

(19)



(11)

**EP 2 809 870 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**02.03.2016 Patentblatt 2016/09**

(51) Int Cl.:  
**E21B 19/14<sup>(2006.01)</sup> E21B 19/24<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **13770408.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2013/067733**

(22) Anmeldetag: **27.08.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2014/114369 (31.07.2014 Gazette 2014/31)**

(54) **VERFAHREN UND BOHRANORDNUNG ZUM RICHTUNGSGENAUEN EINBRINGEN EINES BOHRROHRES**

METHOD AND DRILLING EQUIPMENT FOR THE PRECISE INSERTION OF A DRILLING PIPE

PROCÉDÉ ET ÉQUIPEMENT DE FORAGE POUR L'INSERTION PRÉCISE D'UN TUBE DE FORAGE

(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**

• **KARMANN, Bernhard**  
**86676 Ehekirchen-Seiboldsdorf (DE)**  
• **PAVLU, Thomas**  
**85250 Altomünster (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.12.2014 Patentblatt 2014/50**

(74) Vertreter: **Wunderlich, Rainer et al**  
**Weber & Heim**  
**Patentanwälte**  
**Partnerschaftsgesellschaft mbB**  
**Irmgardstrasse 3**  
**81479 München (DE)**

(73) Patentinhaber: **Bauer Spezialtiefbau GmbH**  
**86529 Schrobenhausen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **BANZHAF, Peter**  
**86529 Schrobenhausen (DE)**  
• **SCHMIDT, Mike**  
**86529 Schrobenhausen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 2 177 711 EP-A1- 2 623 677**  
**US-A1- 2005 284 662 US-A1- 2013 145 590**  
**US-A1- 2013 199 845**

**EP 2 809 870 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum richtungsgenauen Einbringen eines Bohrrohres in den Boden, bei welchem eine Ausrichtung der Lage des Bohrrohres zumindest zu Beginn des Einbringens bestimmt wird, die Ausrichtung des Bohrrohres mittels einer Stelleinrichtung justiert wird, welche über eine Steuereinrichtung gesteuert wird, und das Bohrrohr in den Boden mittels einer Bohrvorrichtung abgebohrt wird, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Bohranordnung zum richtungsgenauen Einbringen eines Bohrrohres in den Boden, mit einer Stelleinrichtung zum Verändern der Ausrichtung des Bohrrohres, einer Steuereinrichtung zum Steuern der Stelleinrichtung und einer Bohrvorrichtung zum Abbohren des Bohrrohres in den Boden.

[0003] Bohrröhre werden zum Erstellen von Bohrpfählen im Boden eingesetzt. Dabei können die Bohrröhre entlang des gesamten Bohrloches zum Stützen einer Bohrlochwandung oder nur in einem oberen Bohrlochbereich vorgesehen werden, um etwa zum Abbohren des weiteren Bohrloches ein Bohrwerkzeug zu führen. Die Bohrröhre können im Boden verbleiben oder beim Verfüllen des Bohrloches mit aushärtbarer Masse wieder gezogen werden.

[0004] Insbesondere bei längeren Bohrpfählen, welche Bohrpfahllängen von 50 Meter und mehr erreichen können, kommt einem richtungsgenauen Einbringen des Bohrrohres insbesondere im oberen Bereich für die Positionsgenauigkeit des Bohrpfahles eine große Bedeutung zu. Weicht etwa das einleitende Bohrrohr nur um ein oder zwei Grad von der Vertikalen ab, führt dies dazu, dass bei einem Bohrpfahl mit einer Länge von 50 Metern der Pfahlfuß um bis zu einem halben Meter von der vorgesehenen Lage abweichen kann. Bei der Erstellung sogenannter Bohrpfahlwände mit sich überschneidenden oder angrenzenden Bohrpfählen hat dies dann zur Folge, dass Bohrpfähle mit einem entsprechend größeren Durchmesser erstellt werden müssen, um eine dichte Bohrpfahlwand zu bilden. Eine Erhöhung des Pfahldurchmessers um einen halben Meter stellt aber einen erheblichen Mehraufwand bei der Erstellung des Bohrloches und auch beim Verfüllen mit aushärtbarer Masse dar. EP 2 177 711 A1 offenbart die Präambel zu den Ansprüchen 1 und 9.

[0005] Bohrröhre können mit einer sogenannten Verrohrungsmaschine in den Boden eingebracht werden. Derartige Verrohrungsmaschinen sind aus der DE 197 29 315 A1 oder DE 38 09 626 C2 bekannt. Insbesondere das letztgenannte Dokument zeigt eine Verrohrungsmaschine mit zahlreichen Hydraulikzylindern, welche als Stelleinrichtung zur Ausrichtung eines eingespannten Bohrrohres über eine Steuereinrichtung eingesetzt werden können.

[0006] Es ist bekannt, die anfängliche Lage eines Bohrrohres vor Beginn des Abbohrens über ein separa-

tes Messgerät zu bestimmen und über die Stelleinrichtungen in eine möglichst vertikale Position zu bringen. Ein derartiges optisches Messgerät geht beispielsweise aus der EP 2 623 677 A1 im Zusammenhang mit der Justierung einer Schlitzwandfräse hervor.

[0007] Für weitere Messungen während des Abbohrens des Bohrrohres mit einem solchen Messgerät ist es allerdings erforderlich, den Bohrvorgang zu unterbrechen und dann gegebenenfalls eine Nachjustierung vorzunehmen. Ein derartiges Messen und Justieren ist zeit-aufwendig.

