und 3 abweichenden Weise ausgeführt sein können.

[0037] Gemäß Fig.1 und 3 weisen die Bodenbrech- und Schneidvorrichtungen mehrere um den Umfang verteilte Schneiden 5 auf, die an einem konusförmigen Endbereich des Grundkörpers 19 angeordnet sind, der an das Bohrwerkzeug 1 angrenzt. Diese Schneiden 5 weiten die durch das Bohrwerkzeug 1 aufgebrochene Öffnung weiter auf.

[0038] Über Elemente zum Einbringen der Bodenbefestigungssubstanz 2, 3, 4, die seitlich am Bohrkopf 10 vorgesehen sind, wird die Zementsuspension während des Bohrvorganges in das durch den Bodenaufbruchvorgang gebildete Bodenmaterial eingebracht. Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist der Bohrkopf weiters eine Vorrichtung 6, 7, 8 zum Vermischen der unter Druck eingebrachten Bodenverfestigungssubstanz mit dem vom Bohrwerkzeug 1 während des Bohrvorganges abgetragenen und/oder gelösten Bodenmaterial auf. Dadurch wird der Boden in der aufgebrochenen Bodenöffnung in situ mit der Zementsuspension vermengt, wodurch sich nach der Aushärtung des Gemisches eine Verfestigung des Bodens ergibt. Der derart verfestigte Bodenbereich kann Stützfunktion ausüben. Sämtliches aufgebrochenes Bodenmaterial verbleibt dabei in der Bohröffnung.

[0039] Erfindungsgemäß ist am Bohrkopf 10 eine Vorrichtung zur Förderung des abgetragenen und/oder gelösten Bodenmaterials und der eingebrachten Bodenverfestigungssubstanz in axialer Richtung des Bohrkopfes zur Vorrichtung zum Vermischen 6, 7, 8 vorgesehen, wobei die Vorrichtung zur Förderung in der gezeigten Ausführungsform durch zwei entlang eines Umfangsteilstückes des Grundkörpers 19 verlaufende Teilschnecken 17 gebildet ist, die jeweils an ihrem einen, dem Bohrwerkzeug 1 nahen Ende drei parallel angeordnete, schräg zur Mittelachse des Grundkörpers 19 angestellte Meißel-Elemente 15 aufweisen, welche bei Rotation des Bohrkopfes 10 die Aufweitung auf den Nenndurchmesser vornehmen, sodaß während des Bohrvorganges zwischen der Mantelfläche des hohlzylindrischen

Grundkörpers 19 und der Bohrlochwandung ein Ringraum mit aufgebrochenem Bodenmaterial gebildet wird. Die Anzahl und die Positionierung der verwendeten Meißel-Elemente 15 ist ohne jede Bedeutung für die Erfindung und kann beliebig variiert werden.

[0040] Vorzugsweise ist die Länge des Umfangteilstückes, entlang dessen sich die Teilschnecken 17 erstrecken, nicht größer als die Hälfte des Bohrkopfumfanges. Da eine Aufwärtsbewegung des aufgebrochenen Bodenmaterials zwar stattfinden soll, dabei aber das Material nicht aus dem Bohrloch verdrängt werden soll, sind die beiden Teilschnecken 17 jeweils mit einer Durchbrechung 12 versehen, durch welche das Bodenmaterial hindurchgleiten kann. Die Durchbrechungen 12 können in ihrer Größe variieren aber auch weggelassen werden.

[0041] Zur Ausbildung von Stütz- oder Verfestigungsbereichen im Boden wird dieser aufgebrochen und danach in die aufgebrochene Bodenöffnung Bodenverfestigungssubstanz eingebracht. Erfindungsgemäß wird das im Verlauf des Bodenaufbrechvorganges gebildete Bodenmaterial in der aufgebrochenen Bodenöffnung mit Bodenverfestigungssubstanz in axialer Richtung der Bohrung gefördert und vermischt, und das sich bildende Gemisch aushärten gelassen. Als Bodenverfestigungssubstanz wird üblicherweise eine Zementsuspension in die aufgebrochene Bodenöffnung eingebracht, jede andere geeignete Substanz kann dafür ebenfalls verwendet werden.

