

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 728 071 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

07.05.2014 Patentblatt 2014/19

(51) Int Cl.:

E02D 19/16^(2006.01)**E02D 19/18^(2006.01)**(21) Anmeldenummer: **12191322.2**(22) Anmeldetag: **05.11.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME(71) Anmelder: **Keller Holding GmbH****63067 Offenbach/Main (DE)**

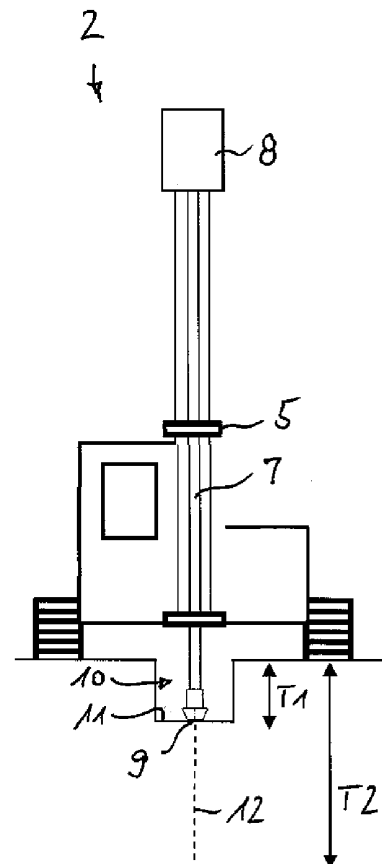
(72) Erfinder:

- **Falk, Eduard**
8010 Graz (AT)
- **Sigmund, Christian**
1140 Wien (AT)

(74) Vertreter: **Oberwalleney, Stephan et al**
Neumann Müller Oberwalleney & Partner
Patentanwälte
Overstolzenstrasse 2a
50677 Köln (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen wandförmiger Bodenelemente**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Bodenelementen mit den Schritten: Positionieren zumindest eines Düsenstrahlwerkzeugs 6 auf einer Bodenfläche 11, wobei das Düsenstrahlwerkzeug 6 zumindest eine nach unten gerichtete Düse 9 aufweist; und Bewegen des Düsenstrahlwerkzeugs 6 entlang der Bodenfläche 11 bei aktiviertem Düsenstrahl, wobei Suspension nach unten in den Boden 3 ausgebracht wird. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Herstellung entsprechender Bodenelemente.

**Fig. 1b****EP 2 728 071 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen einer vertikalen Abdichtung im Boden.

[0002] Aus der EP 1 045 073 A1 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung von Bodensäulen mittels eines Bohrgestänges bekannt. Am unteren Ende des Bohrwerkzeugs sind mehrere nach unten gerichtete Düsen vorgesehen. Durch den hier austretenden Düsenstrahl soll das für die Bohrung erforderliche Drehmoment reduziert werden. Zusätzlich sind an den Schneiden des Bohrwerkzeugs nach unten gerichtete Düsen vorgesehen.

[0003] Aus der EP 0 436 954 B1 ist eine Bohrvorrichtung zur Erstellung von Säulen im Boden bekannt. Am unteren Ende des Bohrgestänges befindet sich eine Austrittsdüse, durch die Bindemittel beim Bohren ausgebracht wird.

[0004] Aus der DE 43 12 231 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von flächigen Bauelementen im Boden mittels eines horizontal liegenden Injektionsgestänges bekannt. Durch mehrere im unteren Bereich des Injektionsgestänges angeordnete Hochdruckinjektionsdüsen wird eine horizontale Schneidwirkung erreicht.

[0005] Aus der DE 41 11 604 A1 ist ein Verfahren zum Herstellen von Beton- und Zementkörpern im Boden bekannt, bei dem zueinander parallele einander überschneidende oder tangierende Injektionssäulen im Düsenstrahlverfahren nacheinander erstellt werden. Derartige sich überschneidende Säulen werden beispielsweise zur Abdichtung im Boden, beispielsweise in Staudämmen verwendet. Sie werden mittels Injektionstechnik (Düsenstrahlverfahren) erstellt. Hierfür werden von Bohrlöchern aus ein auf die Untergrundverhältnisse abgestimmtes Injektionsmittel unter hohen Drücken in den Untergrund eingepresst.

[0006] Das sogenannte Hochdruckinjektionsverfahren, das auch unter Firmenbezeichnungen wie Soilcrete- oder Jet-Grouting-Verfahren bekannt ist, stellt eine Weiterentwicklung des Injektionsverfahrens dar. Hierfür wird ein Rohr unter Spülhilfe abgeteuft. Nach Erreichen der Endteufe wird durch am unteren Ende des Rohres befindliche seitliche Düsen Suspension mit hohen Drücken gepresst und das Rohr mit langsamer Rotation oder Schwenkbewegung gezogen. Dabei entsteht ein Körper, indem der Boden durch die Suspensionsstrahlen gelöst und vermischt ist.

[0007] Die Herstellung vertikaler Abdichtungen ist technisch verhältnismäßig aufwendig, sei es aufgrund der Verwendung eines diskontinuierlichen Verfahrens mit abwechselnden Auf- und Abbewegungen und dadurch bedingter entsprechend langer Herstellungsdauer sowie den damit verbundenen Risiken von Fehlstellungen, oder sei es aufgrund der Notwendigkeit zur Verwendung großer Geräte.

[0008] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Er-

findung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von vertikalen Bodenelementen vorzuschlagen, mit dem die genannten Nachteile vermieden werden können, beziehungsweise mit dem sich Bodenelemente zur vertikalen Abdichtung einfach und schnell herstellen lassen. Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine entsprechende Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens vorzuschlagen.

[0009] Zur Lösung wird ein Verfahren zur Herstellung von Bodenelementen im Boden vorgeschlagen, mit den Verfahrensschritten: Positionieren zumindest eines Düsenstrahlwerkzeugs auf eine Bodenfläche, wobei das Düsenstrahlwerkzeug zumindest eine nach unten gerichtete Düse aufweist; Bewegen des Düsenstrahlwerkzeugs entlang der Bodenfläche bei aktiviertem Düsenstrahl, wobei Suspension nach unten in den Boden ausgebracht wird.