[0008] Weiter ist es zwar aus der DE 196 25 720 C1 oder DE 10 2005 008 430 A1 bekannt, in ein Bohrloch oder Bohrrohr eine Messsonde einzubringen und die Vertikalität des eingebrachten Bohrrohres zu messen. Allerdings erfordert ein derartiges Messverfahren ebenfalls eine Unterbrechung des Bohrvorganges.

[0009] Bei der Erstellung von Tieflochbohrungen mit einem gesteuerten Bohrkopf ist es beispielsweise aus der DE 694 02 530 T2 bekannt, am Bohrwerkzeug Sensoreinrichtungen vorzusehen, mit welchen der Verlauf des Bohrloches beim Abbohren feststellbar ist. Ein solcher Bohrkopf mit Messeinrichtungen, die im Bohrloch während des Bohrens eingesetzt werden, ist sehr aufwändig, da diese Messeinrichtungen sehr starken Beanspruchungen beim Abbohren im Bohrloch standhalten müssen.

[0010] Solche Bohrköpfe werden daher nur bei Tieflochbohrungen mit nicht-linearen Bohrlochverläufen eingesetzt.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Bohranordnung zum richtungsgenauen Einbringen eines Bohrrohres anzugeben, welche in einfacher Weise eine hohe Richtungsgenauigkeit erlauben.

[0012] Die Aufgabe wird zum einen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen mit einer Bohranordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass an einem Kopfbereich des Bohrrohres ein Markierungselement und axial gegenüberliegend von dem Markierungselement eine vom Bohrrohr unabhängige Messeinrichtung angeordnet werden, welche mindestens zwei Abstandsmesseinheiten aufweist, das mittels der mindestens zwei Abstandsmesseinheiten während des Abbohrens des Bohrrohres regelmäßig der axiale Abstand zu dem Markierungselement gemessen wird, wobei die Abstandsmesseinheiten jeweils eigenständige Abstandsmesswerte abgeben und dass die Abstandsmesswerte der mindestens zwei Abstandsmesseinheiten in der Steuereinrichtung verglichen und zum Justieren des Bohrrohres während des Abbohrens eingesetzt werden.

[0014] Eine Grundidee der Erfindung liegt darin, am Kopfbereich des Bohrrohres ein Markierungselement an-

zubringen und dieses nach einem anfänglichen Justieren mittels einer axial gegenüberliegenden Messeinrichtung die Lageveränderung des Markierungselementes beim Abbohren mit mindestens zwei Abstandsmesseinheiten zu überwachen. Ausgehend von einer anfänglichen ausgerichteten Lage des Bohrrohres kann so eine unerwünschte Verkippung des Bohrrohres umgehend festgestellt werden, da eine solche Verkippung zu zwei unterschiedlichen Abstandsmessergebnissen führt. Dies ist durch einen Vergleich der Abstandsmesswerte unmittelbar in der Steuereinrichtung möglich, so dass umgehend ein Nachjustieren der Ausrichtung des Bohrrohres über die Stelleinrichtung durch die Steuereinrichtung erfolgen kann. Ein derartiges Justieren kann in vorgegebenen Justierschritten mit geregelter Richtungsjustierung durchgeführt werden. Ein Bohrrohr im Sinne der Erfindung kann grundsätzlich jedes stangenförmige, vorzugsweise rotationssymmetrische Bauteil sein, welches mittels Bohren in den Boden eingebracht wird.

**[0015]** Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass als Markierungselement eine erste Ringplatte verwendet wird, welche an einem oberen Ende des Bohrrohres befestigt wird und gegenüber dem Bohrrohr radial vorsteht. Eine derartige Markierungsplatte ermöglicht eine Abstandsmessung an mehreren Stellen entlang des Umfanges des Bohrrohres. Vorzugsweise sind drei oder mehr Abstandsmesselemente an der Messeinrichtung um den Umfang des Bohrrohres gleichmäßig versetzt angeordnet. Nach einem anfänglichen Justieren des Markierungselementes kann beim weiteren Abbohren des Bohrrohres durch diese mehrfache Abstandsmessung eine Verkippung der Bohrachse festgestellt werden. Denn etwa bei einem richtungsgenauen vertikalen Einbringen des Bohrrohres geben die Abstandsmesselemente jeweils denselben Abstandswert oder zumindest dieselbe Abstandsänderung an, während bei einer Verkippung durch die Abstandsmesselemente unterschiedliche Werte ermittelt werden. Bei drei oder mehr Abstandsmesselementen kann so eine Verkippung im Raum gegenüber der Sollachse durch ein entsprechendes Auswerteprogramm in der Steuereinrichtung festgestellt werden. Die Steuereinrichtung kann dann computergesteuert der Verkippung durch entsprechendes Einwirken auf das Bohrrohr über die Stelleinrichtungen entgegenwirken.

**[0016]** Grundsätzlich kann die Messeinrichtung axial oberhalb des Markierungselementes angeordnet sein. Besonders vorteilhaft und erschütterungsarm ist es, wenn die Messeinrichtung unterhalb dem Markierungselement nahe am Boden angeordnet wird.

**[0017]** Dabei ist es besonders zweckmäßig, dass die Messeinrichtung beabstandet von dem Bohrrohr und der Bohrvorrichtung angeordnet und relativ zum Boden fest angebracht ist. Die Messeinrichtung stellt so einen festen und erschütterungsarmen Bezugspunkt zu dem Markierungselement am Kopf des Bohrrohres dar.