[0042] Als Elemente zum Ausstoß der Zement-Suspension sind Injektions-Düsen 2, 3, 4 mit veränderbarem Öffnungsquerschnitt in der Mantelfläche des Grundkörpers 19 ausgebildet, wobei der Innenraum des Grundkörpers 19 über eine nicht dargestellte Hochdruckpumpe mit einem Suspensions-Reservoir verbunden ist. Die Injektions-Düsen 2, 3, 4 sind vorzugsweise im Bereich der Bodenbrech- und Schneidvorrichtungen 5, 15, 17 im Grundkörper 19 angeordnet und ihre Anzahl bzw. ihr Durchmesser ist so dimensioniert, daß eine ausreichende Menge an Zementsuspension in der während des Bohrvorganges zur Verfügung stehenden Zeit dem ausgebrochenen Bodenmaterial zugeführt wird.

[0043] Die Vorrichtung zum Vermischen der Zementsuspension ist durch Bodenmischfortsätze 6, 7, 8 gebildet, die entlang der Längsachse des Grundkörpers 19 angeordnet sind und bei Rotation des Grundkörpers 19 um seine Längsachse eine Vermischung von Zementsuspension und dem aufgebrochenen Bodenmaterial vornehmen. Die beiden Teilschnecken 17 üben neben ihrer Förderwirkung über ihre Durchbrechungen 12 auch eine Mischwirkung aus. Anzahl und Form der Teilschnecken können variieren.

[0044] Jeweils zwei der mit dem Grundkörper 19 verbundenen Bodenmischfortsätze 6, 7, 8 kragen an gegenüberliegenden Umfangspunkten des Grundkörpers 19 in entgegengesetzte Richtung radial nach außen aus, wobei die jeweils zwei Bodenmischfortsätze 6, 7, 8 in Längsrichtung des Grundkörpers 19 voneinander

beabstandet sind. Die Verbindungslinien der zwei Bodenmischfortsätze 6, 7 sind entlang des Grundkörperumfanges um einen Winkel, vorzugsweise um 90°, gegenüber den zwei Bodenmischfortsätzen 8 versetzt. Die Anzahl sowie die Längs- und Umfangsversetzung der Bodenmischfortsätze kann entsprechend den Eigenschaften des zu mischenden Bodenmaterials angepaßt werden. Am freien Ende der Bodenmischfortsätze angebrachte Querendstücke 18 an den Bodenmischfortsätzen 7, 8 dienen der verbesserten Führung des Bohrkopfes 10 innerhalb der Bohrung.

[0045] Der auf einem Bohrgestänge montierte erfindungsgemäße Bohrkopf wird mittels eines geeigneten Bohrgerätes in die Bohrbeginnsposition gebracht. Der Innenraum des hohlzylindrischen Grundkörpers 19 wird über das Bohrgestänge, welches mit der Hochdruckpumpe verbunden ist, mit der Zementsuspension in der dem jeweiligen Boden entsprechenden Zusammensetzung entweder unmittelbar vor, gleichzeitig mit oder unmittelbar nach dem Bohrbeginn beaufschlagt.

[0046] Durch die drehend bohrende Niederbringung des erfindungsgemäßen Bohrkopfes 10 bis zur Endteufe der Bodenverbesserungsstrecke und anschließendem Rückzug wird mittels dem Bohrwerkzeug 1 und den Bodenbrech- und -schneidvorrichtungen 5, 15 der anstehende Boden in seiner ursprünglichen Struktur verändert bzw. aufgebrochen und durch die gleichzeitige Einbringung der Zementsuspension mittels der Zementsuspensions-Injektionsdüsen 2, 3, 4 und der rotierenden Mischbewegung der Bodenmischfortsätze 6, 7, 8 sowie der Förderbewegung der Teilschnecken 17 Bodenmaterial und Zementsuspension kontinuierlich vermengt, was nach der Zementabbindung zu einer neuen und tragfähigen Bodenstruktur führt. In Abhängigkeit vom Nenndurchmesser des Bohrkopfes 10 und der in ihrem Öffnungsquerschnitt veränderbaren Injektionsdüsen 2, 3, 4 werden so Bodenverbesserungsstrecken in den dem Nenndurchmesser entsprechenden unterschiedlichen Durchmessern hergestellt.

[0047] Dem erfindungsgemäßen Verfahren nach muß der Vortrieb des Bohrkopfes nicht durch Rotation erfolgen. Es kann auch die Bohröffnung durch einen Zementsuspensions-Hochdruckstrahl geschaffen werden, der durch geeignete Anordnung der Zementinjektionsdüsen zugleich eine Vermengung des dabei aus dem Boden gelösten Materials mit der Zementsuspension und damit die Verfestigung des Untergrunds bewirkt.