[0010] Der Vorteil liegt darin, dass sich das Verfahren kontinuierlich, ohne jeweiligem Abteufen und erneutem Ziehen, durchführen lässt. Auf diese Weise können wandförmige Bodenelemente, die auch als vertikale Lamellen oder Dichtwände bezeichnet werden können, verhältnismäßig schnell und kostengünstig hergestellt werden. Das vorgeschlagene Verfahren eignet sich dabei insbesondere für die Herstellung von wandförmigen Bodenelementen mit relativ geringen Tiefen von bis zu fünf Metern. Die Herstellung erfolgt durch Injektionstechnik, wobei mittels eines Düsenstrahlwerkzeugs eine Bindemittelsuspension mit hohem Druck und hoher Geschwindigkeit in den Boden eingebracht wird. Dabei wird mit Hilfe eines nach unten gerichteten energiereichen Schneidstrahls aus Wasser oder Bindemittelsuspension der unterhalb des Düsenstrahlwerkzeugs liegende Boden aufgeschnitten beziehungsweise erodiert. Der erodierte Boden wird umgelagert und mit dem Bindemittel, beispielsweise Zement, vermischt. Die Austrittsgeschwindigkeiten des Schneidstrahls können über 100 m/s betragen. Hiermit kann, je nach Boden, verwendeter Flüssigkeit und Vorschubgeschwindigkeit, eine Tiefe von bis zu drei oder maximal vier Metern in einem Arbeitsgang erreicht werden. Als Böden für die Herstellung von Dichtwänden mit dem genannten Verfahren eignen sich insbesondere feine Kiesböden, Sand und Schluff.

[0011] Das Verfahren kann nach einer ersten Möglichkeit unmittelbar auf dem Boden durchgeführt werden. In diesem Fall ist die Bodenfläche, auf der das Düsenstrahlwerkzeug positioniert wird, die Oberfläche des Bodens. Nach einer zweiten Möglichkeit kann das Verfahren auf einer gegenüber der Oberfläche des Bodens vertieften Bodenfläche durchgeführt werden. Diese vertiefte Bodenfläche kann durch eine Entnahme von Boden, beispielsweise durch Aushub eines Grabens oder Absaugen, oder durch Verdrängung von Boden, erzeugt werden.

[0012] Bei der zweitgenannten Verfahrensführung wird vor Beginn des Düsenvorgangs ein Graben entlang der zu erstellenden Dichtwand hergestellt. Der Graben hat vorzugsweise eine zumindest etwa horizontal verlau-

fende Unterkante mit einer Tiefe von beispielsweise 30 cm bis 120 cm. Dabei bildet die Unterkante die Bodenfläche, auf welcher das Düsenstrahlwerkzeug positioniert wird. Die Breite des Grabens beträgt vorzugsweise 30 cm bis 50 cm. Die Herstellung des Grabens bzw. die Durchführung des Düsenstrahlverfahrens ausgehend von der Unterkante des Grabens hat den Vorteil, das sich die überlaufende Suspension in dem Graben sammeln kann. Außerdem trägt der Graben zur Gesamttiefe der zu erstellenden Dichtwand bei. Das heißt mit einem tiefer ausgehobenem Graben lassen sich auch tiefere Dichtwände erstellen. Es ist jedoch auch denkbar, wie oben als erste Verfahrensführung beschrieben, das erfindungsgemäße Verfahren ohne vorheriges Erstellen eines Grabens durchzuführen. In diesem Fall wird das Düsenstrahlwerkzeug direkt auf der Oberfläche des Bodens positioniert und entlang der zu erstellenden Dichtwand entlangbewegt.

[0013] Nach einer bevorzugten Ausgestaltung weist das Düsenstrahlwerkzeug eine Düsenbohrkrone auf, an deren unterem Ende die zumindest eine Düse angeordnet ist. Mit zumindest einer Düse ist gemeint, dass prinzipiell auch mehrere Düsen vorgesehen sein können, welche nach unten gerichtet sind. Unter nach unten gerichtet ist zu verstehen, dass die Düsenstrahlen eine Richtungskomponente nach unten aufweisen. Das heißt, die zumindest eine Düse kann nach vertikal unten ausgerichtet sein oder auch einen Winkel mit der Vertikalen beziehungsweise mit der Achse des Düsenstrahlgestänges einschließen. Insbesondere ist vorgesehen, dass die Düse so ausgerichtet ist, dass ein aus dieser austretender Düsenstrahl mit der Achse des Düsenstrahlgestänges einen Winkel von 0° bis 45° einschließt. Bei winklig ausgerichteter Düse kann diese nach einer ersten Möglichkeit in der Ebene der zu erstellenden Dichtwand liegen bzw. in Vorschubrichtung ausgerichtet sein. Auf diese Weise wird eine vertikale Dichtwand erzeugt. Nach einer zweiten Möglichkeit kann die gegenüber dem Düsenstrahlgestänge spitzwinklig ausgerichtete Düse, in Draufsicht auf das Düsenstrahlgestänge betrachtet, auch quer zur Vorschubrichtung ausgerichtet sein. Auf diese Weise, das heißt mit gegenüber einer Vertikalen geneigten Düse, wird eine geneigte Lamelle bzw. Dichtwand erzeugt. Dabei bildet die Dichtwand eine Ebene, die mit einer Vertikalebene entlang des Vorschubs eine dem Neigungswinkel der Düse entsprechende Neigung aufweist. Sofern zwei Düsen verwendet werden, könnten diese einen spitzen Winkel miteinander einschließen. Liegt die Ebene, welche von den beiden Düsenachsen aufgespannt wird quer zum Vorschubweg, werden zwei geneigte Lamellen bzw. Dichtwände erzeugt. Werden die Düsen so ausgerichtet, dass die von den Düsenachsen gebildete Ebene parallel bzw. in Vorschubrichtung liegt, wird eine vertikale Dichtwand hergestellt.

[0014] Das Düsenstrahlwerkzeug kann mittels eines Bohrgeräts entlang der Bodenfläche bzw. entlang des Grabens bewegt werden. Alternativ hierzu kann der Antrieb auch mittels einer Seilwinde erfolgen. Hiermit lässt

sich in günstiger Weise eine besonders langsame und gleichmäßige Vorschubbewegung bewerkstelligen. Das Düsenstrahlwerkzeug mit Düsenstrahlgestänge und Spülkopf ist vorzugsweise auf einem fahrbaren Gestell befestigt, das auch als Lafette bezeichnet wird. Die Lafette kann auf Kufen oder Schienen entlang des Grabens geführt werden. Alternativ oder in Ergänzung können die Führungsmittel auch Räder und/oder ein Raupenfahrzeug umfassen.

[0015] Vorzugsweise wird das Düsenstrahlwerkzeug mit einer Geschwindigkeit von 0,2 min/m bis 10 min/m entlang des Grabens bewegt, während Suspension in den Boden eingebracht wird. Dabei gilt allgemein, dass je langsamer die Vorschubbewegung des Werkzeug entlang des Grabens ist, desto größer ist die Eindringtiefe der Suspension und desto tiefer ist die zu erstellende Dichtwand.

[0016] Nach einer bevorzugten Verfahrensführung ist eine Messvorrichtung zum Messen der Bewegungsgeschwindigkeit des Düsenstrahlwerkzeugs vorgesehen. Hiermit wird eine gleichmäßige Vorschubgeschwindigkeit gewährleistet, was wiederum zu einem Bodenelement mit zumindest weitestgehend einheitlicher Tiefe und Breite über der Länge führt.