**[0018]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung ist es vorteilhaft, dass die Messeinrichtung eine ringförmige

Messplatte aufweist, welche um das Bohrrohr herum angeordnet wird. Die ringförmige Messplatte weist dabei die Abstandsmesselemente auf, welche insbesondere berührungslose Messsensoren sind. Diese Messsensoren können vorzugsweise eine Abstandsmessung mittels Laserstrahl oder Ultraschall vornehmen.

**[0019]** Grundsätzlich kann als Bohrvorrichtung ein Bohrgerät mit einem Mast verwendet werden, entlang welchem ein Bohrantrieb zum Einbringen des Bohrrohres verfahrbar ist. Besonders zweckmäßig ist es nach der Erfindung, dass als Bohrvorrichtung eine Verrohrungsmaschine verwendet wird, welche auf dem Boden um das Bohrloch herum angeordnet wird. Derartige Verrohrungsmaschinen werden häufig für das Einbringen von Bohrröhren in Bohrlöchern eingesetzt.

**[0020]** Dabei ist es nach einer Ausführungsform der Erfindung vorteilhaft, dass die Messeinrichtung oberhalb der Verrohrungsmaschine angeordnet und über ein von der Verrohrungsmaschine getrenntes Tragegestell gehalten wird. Hierdurch wird eine erschütterungsarme Anordnung der Messeinrichtung unabhängig von der Verrohrungsmaschine erreicht.

**[0021]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsvariante der Erfindung besteht darin, dass zu Beginn des Verfahrens die Ausrichtung des Bohrrohres mittels eines Messgerätes bestimmt und justiert wird und anschließend eine Kalibrierung der Messeinrichtung mit den Abstandsmesseinheiten erfolgt. Die anfängliche Einmessung des Bohrrohres kann in bekannter Weise über ein optisches Messgerät erfolgen, wie es beispielsweise im Zusammenhang mit der EP 2 623 677 A1 beschrieben ist. Nach dieser Einmessung des Bohrrohres mit dem oberen Markierungselement erfolgt vorzugsweise eine mechanische und/oder elektronische Kalibrierung der Abstandsmesseinheiten der Messeinrichtung. Dabei kann eine horizontale Lage des Markierungselementes als Solllage als vorgegeben festgesetzt werden. Abweichungen des plattenförmigen Markierungselementes aus dieser Solllage können so über die Abstandsmesseinheiten festgestellt und anschließend über die Steuereinrichtung und die Stelleinrichtung korrigiert werden. In bestimmten Fällen kann eine Lagemessung erfindungsgemäß auch ohne zwingendes Nachjustieren des Bohrrohres erfolgen.

**[0022]** Die erfindungsgemäße Bohranordnung ist dadurch gekennzeichnet, dass an einem Kopfbereich des Bohrrohres ein Markierungselement angeordnet ist, dass axial beabstandet von dem Markierungselement eine vom Bohrrohr unabhängige Messeinrichtung angeordnet ist, welche mindestens zwei Abstandsmesseinheiten aufweist, dass die Abstandsmesseinheiten ausgebildet sind, während des Abbohrens des Bohrrohres regelmäßig den axialen Abstand zu dem Markierungselement zu messen und jeweils eigenständige Abstandsmesswerte abzugeben, und dass die Steuereinrichtung ausgebildet ist, die Abstandsmesswerte der mindestens zwei Abstandsmesseinheiten zu vergleichen und ein Justieren des Bohrrohres zeitgleich mit dem Abbohren durchzuführen.

**[0023]** Mit dieser Bohranordnung kann das vorgenannte Bohrverfahren und die damit verbundenen Vorteile ausgeführt beziehungsweise erreicht werden.

**[0024]** Grundsätzlich kann die Messeinrichtung eine beliebige Anzahl von Abstandsmesseinheiten aufweisen. Besonders bevorzugt ist es nach der Erfindung, dass die Messeinrichtung drei oder vier Abstandsmesseinheiten aufweist, welche ringförmig verteilt um das Bohrrohr auf einer ringförmigen Messplatte angeordnet sind. Die Messplatte kann gegenüber dem Boden fest oder justierbar gelagert sein.

**[0025]** Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, dass die ringförmige Messplatte getrennt von dem Bohrrohr und der Bohrvorrichtung auf einem Traggestell um das Bohrrohr herum gelagert ist. Dies ermöglicht eine erschütterungsarme Halterung der Messeinrichtung nahe am Bohrrohr.

**[0026]** Grundsätzlich können beliebige und geeignete Abstandsmesseinheiten zur Abstandsmessung nach der Erfindung vorgesehen werden. Nach einer Ausführung der Erfindung ist es besonders zweckmäßig, dass die Abstandsmesseinheiten zur berührungslosen Abstandsmessung ausgebildet sind. Insbesondere eine Abstandsmessung mittels Laserstrahl oder Ultraschall ermöglicht eine konstruktiv einfache Ausgestaltung der Messeinrichtung mit einer sehr exakten Abstandsmessung.

**[0027]** Die Justierung des Bohrrohres abhängig von den ermittelten Abstandswerten kann über geeignete Steuereinrichtungen erfolgen. Besonders vorteilhaft ist es dabei, dass die Stelleinrichtung hydraulische Stellzylinder aufweist. Die Stellzylinder können dabei verteilt um den Umfang des Bohrrohres an der Bohrvorrichtung angeordnet sein. Durch Ein- oder Ausfahren von Stellelementen können das Bohrrohr unmittelbar oder die Bohrvorrichtung insgesamt in ihrer Lage verändert werden.

**[0028]** Bevorzugt ist das Bohrrohr richtungsgenau in einer Führungseinrichtung der Bohrvorrichtung geführt, wobei die Stellzylinder ausgebildet sind, die Führungseinrichtung oder die Bohrvorrichtung insgesamt in ihrer Lage zu verändern, um die Ausrichtung des Bohrrohres zu beeinflussen.