[0048] Fig.2 zeigt einen Ausschnitt eines Trägerverbaus zur Baugrubensicherung mit zwei im Boden eingelassenen, benachbarten Trägern 40, 41, die stellvertretend für eine beliebige Ausdehnung des Trägerverbaus dargestellt sind und die über eine Ausfachung miteinander verbunden sind, die den auf den Trägerverbau wirkenden, seitlichen Bodendruck an die Träger 40, 41 weiterleitet.

[0049] Erfindungsgemäß sind die Träger 40, 41 in ersten, vorzugsweise säulenförmigen Bodenbefestigungskörpern 30, 31 aufgenommen und die Ausfa-

chung ist durch zwei zweite unbewehrte, vorzugsweise säulenförmige Bodenbefestigungskörper 35 gebildet, die jeweils zwischen die zwei benachbarten ersten Bodenbefestigungskörper 30, 31 gesetzt sind, in welche die Träger 40, 41 aufgenommen sind. Die Anzahl der zwischen den beiden ersten Bodenbefestigungskörpern 30, 31 gesetzten ersten Bodenbefestigungskörper 35 kann im Rahmen der Erfindung variieren.

[0050] Die Querschnitte der ersten Bodenbefestigungskörper 30, 31 und der an diese unmittelbar angrenzenden zweiten Bodenbefestigungskörper 35 sowie die Querschnitte benachbarter zweiter Bodenbefestigungskörper 35 sind jeweils teilweise überschneidend ausgebildet und die Querschnittsmittelpunkte 38 der zweiten Bodenbefestigungskörper 35 gegenüber der Verbindungslinie 36 zwischen den Querschnittsmittelpunkten der ersten Bodenbefestigungskörper 30, 31 so versetzt angeordnet, daß die jeweils zwischen die zwei ersten Bodenbefestigungskörper 30, 31 gesetzten zweiten Bodenbefestigungskörper 35 ein horizontales Gewölbe ausbilden, um den seitlichen Bodendruck aufnehmen zu können.

[0051] In den erfindungsgemäß hergestellten zweiten Bodenbefestigungskörper 30 ist im noch feuchten Zustand ein Stahlprofil 40 eingerammt worden. Eine andere Bauvariante bildet hingegen der erfindungsgemäß hergestellte Bodenbefestigungskörper 31, in den Ortbetonpfähle 41 eingebohrt worden sind. Es kann auch aber auch eine andere Art Träger zur Verwirklichung des erfindungsgemäßen Verbaus verwendet werden.

[0052] Besonders bevorzugt werden die ersten und zweiten Bodenbefestigungskörper 30, 31, 35 jeweils durch einen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Bodenbefestigungskörper gebildet. Durch deren überschneidende und gegenüber der Verbindungslinie 36 versetzte Anordnung wird ein Gewölbe geschaffen, das dem seitlich wirkenden Druck des Bodens widersteht.

[0053] Bei der Herstellung des erfindungsgemäßen Trägerverbaus, insbesondere für die Baugrubensicherung, werden Träger 40, 41 in den Boden gesetzt und es wird zwischen diesen eine Ausfächung gebildet, indem entlang dem Verlauf des auszubildenden Trägerverbaus, vorzugsweise säulenförmige, Befestigungskörper 30, 31, 35 längsseitig aneinander stoßend in den Boden gesetzt werden, wobei die Querschnitte jeweils benachbarter Befestigungskörper einander überschneidend ausgebildet werden. Dies geschieht bevorzugt, indem die Befestigungskörper 30, 31, 35 im noch nicht ausgehärteten Zustand so aneinandergesetzt werden, sodaß sich einander überschneidende Querschnitte jeweils benachbarter Befestigungskörper 30, 31, 35 ausbilden. Solange die Zementsuspension noch nicht ausgehärtet ist, kann der jeweils in der Reihe nachfolgende Befestigungskörper so ausgebildet werden, daß dieser mit dem Querschnitt des vorhergehenden Befestigungskörpers teilweise überlappt, in dem der dafür verwendete Bohrkopf so abgesenkt wird, daß er in den

schon fertiggestellten Querschnitt des vorhergehenden Befestigungskörpers eingreift. Nach der Aushärtung sind die Querschnitte überschneidend asugebildet.