[0017] Nach einer möglichen Weiterbildung des Verfahrens kann als weiterer Verfahrensschritt vorgesehen sein: Absenken eines zweiten Düsenstrahlwerkzeugs auf eine Tiefe unterhalb der Bodenfläche, wobei das zweite Düsenstrahlwerkzeug zumindest eine nach unten gerichtete Düse aufweist; Bewegen des zweiten Düsenstrahlwerkzeugs entlang des bereits düsengestrahnten Abschnitts parallel zum ersten Düsenstrahlwerkzeug bei aktiviertem Düsenstrahl, wobei Suspension nach unten in den Boden ausgebracht wird, wobei das zweite Düsenstrahlwerkzeug dem ersten Düsenstrahlwerkzeug nachläuft. Die genannte Bodenfläche kann dabei, wie oben erläutert, bei unmittelbarer Verfahrensführung ohne vorherige Herstellung eines Grabens, die Oberfläche des Bodens sein, oder, bei vorheriger Herstellung eines Grabens, die Unterkante dieses Grabens sein.

[0018] Mit dem zweiten Düsenstrahlwerkzeug lassen sich in vorteilhafter Weise Dichtwände größerer Tiefe erstellen, beispielsweise mit einer Tiefe von bis zu bis zu fünf oder sechs Metern. Bei dem erweiterten Verfahren werden zwei Düsenstrahlwerkzeuge beziehungsweise Düsenstrahlgestänge gleichzeitig entlang des Grabens bzw. der Bodenfläche bewegt. Dabei taucht das nachlaufende (hintere) zweite Werkzeug beispielsweise zwei bis vier Meter tiefer in den Boden ein als das vorlaufende (vordere) erste Werkzeug. Auf diese Weise übernimmt das zweite Werkzeug eine zusätzliche Vertiefung der zu erstellenden Dichtwand. Bei dieser Vorgehensweise kann das erste Werkzeug beispielsweise einen ersten Abschnitt der Dichtwand mit einer ersten Tiefe von etwa drei Metern übernehmen, während das nachlaufende zweite Werkzeug einen zweiten, unterhalb des ersten Abschnitts liegenden zweiten Dichtwandabschnitt erstellt, der beispielsweise eine Tiefe von drei bis fünf Me-

tern haben kann. Die so hergestellte Dichtwand hat somit eine Gesamttiefe von etwa fünf Metern.

[0019] Nach einer hierzu alternative Verfahrensführung kann als weiterer Verfahrensschritt nach Erreichen eines Endes des zu düsenstrahlenden Abschnitts vorgesehen sein: Bewegen des zumindest einen Düsenstrahlwerkzeugs zurück zum Ausgangspunkt; Absenken des Düsenstrahlwerkzeugs auf eine zweite Tiefe unterhalb der Bodenfläche Grabens; Bewegen des Düsenstrahlwerkzeugs entlang des bereits düsengestrahlten Abschnitts bei aktiviertem Düsenstrahl, wobei Suspension nach unten ausgebracht wird. Mit Bodenfläche ist dabei die Fläche gemeint, von der aus das erste Düsenstrahlen vorgenommen worden ist.

[0020] Auch mit dem genannten alternativen Verfahren lassen sich vertikale oder geneigte Lamellen mit einer größeren Gesamttiefe herstellen, wobei hierfür nur ein Düsenstrahlwerkzeug benötigt wird. Dieses wird zunächst in einem ersten Schritt entlang der Bodenfläche bzw. der Unterkante des Grabens geführt, dann wird der Schlitten wieder zum Startpunkt zurückgesetzt, das Werkzeug wird auf eine tiefere zweite Tiefe abgesenkt (beispielsweise auf drei Meter unterhalb der Bodenfläche bzw. der Unterkante des Grabens) und erneut entlang der zu erstellenden Dichtwand bewegt. Die so erstellte Dichtwand hat eine Gesamttiefe von fünf Metern, wobei es sich versteht, dass dieser Wert nur beispielhaft und die Erfindung nicht hierauf beschränkt ist, was auch für die übrigen genannten Werte gilt.

[0021] Bei der Herstellung von Dichtwänden mit größerer Tiefe gemäß den genannten zwei Verfahrensführungen kann das Düsenstrahlwerkzeug vorzugsweise auf eine Tiefe von zwei bis vier Metern unterhalb der Bodenfläche bzw. der Unterkante des Grabens in den Boden abgesenkt werden. Auch bei der Verfahrensführung mit zweitem Düsenstrahlvorgang auf gegenüber dem ersten Düsenstrahlen vertieftem Niveau können die Düsenachsen in der oben angegebenen Form ausgerichtet bzw. die Düsenstrahlwerkzeuge gestaltet sein. Das heißt mit "nach unten ausgerichtet" ist gemeint, dass die Düsenstrahlwerkzeuge vorzugsweise in einem Winkelbereich von 0° bis 45° relativ zur Werkzeugachse liegen.

[0022] Die Lösung der obengenannten Aufgabe besteht ferner in einer Vorrichtung zur Herstellung von Bodenelementen, insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, umfassend: ein Werkzeug zum Herstellen eines Grabens; ein Düsenstrahlwerkzeug, das am unteren Ende zumindest eine nach unten gerichtete Düse zum Ausbringen einer Suspension in den Boden aufweist; Führungsmittel zum Führen des Düsenstrahlwerkzeugs entlang des Grabens.

[0023] Das Herstellen des Grabens kann durch Entfernen von Bodenmaterial, beispielsweise mittels eines Baggers, oder durch Verdrängen erfolgen. Das Düsenstrahlwerkzeug ist dadurch gekennzeichnet, dass es zumindest eine Düse aufweist, welche nach unten gerichtet ist, insbesondere in einem Winkelbereich von 0° bis 45°,

vorzugsweise von 0° bis 20°, relativ zu einer Vertikalen. Bezüglich der erfindungsgemäßen Merkmale und den damit erzielten Vorteilen wird auf die Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens Bezug genommen. Es versteht sich, dass jedes der im Zusammenhang mit dem Verfahren genannten Merkmale sich prinzipiell auch auf die Vorrichtung übertragen werden kann, und umgekehrt.

[0024] Zum Antreiben des Düsenstrahlwerkzeugs entlang des Grabens bzw. der Bodenfläche kann ein Bohrgerät dienen, auf dem das Düsenstrahlwerkzeug montiert ist. Alternativ oder in Ergänzung hierzu kann für den Vortrieb eine Seilwinde verwendet werden, mit der sich besonders langsame und gleichmäßige Bewegungen erreichen lassen. Das Düsenstrahlwerkzeug kann auf einem fahrbaren Gestell angebracht sein, das auf Kufen oder Schienen geführt sein kann.