**[0029]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert, welches schematisch in den Zeichnungen dargestellt ist. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Bohranordnung;

Fig. 2 eine Seitenansicht der Bohranordnung von Fig. 1 in geänderten Maßstab; und

Fig. 3 eine Draufsicht auf die Bohranordnung von Fig. 2 von oben.

**[0030]** Die in den Figuren 1 bis 3 gezeigte erfindungsgemäße Bohranordnung 10 umfasst eine auf einem Bo-

den 8 aufgesetzte Bohrvorrichtung 12, welche in den Zeichnungen stark schematisiert als ein Kasten dargestellt ist. Die Bohrvorrichtung 12 ist insbesondere eine hinlänglich bekannte Verrohrungsmaschine. Diese ist mit einem Antrieb ausgebildet, mit welchem ein Bohrrohr 2 drehend in den Boden eingebracht werden kann. Hierzu ragt das Bohrrohr 2 etwa mittig durch die Bohrvorrichtung 12 hindurch und wird in dieser von einer verdrehbaren Spann- und Antriebsklemme gehalten.

**[0031]** Am unteren, bodenseitigen Ende des Bohrrohres 2 ist eine Schneideinrichtung 5 mit einer Vielzahl von Schneidzähnen zum Abtrag von Bodenmaterial ausgebildet. Ein Bodenmaterial innerhalb des Bohrrohres 2 wird in bekannter Weise durch ein nicht dargestelltes Bohrgerät etwa mittels einer Bohrschnecke oder eines Bohreimers abgetragen, welche passend in dem Bohrrohr 2 angeordnet und geführt sein können. Für ein derartiges verrohrtes Bohren stellt das Einbringen des Bohrrohres 2, insbesondere wenn das Bohrrohr 2 vorausgehend in den Boden 8 eingebracht wird, einen maßgeblichen Faktor für die Vertikalität der Gesamtbohrung dar. Entsprechend der Genauigkeit der erstellten Bohrung wird die Genauigkeit des darin ausgebildeten Bohrfahles bestimmt, welcher durch Auffüllen des Bohrloches mit einer aushärtbaren Masse gebildet wird. Dabei kann das Bohrrohr im Boden verbleiben oder beim Auffüllen wieder gezogen werden.

**[0032]** Zur Sicherstellung einer exakten Ausrichtung des Bohrrohres 2 beim Abbohren ist am freien Ende des Bohrrohres 2 ein Markierungselement 30 angebracht. Das Markierungselement 30 weist eine radial zur Bohrachse gerichtete kreisringscheibenförmige Ringplatte 32 auf, welche fest mit einer Verbindungshülse 34 verbunden ist. Die Verbindungshülse 34 ist mit einer bekannten Rohrverbindung mit den Radialbohrungen und axialen Nasen versehen, welche mit einem Verbindungsabschnitt 3 am oberen Ende des Bohrrohres 2 passend und lösbar verbunden ist. Durch diese passende Verbindung ist die Ringplatte 32 des Markierungselementes 30 rechtwinklig zur Rohrachse des Bohrrohres 2 ausgerichtet.

**[0033]** Korrespondierend zur Ringplatte 32 ist darunterliegend, jedoch oberhalb der Bohrvorrichtung 12 eine kreisringförmige Messplatte 42 einer Messeinrichtung 40 angeordnet. Die Messplatte 42 ist hierbei beabstandet zum Gehäuse der Bohrvorrichtung 12 auf einem Traggestell 20 befestigt, welches im vorliegenden Ausführungsbeispiel aus zwei U-förmigen Tragbügeln 22 gebildet ist. An einer Oberseite der Messplatte 42 sind gleichmäßig um den Umfang des Bohrrohres 2 verteilt vier Abstandsmesseinheiten 44 angeordnet. Die Abstandsmesseinheiten 44 sind als berührungslos arbeitende Messsensoren ausgebildet, welche einen schematisch dargestellten Laserstrahl 46 als Messstrahl an die Unterseite der axial gegenüber liegenden Ringplatte 32 des Markierungselementes 30 aussenden. Mittels eines derartigen Messstrahles können derartige Abstandsmesseinheiten 44 den jeweiligen Abstand zur Ringplatte 32 mit hoher Genauigkeit ermitteln. Die jeweiligen Messwer-

te der vier Messeinheiten 44 werden an eine nicht dargestellte Steuereinrichtung übertragen, welche die kontinuierlich gemessenen Abstandswerte der jeweiligen Abstandsmesseinheiten 44 miteinander vergleicht und so während des Abbohrns unerwünschte Lageabweichungen der Ebene der Ringplatte 32 gegenüber der Ebene der Messplatte 42 ermittelt.

**[0034]** Zur Korrektur der festgestellten Lageabweichung des Bohrrohres 2 beim Abbohren kann über die Steuereinrichtung eine Stelleinrichtung 14 angesteuert werden, mit welcher die Lage der Bohrvorrichtung 12 und damit die Lage des darin eingespannten oder passend geführten Bohrrohres 2 verändert werden kann.