[0054] Die Träger 40, 41 werden in einer vorbestimmten Teilung voneinander beabstandet in die Befestigungskörper 30, 31 eingebracht, wobei die Teilung jeweils einem Vielfachen des Abstandes der Querschnittsmittelpunkte der Befestigungskörper 30, 31, 35 entspricht, in Fig.2 beträgt die Teilung z.B. das Dreifache des Mittelpunktabstandes, und wobei jene Befestigungskörper 35, die zwischen jeweils zwei Befestigungskörpern 30, 31 angeordnet werden, in welche die Träger 40, 41 eingebracht werden, in einem bogenförmigen Verlauf gesetzt werden, sodaß sie ein horizontales Gewölbe ausbilden, um den seitlichen Bodendruck aufnehmen zu können.

Patentansprüche

1. Bohrkopf zur Ausbildung eines Stütz- oder Verfestigungsbereiches im Boden mit zumindest einem Bohrwerkzeug (1) und zumindest einem Element (2, 3, 4) zum Einbringen von Bodenverfestigungssubstanz in den Boden, wobei der Bohrkopf (10) eine Vorrichtung zum Vermischen (6, 7, 8) der eingebrachten Bodenverfestigungssubstanz mit dem vom Bohrwerkzeug (1) während des Bohrvorganges abgetragenen und/oder gelösten Bodenmaterials aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** am Bohrkopf (10) eine Vorrichtung zur Förderung (17) des abgetragenen und/oder gelösten Bodenmaterials und der eingebrachten Bodenverfestigungssubstanz in axialer Richtung des Bohrkopfes zur Vorrichtung zum Vermischen (6, 7, 8) vorgesehen ist.
2. Bohrkopf nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung zur Förderung durch zumindest eine entlang eines Umfangteilstückes des Bohrkopfes (10) verlaufende Teilschnecke (17) gebildet ist, die zwischem dem Bohrwerkzeug (1) und der Vorrichtung zum Vermischen (6, 7, 8) angeordnet ist.
3. Bohrkopf nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zumindest eine Teilschnecke (17) zumindest eine Durchbrechung (12) aufweist, und daß die Länge des Umfangteilstückes, entlang dessen sich die Teilschnecke (17) erstreckt, nicht größer als eine Hälfte des Bohrkopfumfanges beträgt.
4. Bohrkopf nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung zum Vermischen der Bodenverfestigungssubstanz mit dem abgetragenen Bodenmaterial durch zumindest einen Bodenmischfortsatz (6, 7, 8) gebildet ist.

5. Bohrkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Bohrkopf (10) einen hohlzylindrischen Grundkörper (19) aufweist, dessen Mittelachse eine Rotationsachse bildet, daß das Bohrwerkzeug (1) an einem Ende des Grundkörpers angeordnet und um die Rotationsachse rotierbar ist, und daß der zumindest eine Bodenmischfortsatz (6, 7, 8) mit dem hohlzylindrischen Grundkörper (19) verbunden ist und von diesem radial nach außen auskragt.
6. Bohrkopf nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeweils zwei Bodenmischfortsätze (6, 7, 8) an gegenüberliegenden Umfangspunkten des Grundkörpers (19) in entgegengesetzte Richtung radial nach außen auskragen.
7. Bohrkopf nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die jeweils zwei Bodenmischfortsätze (6, 7, 8) in Längsrichtung des Grundkörpers (19) beabstandet sind.
8. Bohrkopf nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verbindungslinien der jeweils zwei Bodenmischfortsätze (6, 7, 8) entlang des Grundkörperumfanges um einen Winkel, vorzugsweise um 90°, zueinander versetzt sind.
9. Bohrkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** weiters Bodenbrech- und -schneidvorrichtungen (5, 15) vorgesehen sind.
10. Bohrkopf nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bodenbrech- und -schneidvorrichtungen durch mehrere um den Umfang verteilte Schneiden (5) gebildet sind.
11. Bohrkopf nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schneiden (5) an einem konusförmigen Endbereich des Grundkörpers (19) angeordnet sind, der an das Bohrwerkzeug (1) angrenzt.
12. Bohrkopf nach Anspruch 2 und 9, 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zumindest eine Teilschnecke (17) an ihrem einen, dem Bohrwerkzeug (1) zugekehrten Ende zumindest zwei parallel angeordnete, schräg zur Mittelachse des Grundkörpers (19) angestellte Meißel-Elemente (15) aufweist.
13. Bohrkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zumindest eine Element zum Einbringen von Bodenverfestigungssubstanz durch eine in der Mantelfläche des Grundkörpers (19) vorgesehene, im Öffnungsquerschnitt veränderbare Injektions-Düse zum Ausstoß von Zement-Suspension (2, 3, 4) gebildet ist, und daß der Innenraum des Grundkörpers (19) über eine Hochdruckpumpe mit einem Suspensions-Reservoir verbunden ist.
14. Bohrkopf nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** mehrere Injektions-Düsen (2, 3, 4) mit veränderbarem Öffnungsquerschnitt vorgesehen sind, die im Bereich der Bodenbrech- und Schneidvorrichtungen (5, 15) am Grundkörper (19) angeordnet sind.
15. Verfahren zur Ausbildung von Stütz- oder Verfestigungsbereichen im Boden, wobei der Boden aufgebrochen und danach in die aufgebrochene Bodenöffnung Bodenverfestigungssubstanz eingebracht wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** das im Verlauf des Bodenaufbruchvorganges gebildete Bodenmaterial in der aufgebrochenen Bodenöffnung mit Bodenverfestigungssubstanz in axialer Richtung der Bohrung gefördert und vermischt, und das sich bildende Gemisch aushärten gelassen wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Bodenverfestigungssubstanz eine Zementsuspension in die aufgebrochene Bodenöffnung eingebracht wird.
17. Trägerverbau, insbesondere zur Baugrubensicherung, mit einer Vielzahl von im Boden eingelassenen, beabstandeten Trägern (40, 41), von denen jeweils benachbarte Träger (40, 41) über eine Ausfachung miteinander verbunden sind, welche Ausfachung den auf den Trägerverbau wirkenden, seitlichen Bodendruck an die Träger (40, 41) weiterleitet, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Träger (40, 41) in ersten, vorzugsweise säulenförmigen, Bodenbefestigungskörpern (30, 31) aufgenommen sind, und daß die Ausfachung durch jeweils zwei oder mehrere zweite, unbewehrte, vorzugsweise säulenförmige, Bodenbefestigungskörper (35) gebildet ist, die jeweils zwischen zwei benachbarte erste Bodenbefestigungskörper (30, 31) gesetzt sind, in welchen die Träger (40, 41) aufgenommen sind, wobei die Querschnitte der ersten Bodenbefestigungskörper (30, 31) und der an diese unmittelbar angrenzenden zweiten Bodenbefestigungskörper (35) sowie die Querschnitte zueinander benachbarter, zweiter Bodenbefestigungskörper (35) jeweils teilweise überschneidend ausgebildet sind, und daß die Querschnittsmittelpunkte (38) der zweiten Bodenbefestigungskörper (35) gegenüber der Verbindungslinie (36) zwischen den Querschnittsmittelpunkten der ersten Bodenbefestigungskörper (30, 31) so versetzt angeordnet sind, daß die jeweils zwischen zwei ersten Bodenbefestigungskörpern (30, 31) gesetzten zweiten Bodenbefestigungskörper (35) ein horizontales Gewölbe ausbilden, um den seitlichen Bodendruck aufnehmen zu

können.