[0025] Nach einer möglichen Ausgestaltung kann die Vorrichtung ein zweites Düsenstrahlwerkzeug aufweisen, das auf eine zweite Tiefe unterhalb einer ersten Tiefe des ersten Düsenstrahlwerkzeugs absenkbar ist und das zumindest eine nach unten gerichtete Düse aufweist. Dabei ist das zweite Düsenstrahlwerkzeug so angeordnet, dass es in Bewegungsrichtung der Vorrichtung dem ersten Düsenstrahlwerkzeug nachgelagert ist. Mit dem zweiten Düsenstrahlwerkzeug lassen sich Bodenelemente mit einer größeren Gesamttiefe herstellen.

[0026] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Zeichnungsfiguren erläutert. Hierin zeigt:

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Verfahren beziehungsweise eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung von Bodenelementen in einer ersten Ausführungsform

- a) nach dem Herstellen eines Grabens und vor dem Abteufen des Düsenstrahlwerkzeugs in dreidimensionaler Darstellung, teilweise geschnitten;
- b) nach dem Absenken des Düsenstrahlwerkzeugs bis zu einer ersten Tiefe T1 in Frontansicht bei aktiviertem Düsenstrahl unter Ausbringen einer Suspension;
- c) nach dem Ziehen des Düsenstrahlwerkzeugs das Bodenelement in fertigem Zustand in dreidimensionaler Darstellung, teilweise geschnitten;

Figur 2 ein erfindungsgemäßes Verfahren beziehungsweise Vorrichtung zur Herstellung von Bodenelementen in einer ergänzenden Ausführungsform

- a) nach der Durchführung des Verfahrens gemäß den Figuren 1a bis 1c mit zur Ausgangsposition zurückbewegtem Düsenstrahlgerät in Frontalansicht, bei dem das Düsenstrahlwerkzeug auf die Tiefe T2 abgesenkt ist mit aktiviertem Düsenstrahl;
- b) nach dem Bewegen des Düsenstrahlgeräts

- entlang des Grabens und nach dem Ziehen des Düsenstrahlwerkzeugs das Bodenelement mit einer Gesamttiefe T3 in fertigem Zustand in dreidimensionaler Darstellung, teilweise geschnitten;
- Figur 3 ein erfindungsgemäßes Verfahren beziehungsweise eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung von Bodenelementen in einer weiteren Ausführungsform
- a) nach dem Herstellen eines Grabens mit einem auf eine erste Tiefe T1 abgesenkten ersten Düsenstrahlwerkzeug und einem auf eine zweite Tiefe T2 abgesenktem zweiten Düsenstrahlwerkzeug beim Ausbringen von Suspension in Seitenansicht;
- b) nach dem Bewegen des Düsenstrahlgeräts entlang des Grabens und nach dem Ziehen der Düsenstrahlwerkzeuge das Bodenelement mit einer Gesamttiefe T3 in fertigem Zustand in dreidimensionaler Darstellung, teilweise geschnitten.

[0027] Die Figuren 1a bis 1c werden im Folgenden gemeinsam beschrieben. Es ist ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung von Bodenelementen mittels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 2 gezeigt. Die herzustellenden Bodenelemente können sich nach vertikal unten oder geneigt über eine bestimmte Länge erstrecken. Derartige längliche Bodenelemente werden vorliegend auch als vertikale bzw. geneigte Lamelle oder Dichtwand bezeichnet.

[0028] Die Vorrichtung 2, welche auch als (Düsenstrahl-)gerät bezeichnet werden kann, umfasst ein fahrbares Gestell und ein Düsenstrahlwerkzeug 6. Das Gerät 2 steht auf einer Bodenoberfläche 3 und ist dem Betrachter zugewandt. An dem Gerät 2 ist ein Mäklermast 4 befestigt, welcher eine vertikal verfahrbare Tragvorrichtung 5 zum Tragen eines Düsenstrahlgestänges 7 für das Düsenstrahlwerkzeug 6 aufweist. Das Düsenstrahlwerkzeug 6 weist eine oder mehrere nach unten weisende Austrittsdüsen 9 auf, über die eine Suspension und/oder Wasser, gegebenenfalls auch mit Druckluft ummantelt, durch das Düsenstrahlgestänge 7 in den anstehenden Boden 3 ausgebracht werden kann. Die Düse 9 ist vorliegend Teil einer Düsenbohrkrone 17, die am unteren Ende des Düsenstrahlwerkgestänges 7 befestigt ist. Es versteht sich, dass das Düsenstrahlwerkzeug auch ohne antreibbare Bohrkrone auskommen kann, das heißt eine reine Düsenkrone ohne Bohrfunktion aufweist. Das Düsenstrahlwerkzeug 6 kann durch einen Durchsteckdrehkopf geführt werden, mittels dem das Düsenstrahlgestänge 7 um eine Drehachse drehend antreibbar ist, wobei ein drehender Antrieb nicht zwingend ist.

[0029] Das Düsenstrahlgestänge 7 ist über eine entsprechende Halterung bzw. Schlitten mit dem Mäkler 4 verbunden und gegenüber diesem verfahrbar. Am oberen Ende des Düsenstrahlgestänges 7 ist ein Spülkopf 8 vorgesehen, welcher sich vertikal am Mäkler 4 verfahren lässt.

Gegebenenfalls kann auch ein Drehantrieb vorgesehen sein, der ebenfalls am Mäkler zu befestigen wäre. Der Drehantrieb dient zum drehbaren, respektive schwenkbaren Antreiben des Düsenstrahlgestänges 7. Der Spülkopf 8, der auch als Swivel bezeichnet wird, dient zum Anschließen von Leitungen zum Einleiten von Suspension bzw. Wasser, gegebenenfalls auch Luft, wobei die Leitungen nicht dargestellt sind. Zum Absenken des Düsenstrahlwerkzeugs 6 in den Baugrund werden der Spülkopf 8 mit dem Düsenstrahlgestänge 7 nach unten verfahren.

[0030] Das Verfahren wird folgendermaßen durchgeführt. In einem ersten Verfahrensschritt, welcher nicht gesondert dargestellt ist, wird ein Graben 10 entlang des zu erstellenden Bodenelements hergestellt. Dies kann mittels eines Baggers erfolgen. Der Graben 10 hat eine horizontal verlaufende Bodenfläche, die auch als Unterkante 11 bezeichnet werden kann. Der Graben kann eine Tiefe T1 von etwa 1 m haben. Die Breite des Grabens 10 beträgt vorzugsweise 30 cm bis 50 cm. Es versteht sich, dass die hier genannten Größen nur beispielhaft und nicht einschränkend sind. Nach einer abgewandelten Verfahrensführung, welche nicht gesondert dargestellt ist, kann auch auf die Herstellung eines Grabens verzichtet werden. In diesem Fall würde die Herstellung der vertikalen bzw. geneigten Lamelle unmittelbar von der Oberfläche des Bodens aus erfolgen.