**[0035]** Hierzu weist die Stelleinrichtung 14 im dargestellten Ausführungsbeispiel vier Stellzylinder 16 auf. Die Stellzylinder 16 sind jeweils über ein Verbindungsblech 19 an einem Eckbereich der kastenförmigen Bohrvorrichtung 12 befestigt. Über die Stellzylinder 16 kann nach unten eine Kolbenstange 17 ausgefahren werden, an deren unteren Ende jeweils ein tellerförmiger Stützfuß 18 angebracht ist. Über diese Stellzylinder 16 mit den Stützfüßen 18 ist die Bohrvorrichtung 12 auf dem Boden 8 aufgesetzt. Durch eine entsprechende Ansteuerung der Stellzylinder 16 über die Steuereinrichtung können die Kolbenstangen 17 so ausgefahren werden, dass die Lage der Bohrvorrichtung 12 mit dem darin geführten Bohrrohr 2 so geändert wird, bis über die Messeinrichtung 40 die gewünschte Lage der Ringplatte 32 fest gestellt wird. Es kann so insbesondere ein Einbringen des Bohrrohres 2 erreicht werden, wobei die Ringplatte 32 stets parallel zu ihrer kalibrierten Ausgangslage bleibt.

**[0036]** Nach dem Abbohren des Bohrrohres 2 kann das Markierungselement 30 durch Lösen der Schraubverbindungen vom oberen Ende des Bohrrohres 2 entfernt werden. Es kann dann in bekannter Weise ein weiteres Bohrrohr 2 über den Verbindungsabschnitt 3 befestigt werden. Wenn dies gewünscht ist, kann an dem neu angebrachten Bohrrohr 2 am oberen Ende das Markierungselement 30 wieder befestigt werden und ein weiteres gesteuertes Abbohren gemäß der Erfindung erfolgen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum richtungsgenauen Einbringen eines Bohrrohres (2) in den Boden (8), bei welchem

- eine Ausrichtung der Lage des Bohrrohres (2) zumindest zu Beginn des Einbringens bestimmt wird,
- die Ausrichtung des Bohrrohres (2) mittels einer Stelleinrichtung (14) justiert wird, welche über eine Steuereinrichtung gesteuert wird, und
- das Bohrrohr (2) in den Boden (8) mittels einer Bohrvorrichtung (12) abgebohrt wird,

**dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** an einem Kopfbereich des Bohrrohres (2) ein Markierungselement (30) und axial gegenüberliegend von dem Markierungselement (30) eine vom Bohrrohr (2) unabhängige Messeinrichtung (40) angeordnet werden, welche mindestens zwei Abstandsmesseinheiten (44) aufweist,

- **dass** mittels der mindestens zwei Abstandsmesseinheiten (44) während des Abbohrns des Bohrrohres (2) regelmäßig der axiale Abstand zu dem Markierungselement (30) gemessen wird, wobei die Abstandsmesseinheiten (44) jeweils eigenständige Abstandsmesswerte abgeben, und

- **dass** die Abstandsmesswerte der mindestens zwei Abstandsmesseinheiten (44) in der Steuereinrichtung verglichen und zum Justieren des Bohrrohres (2) während des Abbohrns eingesetzt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** als Markierungselement (30) eine erste Ringplatte (32) verwendet wird, welche an einem oberen Ende des Bohrrohres (2) befestigt wird und gegenüber dem Bohrrohr (2) radial vorsteht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Messeinrichtung (40) unterhalb dem Markierungselement (30) nahe am Boden (8) angeordnet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Messeinrichtung (40) beabstandet von dem Bohrrohr (2) und der Bohrvorrichtung (12) angeordnet und relativ zum Boden (8) fest angebracht ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Messeinrichtung (40) eine ringförmige Messplatte (42) aufweist, welche um das Bohrrohr (2) herum angeordnet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** als Bohrvorrichtung (12) eine Verrohrungsmaschine verwendet wird, welche auf dem Boden (8) um das Bohrloch herum angeordnet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Messeinrichtung (40) oberhalb der Verrohrungsmaschine angeordnet und über ein von der Verrohrungsmaschine getrenntes Traggestell (20) gehalten wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zu Beginn des Verfahrens die Ausrichtung des Bohrrohres (2) mittels eines Messgerätes bestimmt und justiert wird und anschließend eine Kalibrierung der Messeinrichtung (40) mit den Abstandsmesseinheiten (44) erfolgt.

9. Bohranordnung zum richtungsgenauen Einbringen eines Bohrrohres (2) in den Boden (8), mit

- einer Stelleinrichtung (14) zum Verändern der Ausrichtung des Bohrrohres (2),
- einer Steuereinrichtung zum Steuern der Stelleinrichtung (14) und
- einer Bohrvorrichtung (12) zum Abbohren des Bohrrohres (2) in den Boden (8),

**dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** an einem Kopfbereich des Bohrrohres (2) ein Markierungselement (30) angeordnet ist,
- **dass** axial beabstandet von dem Markierungselement (30) eine vom Bohrrohr (2) unabhängige Messeinrichtung (40) angeordnet ist, welche mindestens zwei Abstandsmesseinheiten (44) aufweist,
- **dass** die Abstandsmesseinheiten (44) ausgebildet sind, während des Abbohrens des Bohrrohres (2) regelmäßig den axialen Abstand zu dem Markierungselement (30) zu messen und jeweils eigenständige Abstandsmesswerte abzugeben, und
- **dass** die Steuereinrichtung ausgebildet ist, die Abstandsmesswerte der mindestens zwei Abstandsmesseinheiten (44) zu vergleichen und ein Justieren des Bohrrohres (2) zeitgleich mit dem Abbohren durchzuführen.

10. Bohranordnung nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Messeinrichtung (40) drei oder vier Abstandsmesseinheiten (44) aufweist, welche ringförmig verteilt um das Bohrrohr (2) auf einer ringförmigen Messplatte (42) angeordnet sind.