18. Trägerverbau nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Träger jeweils durch in einen nach dem Verfahren gemäß Ansprüche 15 oder 16 hergestellten Bodenbefestigungskörper (31) eingebaute Ort betonpfähle (41) gebildet sind. 5
19. Trägerverbau nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Träger jeweils durch in einen nach dem Verfahren gemäß Ansprüche 15 oder 16 hergestellten Bodenbefestigungskörper (30) eingerammte Stahlprofile (40) gebildet sind. 10
20. Trägerverbau nach Anspruch 17, 18 oder 19, wobei die ersten und zweiten Bodenbefestigungskörper (30, 31, 35) jeweils durch einen nach dem Verfahren gemäß Ansprüche 15 oder 16 hergestellten Bodenbefestigungskörper gebildet sind. 15
20
21. Trägerverbau nach einem der Ansprüche 17 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** die durch die Querschnittsmittelpunkte der unbewehrten zweiten Bodenbefestigungskörper (35) gedachte Linie bogenförmig ausgebildet ist. 25
22. Verfahren zur Ausbildung eines Trägerverbau, insbesondere für eine Baugrubensicherung, wobei Träger (40, 41) in den Boden gesetzt und zwischen diesen eine Ausfachung gebildet wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** entlang dem Verlauf des auszubildenden Trägerverbau, vorzugsweise säulenförmige, Befestigungskörper (30, 31, 35) längsseitig aneinander stoßend in den Boden gesetzt werden, wobei die Querschnitte jeweils benachbarter Befestigungskörper einander überschneidend ausgebildet werden, und daß die Träger (40, 41) in einer vorbestimmbaren Teilung voneinander beabstandet in die Befestigungskörper (30, 31) eingebracht werden, wobei die Teilung jeweils einem Vielfachen des Abstandes der Querschnittsmittelpunkte der Befestigungskörper (30, 31, 35) entspricht, und wobei jene Befestigungskörper (35), die zwischen jeweils zwei Befestigungskörpern (30, 31) angeordnet werden, in welche die Träger (40, 41) eingebracht werden, in einem bogenförmigen Verlauf gesetzt werden, sodaß sie ein horizontales Gewölbe ausbilden, um den seitlichen Bodendruck aufnehmen zu können. 30
35
40
45
50
23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Befestigungskörper (30, 31, 35) im noch nicht ausgehärteten Zustand aneinandergesetzt werden, sodaß sich einander überschneidende Querschnitte jeweils benachbarter Befestigungskörper (30, 31, 35) ausbilden. 55

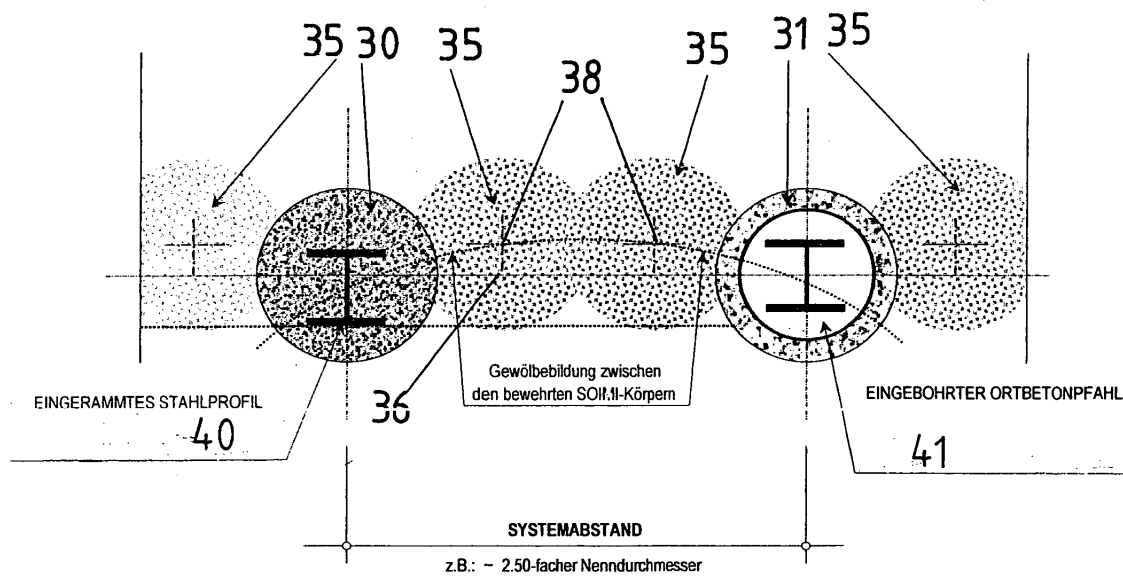
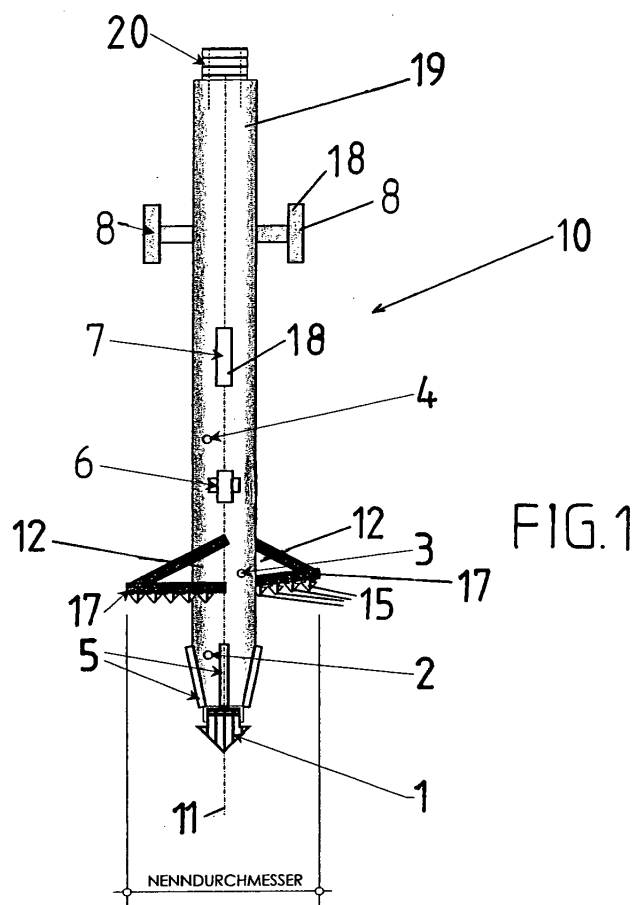