[0031] Nach dem Herstellen des Grabens 10 wird im nächsten Verfahrensschritt das Düsenstrahlwerkzeug 6 auf der Unterkante 11 des Grabens 9 positioniert. Dabei ist die Bezeichnung Unterkante vorliegend nicht im klassischen Sinn als zwischen zwei Flächen gebildete Linie zu verstehen, sondern als untere Begrenzungsfläche des Grabens 10. Das Düsenstrahlgerät 2 mit auf die Unterkante 11 abgesenktem Düsenstrahlwerkzeug 6 ist in Figur 1b gezeigt. Nach dem Absenken des Düsenstrahlwerkzeugs 6 bis auf die Tiefe T1 des Grabens 9 wird das Düsenstrahlgerät 2 entlang des Grabens 9 in die Richtung R bewegt, das heißt in Bezug auf die Figur 1b aus der Zeichenebene hinaus. Das Bewegen entlang des Grabens 9 erfolgt bei aktiviertem Düsenstrahl, das heißt unter Ausbringung einer Suspension aus Bindemittel, beispielsweise Zement, und Wasser in den Boden 3.

[0032] Es ist in Figur 1b erkennbar, dass die Düse 9 nach vertikal unten weist, wobei auch gewisse Winkelabweichungen von der Vertikalen, insbesondere bis 45° Neigung (längs oder quer zur Bewegungsrichtung ausgerichtet), denkbar sind. Der Düsenstrahl ist als gestrichelte Linie 12 dargestellt. Es ist prinzipiell auch denkbar, dass das Düsenstrahlwerkzeug 6 an seinem Ende auch zwei Düsen 9 aufweist, welche nach unten, vertikal oder geneigt, ausgerichtet sind und durch die gleichzeitig Suspension in den Boden 3 eingebracht wird. Das Ausbringen der Suspension erfolgt unter hohen Drücken und mit hohen Austrittsgeschwindigkeiten, welche über 100 m/s liegen können. Dabei wird der anstehende Boden durch den Suspensionsstrahl gelöst und vermischt, so dass ein Bodenkörper 13 entsteht. Der so hergestellte Bodenkörper

per 13 kann, je nach Boden, verwendeter Flüssigkeit und Vorschubgeschwindigkeit des Düsenstrahlgeräts 2, eine Tiefe T2 von drei bis vier Metern in einem Arbeitsgang aufweisen. Als Böden für die Herstellung von Dichtwänden mit dem genannten Verfahren eignen sich insbesondere feine Kiesböden, Sand und Schluff.

[0033] Das Bewegen des Düsenstrahlgeräts 2 sollte mit konstanter Vorschubgeschwindigkeit erfolgen, um einen Bodenkörper 13 mit konstanter Breite und Tiefe über der Länge herzustellen. Zur Herstellung von Dichtwänden, welche eine variable Tiefe über der Länge aufweisen sollen, ist es natürlich auch denkbar, die Geschwindigkeit entlang der Vorschubrichtung R entsprechend zu variieren. Grundsätzlich gilt dabei, dass die Tiefe bzw. Breite des Bodenkörpers 13 umso geringer ist, je größer die Vorschubgeschwindigkeit ist. Die Vorschubgeschwindigkeit kann beispielsweise zwischen 0,2 min/m und 10,0 min/m betragen. Der Vorschub des Düsenstrahlwerkzeugs 6 wird vorliegend mittels des fahrbaren Geräts 2 bewerkstelligt. Es ist jedoch auch denkbar, dass der Antrieb des Werkzeugs mittels einer Seilwinde entlang des Grabens 10 erfolgt, womit sich eine besonders langsame und gleichmäßige Vorschubbewegung realisieren lässt. Für eine besonders gleichmäßige Herstellung kann eine Messvorrichtung zum Messen der Bewegungsgeschwindigkeit des Düsenstrahlwerkzeugs vorgesehen sein.

[0034] Der fertige Bodenkörper bzw. Dichtwand 13 ist in Figur 1c gezeigt. Dieser umfasst einen oberen Abschnitt 14, welcher durch Auffüllen des Grabens 10 mit Suspension gebildet ist, und einen darunter liegenden Abschnitt 15, welcher durch das Injektionsverfahren mittels Düsenstrahlen hergestellt ist. Insofern setzt sich die Tiefe T2 des Bodenkörpers 13 zusammen aus der Tiefe T1 des Grabens 10 plus der erreichten Tiefe des Düsenstrahls 12. Es ist erkennbar, dass der obere Abschnitt 14 eine größere Breite aufweist als der darunter liegende zweite Abschnitt 15.

[0035] Die Figuren 2a und 2b zeigen ein erfindungsgemäßes Verfahren in einer gegenüber Figur 1 erweiterter Ausführungsform. Dabei werden zunächst die im Zusammenhang mit den Figuren 1a bis 1c beschriebenen Verfahrensschritte durchgeführt, das heißt Erstellen des Grabens 10, Absenken des Düsenstrahlwerkzeugs 6 auf Tiefe T1 der Unterkante 11 des Grabens 10 und Bewegen des Düsenstrahlgeräts 2 in Richtung R entlang der zu erstellenden Dichtwand, bis zum gewünschten Ende.

[0036] Anschließend wird das Düsenstrahlwerkzeug 6 wieder gezogen, das Düsenstrahlgerät 2 wieder zum Ausgangspunkt, das heißt zum anderen Ende des Bodenkörpers zurückbewegt, und das Düsenstrahlen auf einer tieferliegenden zweiten Tiefe durchgeführt. Hierfür wird das Düsenstrahlwerkzeug 6 im Ausgangspunkt zumindest etwa auf die Tiefe T2 des noch nicht ausgehärteten Bodenkörpers 13 abgesenkt, welche unterhalb der Unterkante 11 des Grabens 10 liegt. Diese Position mit auf Tiefe T2 abgesenktem Düsenstrahlwerkzeug 6 ist in Figur 2a gezeigt. Anschließend wird das Düsenstrahl-

werkzeug 6 erneut entlang des Grabens 10 bzw. entlang des bereits erstellten Bodenkörpers 13 bei aktiviertem Düsenstrahl unter Ausbringung von Suspension bewegt. Auf diese Weise lässt sich eine Dichtwand mit gegenüber der Ausführungsform gemäß den Figuren 1a bis 1c größerer Tiefe T3 erstellen. Denn zu der Tiefe T2, welche durch den Graben 10 und die beim ersten Düsenstrahldurchgang erreichbare Tiefe herstellbar ist, tritt die Tiefe, welche durch den zweiten Düsenstrahldurchgang erreichbar ist. Der so hergestellte Bodenkörper bzw. Dichtwand 13 setzt sich folglich aus dem oberen Grabenabschnitt 14, dem ersten Düsenstrahlabschnitt 15 und zusätzlich dem zweiten Düsenstrahlabschnitt 16 zusammen. Die gemäß dem erweiterten Verfahren hergestellte Dichtwand ist in Figur 2b gezeigt. Die mit dem genannten Verfahren hergestellte Dichtwand 13 kann, je nach Boden, verwendeter Flüssigkeit und Verfahrensgeschwindigkeit, eine Gesamttiefe T3 von bis zu fünf Metern haben. Es versteht sich, dass das in den Figuren 2a und 2b gezeigte Verfahren in einer abgewandelten Ausführungsform auch ohne vorheriges Erstellen eines Grabens durchgeführt werden kann.