11. Bohranordnung nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die ringförmige Messplatte (42) getrennt von dem Bohrrohr (2) und der Bohrvorrichtung (12) auf einem Traggestell (20) um das Bohrrohr (2) herum gelagert ist.

12. Bohranordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Abstandsmesseinheiten (44) zur berührungslosen Abstandsmessung ausgebildet sind.

13. Bohranordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Stelleinrichtung (14) hydraulische Stellzylinder (16) aufweist.

## Claims

1. Method for introducing a drill pipe (2) into the ground (8) with directional accuracy, in which

- an alignment of the position of the drill pipe (2) is determined at least at the beginning of the introduction,
- the alignment of the drill pipe (2) is adjusted by means of a positioning means (14) which is controlled by a control means and
- the drill pipe (2) is drilled down into the ground (8) by means of a drilling device (12),

**characterized in that**

- on a head region of the drill pipe (2) a marking element (30) is arranged and axially opposite the marking element (30) a measuring means (40) is arranged which is independent of the drill pipe (2) and has at least two distance measuring units (44),
- by means of the at least two distance measuring units (44) the axial distance to the marking element (30) is measured regularly while the drill pipe (2) is being drilled down, wherein the distance measuring units (44) each provide independent measured distance values, and
- **in that** the measured distance values of the at least two distance measuring units (44) are compared in the control means and used to adjust the drill pipe (2) during drilling.

2. Method according to claim 1,  
**characterized in that**  
as marking element (30) a first annular plate (32) is used which is fixed on an upper end of the drill pipe (2) and projects radially from the drill pipe (2).

3. Method according to claim 1 or 2,  
**characterized in that**  
the measuring means (40) is arranged below the marking element (30) close to the ground (8).

4. Method according to any one of claims 1 to 3,  
**characterized in that**  
the measuring means (40) is arranged spaced away from the drill pipe (2) and the drilling device (12) and is firmly installed relative to the ground (8).

5. Method according to any one of claims 1 to 4,  
**characterized in that**

the measuring means (40) has an annular measuring plate (42) which is arranged around the drill pipe (2).

6. Method according to any one of claims 1 to 5,  
**characterized in that**  
as drilling device (12) a casing machine is used which is arranged on the ground (8) around the borehole.

7. Method according to claim 6,  
**characterized in that**  
the measuring means (40) is arranged above the casing machine and held by a support frame (20) that is separate from the casing machine.

8. Method according to any one of claims 1 to 7,  
**characterized in that**  
at the beginning of the method the alignment of the drill pipe (2) is determined and adjusted by means of a measuring instrument and subsequently a calibration of the measuring means (40) with the distance measuring units (44) is effected.

9. Drilling arrangement for introducing a drill pipe (2) into the ground (8) with directional accuracy, having

- a positioning means (14) for changing the alignment of the drill pipe (2),
- a control means for controlling the positioning means (14) and
- a drilling device (12) for drilling the drill pipe (2) down into the ground (8),

**characterized in that**

- on a head region of the drill pipe (2) a marking element (30) is arranged,
- axially spaced from the marking element (30) a measuring means (40) is arranged which is independent of the drill pipe (2) and has at least two distance measuring units (44),
- the distance measuring units (44) are designed to measure the axial distance to the marking element (30) regularly while the drill pipe (2) is being drilled down and to each provide independent measured distance values and
- **in that** the control means is designed to compare the measured distance values of the at least two distance measuring units (44) and to carry out an adjustment of the drill pipe (2) concurrently with drilling.

10. Drilling arrangement according to claim 9,  
**characterized in that**  
the measuring means (40) has three or four distance measuring units (44) which are arranged by being distributed annularly around the drill pipe (2) on an annular measuring plate (42).

11. Drilling arrangement according to claim 10,

**characterized in that**

the annular measuring plate (42) is supported separately from the drill pipe (2) and the drilling device (12) on a support frame (20) around the drill pipe (2).

12. Drilling arrangement according to any one of claims 9 to 11,

**characterized in that**

the distance measuring units (44) are designed for contact-free distance measurement.

13. Drilling arrangement according to any one of claims 9 to 12,

**characterized in that**

the positioning means (14) has hydraulic positioning cylinders (16).

**Revendications**

1. Procédé pour l'introduction avec orientation précise d'un tube de forage (2) dans le sol (8), selon lequel :

- une orientation de la position du tube de forage (2) est déterminée au moins au début de l'introduction,
- l'orientation du tube de forage (2) est ajustée au moyen d'un dispositif de réglage (14), qui est commandé par un dispositif de commande, et
- le tube de forage (2) est enfoncé par forage dans le sol (8) au moyen d'un dispositif de forage (12),

**caractérisé :**

- **en ce qu'**on a disposé dans une région supérieure du tube de forage (2) un élément de repérage (30) et, axialement à l'opposé de l'élément de repérage (30), un dispositif de mesure (40) indépendant du tube de forage (2) et qui comprend au moins deux unités de mesure de distance (44),
- **en ce qu'**au moyen des au moins deux unités de mesure de distance (44), la distance axiale à l'élément de repérage (30) est régulièrement mesurée pendant l'enfoncement par forage du tube de forage (2), les unités de mesure de distance (44) délivrant ainsi chacune des valeurs de mesure de distance distinctes, et
- **en ce que** les valeurs de mesure de distance des au moins deux unités de mesure de distance (44) sont comparées dans le dispositif de commande et utilisées pendant le forage pour l'ajustement du tube de forage (2).