FIG. 2

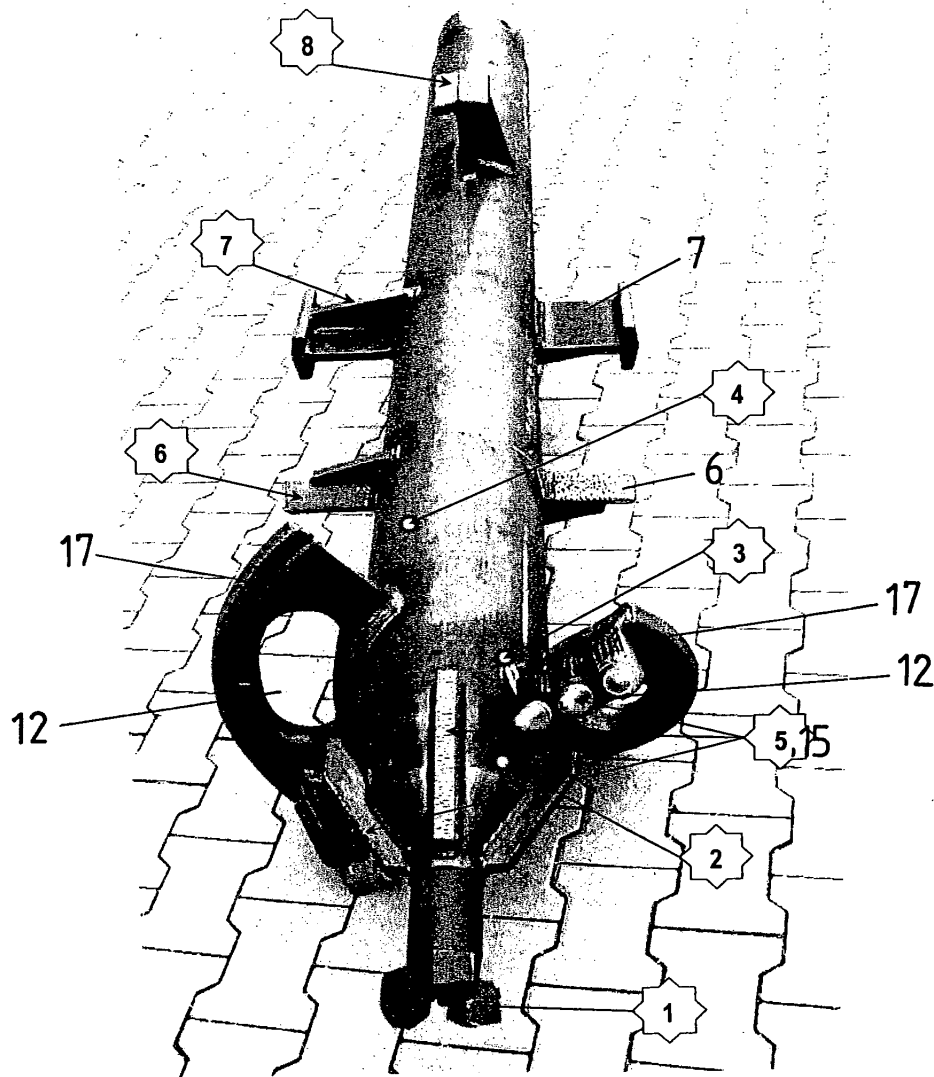


FIG. 3