[0037] In den Figuren 3a und 3b ist ein erfindungsgemäßes Verfahren bzw. eine erfindungsgemäße Vorrichtung in einer weiteren Ausführungsform gezeigt, das denjenigen gemäß den Figuren 1a bis 1c bzw. 2a bis 2b weitestgehend entspricht. Insofern wird hinsichtlich der Gemeinsamkeiten auf die obige Beschreibung Bezug genommen, wobei gleiche bzw. einander entsprechende Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

[0038] Die Besonderheit der vorliegenden Vorrichtung 2 bzw. des vorliegenden Verfahrens ist, dass ein zweites Düsenstrahlwerkzeug 6' vorgesehen ist, das dem ersten Düsenstrahlwerkzeug 6 in Bewegungsrichtung R des Geräts nachgelagert ist. Das Gerät 2 ist in Figur 3a in Seitenansicht gezeigt. Es ist erkennbar, dass das erste Werkzeug 6 auf die Tiefe T1 der Unterkante 11 des Grabens abgesenkt ist und das zweite Werkzeug 6' auf die Tiefe T2 der Unterkante des oberen Düsenstrahlabschnitts 15. Das Verfahren wird so durchgeführt, dass zunächst das erste Düsenstrahlwerkzeug 6 auf die Tiefe T1 abgesenkt wird und das Gerät bei aktiviertem Düsenstrahl ein erstes Teilstück entlang des zu erstellenden Bodenkörpers bewegt wird. Wenn das zweite Werkzeug 6' in Überdeckung mit dem durch das erste Werkzeug 6 erstellten Bodenkörpers 15 ist, wird auch dieses abgesenkt, und zwar auf die Tiefe T2, welche zumindest etwa das untere Ende des durch das erste Werkzeug hergestellten Bodenkörpers bildet. Dann wird das Gerät 2 weiter verfahren, wobei beide Werkzeuge 6, 6' synchron Suspension in den Boden 3 ausbringen.

[0039] Mit dem zweiten Düsenstrahlwerkzeug 6' lassen sich, ähnlich wie bei dem Verfahren gemäß den Figuren 2a und 2b, Dichtwände 13 größerer Tiefe erstellen. Dadurch, dass das nachlaufende Werkzeug 6' tiefer in den Boden 3 eintaucht als das vorlaufende Werkzeug 6 übernimmt ersteres eine zusätzliche Vertiefung der zu erstellenden Dichtwand. Insgesamt können, wie bei der

Ausführungsform gemäß Figur 2, Gesamttiefen T3 von bis zu fünf Metern oder mehr erreicht werden. Es versteht sich, dass auch das in den Figuren 3a und 3b gezeigte Verfahren in einer abgewandelten Ausführung auch ohne vorheriges Erstellen eines Grabens, unmittelbar von der Oberfläche des Bodens ausgehend durchgeführt werden kann.

[0040] Insgesamt bieten alle der obengenannten Vorrichtungen bzw. Verfahren den Vorteil, dass sich damit Dichtwände 13 kontinuierlich, das heißt ohne jeweiligem Abteufen und erneutem Ziehen, durchführen lassen. Durch einen oder mehrere nach unten gerichtete Düsenstrahlen 12 wird ein vertikaler bzw. geneigter Schlitz in das Erdreich geschnitten. Das Erdreich und die bei dem Düsenstrahl 12 verwendete Suspension werden vermischt und erhärten im Anschluss. Es lassen sich somit Dichtwände von verhältnismäßig geringer Tiefe und Breite schnell und kostengünstig herstellen. Damit kann das Verfahren beispielsweise zum Abdichten von Dämmen effektiv eingesetzt werden.

Bezugszeichenliste

[0041]

2	Vorrichtung
3	Boden
4	Mäklermast
5	Tragvorrichtung
6	Düsenstrahlwerkzeug
7	Düsenstrahlgestänge
8	Spülkopf
9	Düse
10	Graben
11	Unterkante
12	Düsenstrahl
13	Bodenelement
14	Abschnitt
15	Abschnitt
16	Abschnitt
17	Düsenbohrkrone

R	Richtung
T	Tiefe

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Bodenelementen mit den Schritten:

Positionieren zumindest eines Düsenstrahlwerkzeugs (6) auf eine Bodenfläche (11), wobei das Düsenstrahlwerkzeug (6) zumindest eine nach unten gerichtete Düse (9) aufweist, Bewegen des Düsenstrahlwerkzeugs (6) entlang der Bodenfläche (11) bei aktiviertem Düsenstrahl, wobei Suspension nach unten in den

Boden (3) ausgebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Verfahrensschritt vor dem Positionieren des zumindest einen Düsenstrahlwerkzeugs (6) vorgesehen ist:

Herstellen eines Grabens (10), wobei das zumindest eine Düsenstrahlwerkzeug (6) auf die Unterkante (11) des Grabens (10) positioniert wird, welche die Bodenfläche bildet, und wobei das Düsenstrahlwerkzeug (6) entlang des Grabens (10) bewegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Graben (10) mit einer Breite von etwa 30 cm bis 50 cm und/oder mit einer Tiefe von etwa 30 cm bis 120 cm hergestellt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Düsenstrahlwerkzeug (6) mittels eines Bohrgeräts oder mittels einer Seilwinde bewegt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Düsenstrahlwerkzeug (6) ein Düsenstrahlgestänge (7) umfasst, das auf einer Lafette befestigt ist, wobei die Lafette auf Kufen oder Schienen geführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** als weiterer Verfahrensschritt vorgesehen ist:

Absenken eines zweiten Düsenstrahlwerkzeugs (6') auf eine Tiefe (T2) unterhalb der Bodenfläche (11), auf der das erste Düsenstrahlwerkzeug (6) positioniert ist, wobei das zweite Düsenstrahlwerkzeug zumindest eine nach unten gerichtete Düse (9) aufweist, Bewegen des zweiten Düsenstrahlwerkzeugs (6') parallel zum ersten Düsenstrahlwerkzeug (6) bei aktiviertem Düsenstrahl, wobei Suspension nach unten in den Boden (3) ausgebracht wird, wobei das zweite Düsenstrahlwerkzeug (6') dem ersten Düsenstrahlwerkzeug (6) nachläuft.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** als weiterer Verfahrensschritt nach Erreichen eines Endes eines zu düsenstrahlenden Bereichs vorgesehen ist:

Bewegen des zumindest einen Düsenstrahl-

- werkzeugs (6) zurück zum Ausgangspunkt, Absenken des Düsenstrahlwerkzeugs (6) auf eine zweite Tiefe (T2) unterhalb der Bodenfläche (11),
Bewegen des Düsenstrahlwerkzeugs (6) entlang des bereits düsengestrahlten Bereichs bei aktiviertem Düsenstrahl, wobei Suspension nach unten ausgebracht wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Düsenstrahlwerkzeug (6) mit einer Geschwindigkeit von 0,2 min/m bis 10 min/m bewegt wird, während Suspension in den Boden eingebracht wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewegungsgeschwindigkeit des Düsenstrahlwerkzeugs (6) während des Düsenvorgangs gemessen und geregelt wird.
10. Vorrichtung zur Herstellung von Bodenelementen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, umfassend ein Werkzeug zum Erzeugen eines Grabens (10), zumindest ein Düsenstrahlwerkzeug (6, 6'), das am unteren Ende zumindest eine nach unten gerichtete Düse (9) zum Ausbringen einer Suspension in den Boden (3) aufweist, Führungsmittel zum Führen des Düsenstrahlwerkzeugs (6) entlang des Grabens (10).
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Düsenstrahlwerkzeug (6, 6') eine Düsenbohrkrone (17, 17') aufweist, wobei die zumindest eine Düse (9, 9') am unteren Ende der Düsenbohrkrone fixiert ist und nach unten gerichtet ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führungsmittel zum Führen des zumindest einen Düsenstrahlwerkzeugs (6, 6') entlang des zu erstellenden Bodenelements (13) zumindest eines der Elemente Kufen, Schienen, Räder und Raupenfahrwerk aufweisen.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Bohrgerät oder eine Seilwinde zum Antrieb des zumindest einen Düsenstrahlwerkzeugs (6, 6') vorgesehen ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Messvorrichtung zum Messen der Bewegungsgeschwindigkeit des zumindest einen Düsen-
- strahlwerkzeugs (6, 6') vorgesehen ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zweites Düsenstrahlwerkzeug (6') vorgesehen ist, das auf eine zweite Tiefe (T2) unterhalb einer ersten Tiefe (T1) des ersten Düsenstrahlwerkzeugs (6) absenkbar ist und das zumindest eine nach unten gerichtete Düse (9') aufweist, wobei das zweite Düsenstrahlwerkzeug (6') so angeordnet ist, dass es in Bewegungsrichtung (R) dem ersten Düsenstrahlwerkzeug (6) nachgelagert ist.