2. Procédé selon la revendication 1,  
**caractérisé :**

- en ce qu'**on utilise comme élément de repérage (30) une première plaque annulaire (32), qui est fixée à une extrémité supérieure du tube de forage (2) et s'étend radialement par rapport au tube de forage (2). 5
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé** :
- en ce que** le dispositif de mesure (40) est disposé au-dessous de l'élément de repérage (30), au voisinage du sol (8). 10
4. Procédé selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé** : 15
- en ce que** le dispositif de mesure (40) est disposé à distance du tube de forage (2) et du dispositif de forage (12) et fermement fixé par rapport au sol (8). 20
5. Procédé selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé** :
- en ce que** le dispositif de mesure (40) comprend une plaque de mesure de forme annulaire (42), qui est disposée autour du tube de forage (2). 25
6. Procédé selon une des revendications 1 à 5, **caractérisé** : 30
- en ce qu'**on utilise comme dispositif de forage (12) une machine à tuber, qui est disposée sur le sol (8) autour du trou de forage. 35
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé** :
- en ce que** le dispositif de mesure (40) est disposé au-dessus de la machine à tuber et est maintenu sur une structure porteuse (20) séparée de la machine à tuber. 40
8. Procédé selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé** : 45
- en ce qu'**au début de la mise en oeuvre du procédé, l'orientation du tube de forage (2) est déterminée et ajustée au moyen d'un dispositif de mesure, puis un étalonnage du dispositif de mesure (40) est effectué avec les unités de mesure de distance (44). 50
9. Dispositif de forage pour l'introduction avec orientation précise d'un tube de forage (2) dans le sol (8), avec : 55
- un dispositif de réglage (14), pour la modification de l'orientation du tube de forage (2),
  - un dispositif de commande, pour la commande du dispositif de réglage (14), et
  - un dispositif de forage (12), pour l'enfoncement par forage du tube de forage (2) dans le sol (8),
- caractérisé** :
- **en ce qu'**un élément de repérage (30) est disposé dans une région supérieure du tube de forage (2),
  - **en ce que**, à l'opposé axialement de l'élément de repérage (30), un dispositif de mesure (40) indépendant du tube de forage (2) est disposé et comprend au moins deux unités de mesure de distance (44),
  - **en ce que** les unités de mesure de distance (44) sont constituées de manière à mesurer régulièrement la distance axiale à l'élément de repérage (30) pendant l'enfoncement par forage du tube de forage (2) et à délivrer chacune des valeurs de mesure de distance distinctes, et
  - **en ce que** le dispositif de commande est constitué de manière à comparer les valeurs de mesure de distance des au moins deux unités de mesure de distance (44) et à effectuer un ajustement du tube de forage (2) en même temps que l'enfoncement par forage.
10. Dispositif de forage selon la revendication 9, **caractérisé** :
- en ce que** le dispositif de mesure (40) comprend trois ou quatre unités de mesure de distance (44), qui sont disposées en étant réparties autour du tube de forage (2) selon une disposition annulaire sur une plaque de mesure (42) de forme annulaire.
11. Dispositif de forage selon la revendication 10, **caractérisé** :
- en ce que** la plaque de mesure (42) de forme annulaire est mise en place sur une structure porteuse (20) autour du tube de forage (2) en étant séparée du tube de forage (2) et du dispositif de forage (12).
12. Dispositif de forage selon une des revendications 9 à 11, **caractérisé** :
- en ce que** les unités de mesure de distance (44) sont constituées en vue d'une mesure de distance sans contact.
13. Dispositif de forage selon une des revendications 9 à 12,



**caractérisé :**

**en ce que** le dispositif de réglage (14) comprend des vérins hydrauliques (16).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

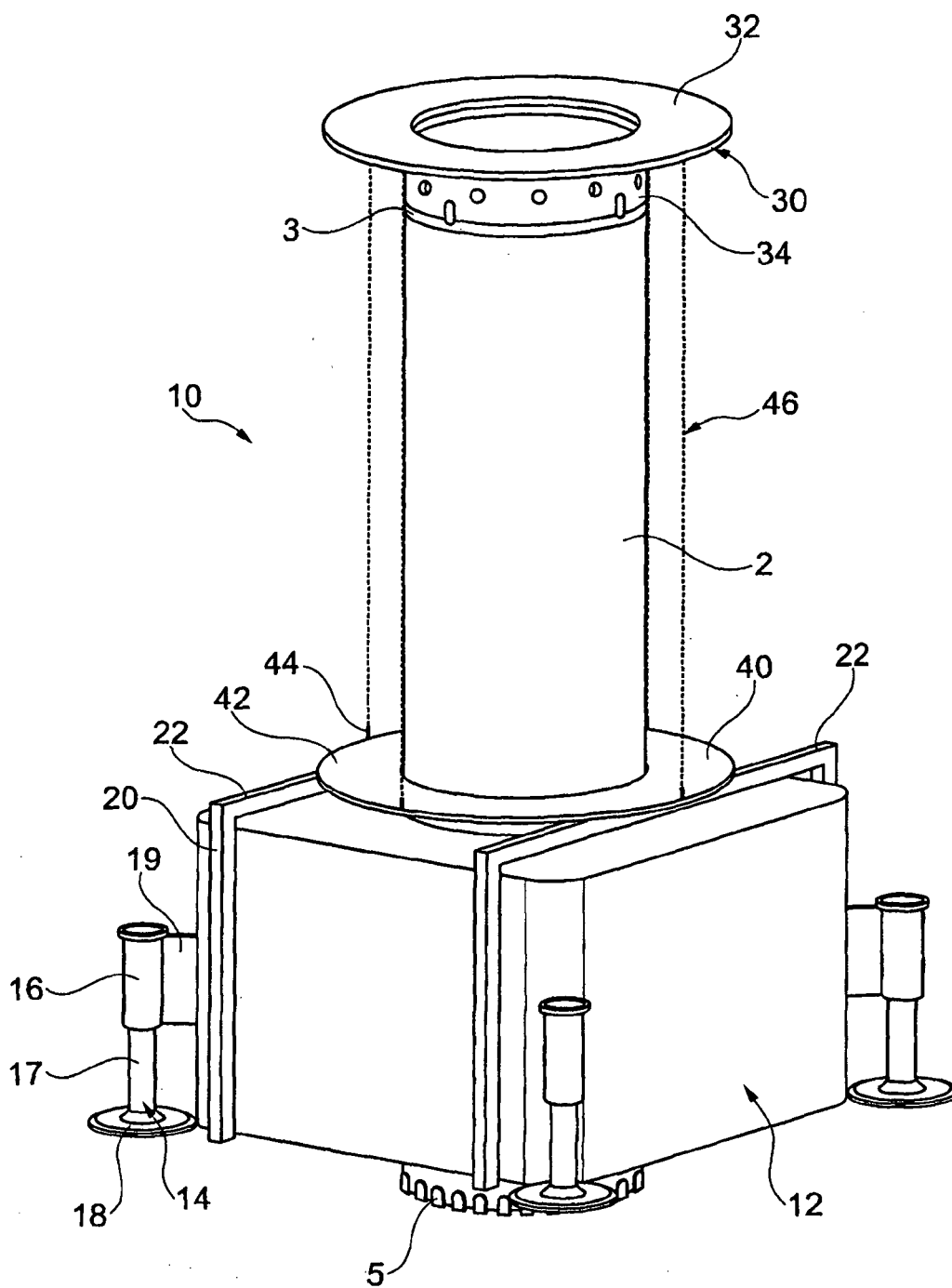


Fig. 1

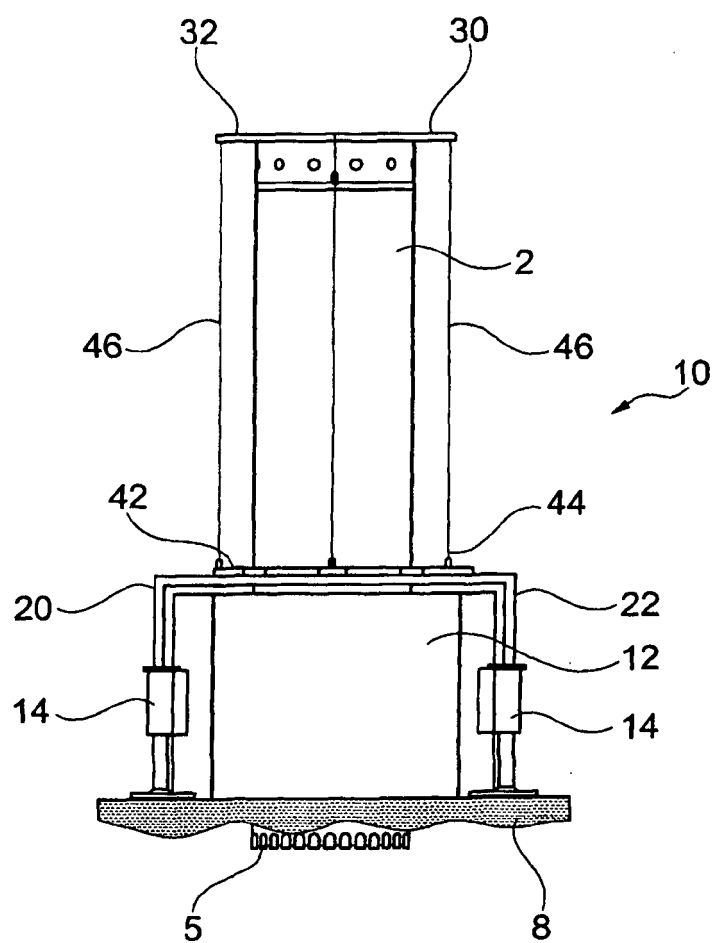


Fig. 2

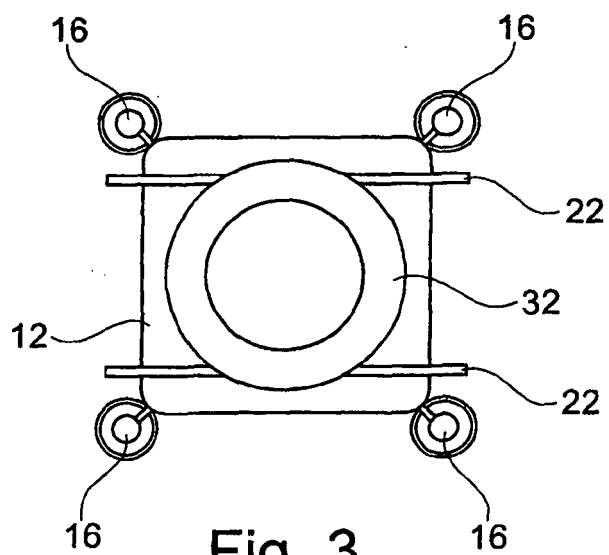


Fig. 3

**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 2177711 A1 [0004]
- DE 19729315 A1 [0005]
- DE 3809626 C2 [0005]
- EP 2623677 A1 [0006] [0021]
- DE 19625720 C1 [0008]
- DE 102005008430 A1 [0008]
- DE 69402530 T2 [0009]