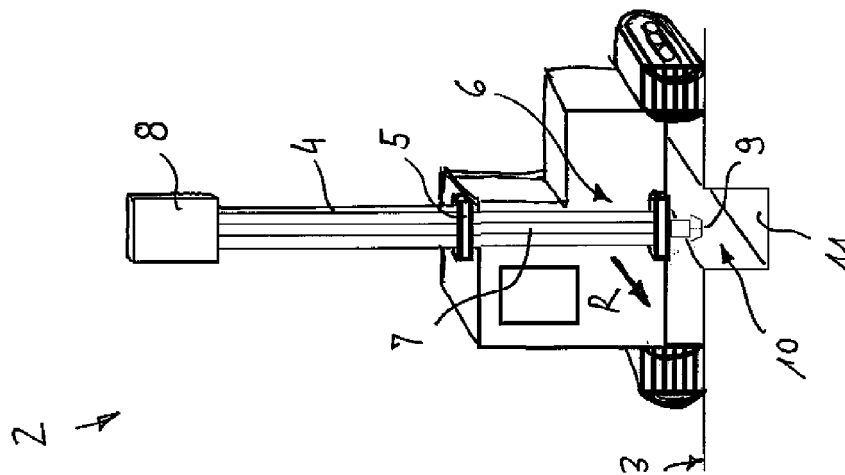


Fig. 1a

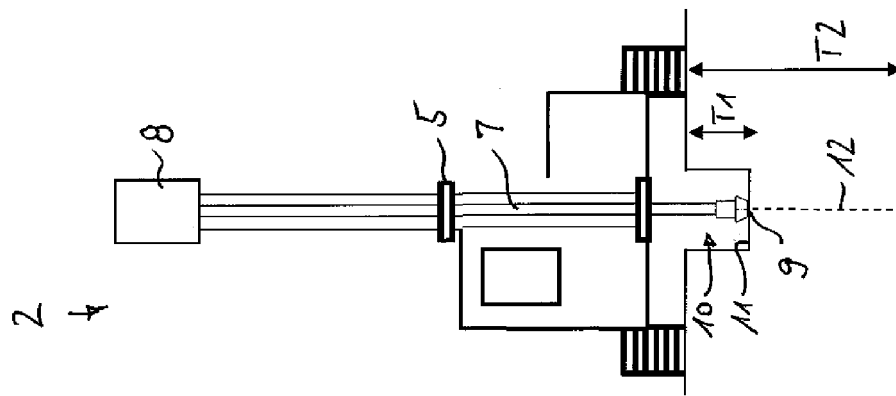


Fig. 1b

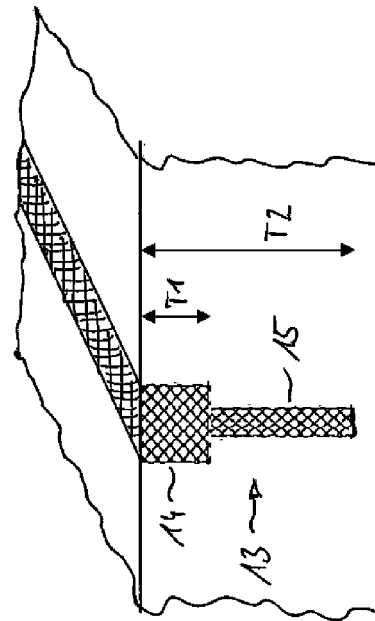


Fig. 1c

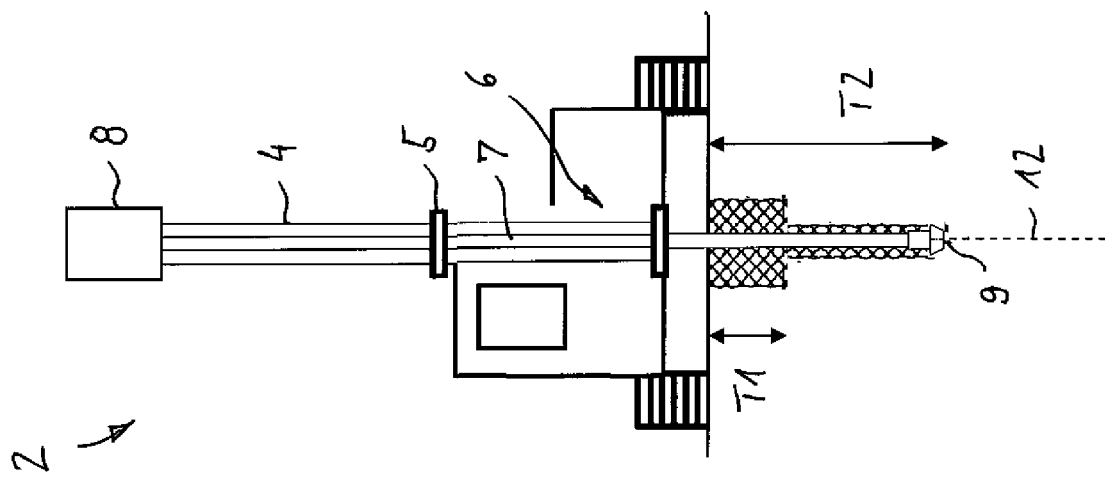


Fig. 2a

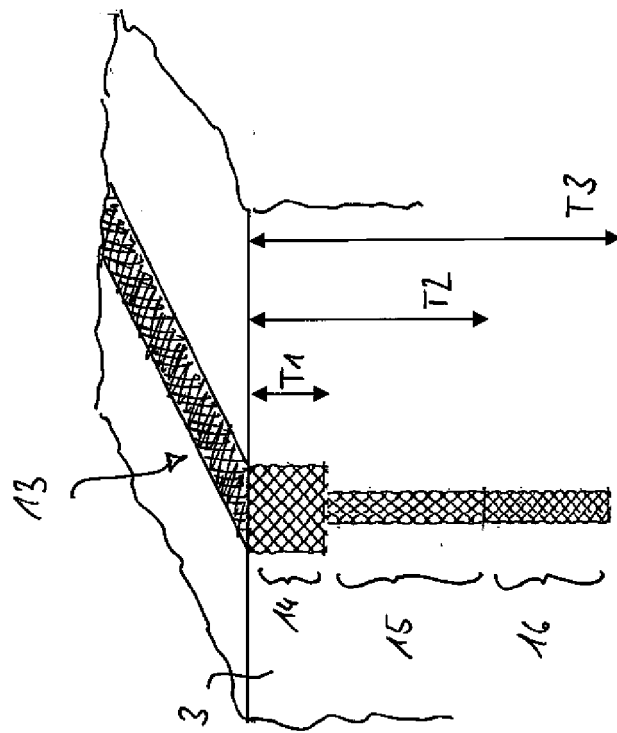
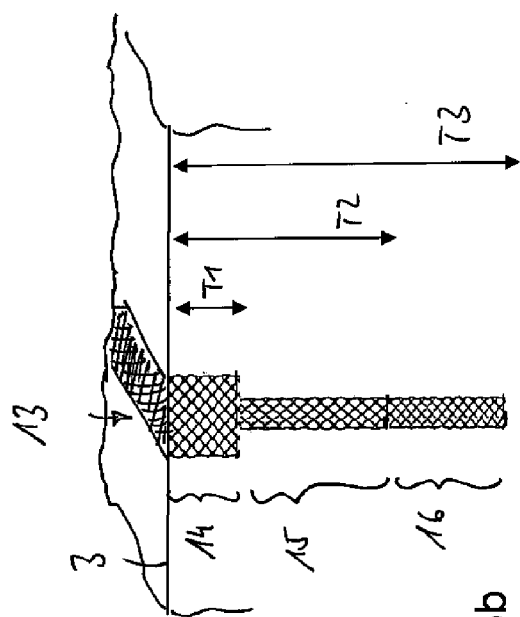
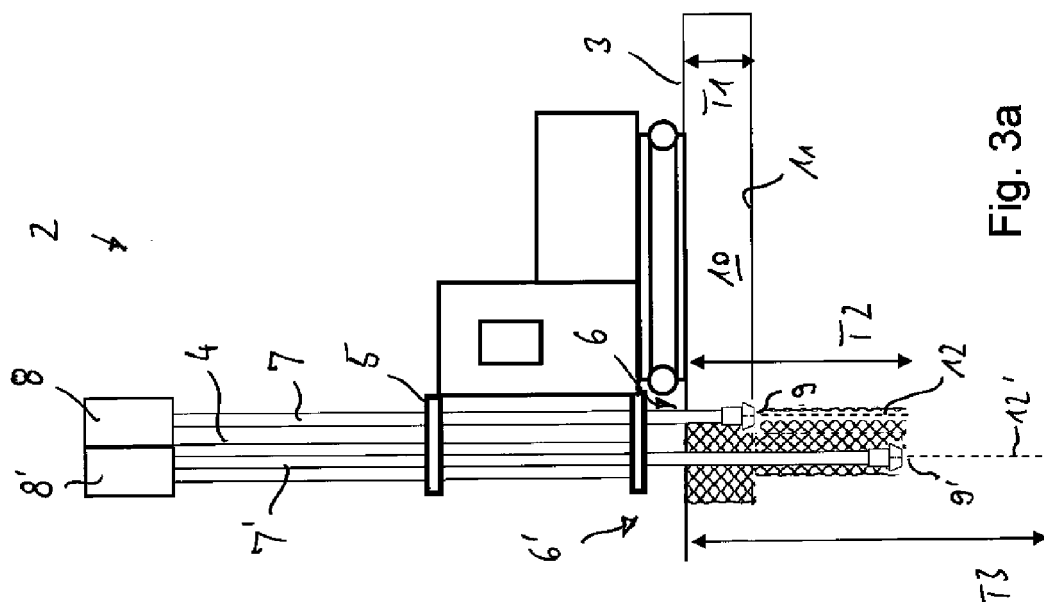


Fig. 2b





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 19 1322

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 6 146260 A (ASK KENKYUSHO KK) 27. Mai 1994 (1994-05-27) * Zusammenfassung *	1,4,5,9	INV. E02D19/16 E02D19/18
X,D	EP 1 045 073 A1 (TREVI SPA [IT]) 18. Oktober 2000 (2000-10-18) * Absatz [0012] - Absatz [0027]; Abbildung 4 *	1,4,5,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. April 2013	Prüfer Geiger, Harald
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 19 1322

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-04-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 6146260	A	27-05-1994	-----	-----
EP 1045073	A1	18-10-2000	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1045073 A1 [0002]
- EP 0436954 B1 [0003]
- DE 4312231 A1 [0004]
- DE 4111604 A1 [0005]