



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **716 566 B1**

(51) Int. Cl.: **E02D 5/46** (2006.01)
E02D 33/00 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-lichtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01126/19

(22) Anmeldedatum: 05.09.2019

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.03.2021

(24) Patent erteilt: 28.02.2023

(45) Patentschrift veröffentlicht: 28.02.2023

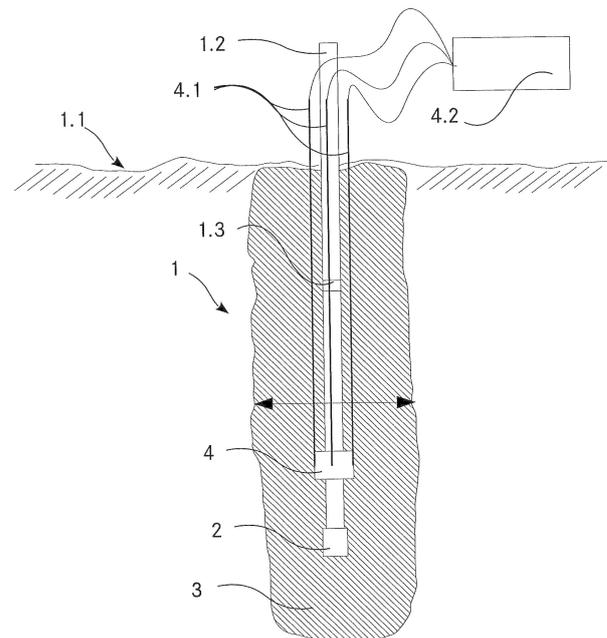
(73) Inhaber:
Ghelma AG Spezialtiefbau, Sandstrasse 10
3860 Meiringen (CH)

(72) Erfinder:
Matthias Reber, 3800 Matten (CH)
Johannes Faist, 8224 Hofkirchen (AT)
Christian Ghelma, 3860 Meiringen (CH)
Carlo Rabaiotti, 8125 Zollikerberg (CH)
Alessio Höttges, 6989 Purasca (CH)
Dominik Hauswirth, 5000 Aarau (CH)
Hanspeter Bodmer, 3800 Unterseen (CH)
Michael Iten, 8105 Regensdorf (CH)

(74) Vertreter:
Keller Schneider Patent- und Markenanwälte AG (Bern),
Eigerstrasse 2 Postfach
3000 Bern 14 (CH)

(54) **Selbstbohrpfahl.**

(57) Ein Selbstbohrpfahl (1) umfasst eine Bohrlanze (1.2), mit einer Bohrlanzenlängsachse, sowie eine mit der Bohrlanze (1.2) verbundene Bohrkronen (2). Weiter umfasst der Selbstbohrpfahl (1) ein Injektionskörper (3), wobei die Bohrlanze (1.2) zumindest bereichsweise innerhalb des Injektionskörpers (3) angeordnet ist, und wobei der Injektionskörper (3) durch das Düsenstrahlverfahren, unter Verwendung der mit der Bohrlanze (1.2) verbundenen Bohrkronen (2) erstellt ist. Weiter umfasst der Selbstbohrpfahl einen ersten Sensor (4.1), insbesondere einen ersten Temperatursensor, welcher innerhalb des Injektionskörpers (3) angeordnet ist, wobei der erste Sensor (4.1) radial zur Bohrlanzenlängsachse, von der Bohrlanze (1.2) beabstandet angeordnet ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Selbstbohrpfahl umfassend eine Bohrlanze, mit einer Bohrlanzenlängsachse, sowie eine mit der Bohrlanze verbundene Bohrkronen zum Erstellen eines Selbstbohrpfahls mit einem Düsenstrahlverfahren, sowie ein Injektionskörper, wobei die Bohrlanze zumindest bereichsweise innerhalb des Injektionskörpers angeordnet ist, und wobei der Injektionskörper durch das Düsenstrahlverfahren, unter Verwendung der mit der Bohrlanze verbundenen Bohrkronen erstellt ist, sowie einen ersten Sensor, insbesondere einen ersten Temperatursensor, welcher innerhalb des Injektionskörpers angeordnet ist.

Stand der Technik

[0002] Injektionsverfahren werden im Bau eingesetzt, um Säulen in Form von Tragpfählen und dergleichen im Baugrund zu erstellen. Auf diesen Säulen respektive Tragpfählen können anschliessend Bauwerke abgestützt werden.

[0003] Im Verfahren wird beim und/oder nach dem Bohrvorgang über die Bohrkronen ein Bindemittel, insbesondere eine Suspension auf Zementbasis, unter hohem Druck in den Bohrgrund eingetragen. Die Bohrverfahren unterscheiden sich im Wesentlichen durch den gewählten Austrittsdruck des Bindemittels.

[0004] Bei einem Hochdruckinjektionsverfahren wird mit dem Hochdruckstrahl das Gefüge des Baugrunds aufgelöst und mit einer Zementsuspension durchmischt. Im Verfahren wird in einem ersten Schritt bis zur vorgesehenen Tiefe in den Baugrund abgebohrt und gegebenenfalls der Baugrund mit Wasser bereits vorgeschritten. Beim anschliessenden rotierenden Zurückziehen des Bohrgestänges wird nun mit hohen Drücken von rund 400 bar über Düsen der Bohrkronen eine Zementsuspension ausgepresst, womit gleichzeitig der Baugrund aufgeschnitten wird. Die Zementsuspension vermischt sich mit dem Baugrund und verfestigt sich anschliessend zu einem Selbstbohrpfahl.

[0005] Bei einem Niederdruck-Jettingverfahren wird ein tieferer Druck, um 200 bar gewählt. Dabei wird der Boden nicht geschnitten, sondern verdichtet. Damit kann ein Selbstbohrpfahl erreicht werden, welcher gleichmässiger geformt ist.

[0006] In Abhängigkeit des angewandten Verfahrens wird die Suspension über eine einzige Düse injiziert (Simplex-Verfahren), ein mit Druckluft ummantelter Bindemittelstrahl verwendet (Duplex-Verfahren) oder es wird der Boden mit einem mit Druckluft ummantelten Wasserstrahl aufgeschnitten und in den auf diese Art vorerodierten Boden das Bindemittel mit einem geringen Druck injiziert (Triplex-Verfahren).

[0007] Die Bohrlanze, welche die Bohrkronen trägt, verbleibt schliesslich jeweils als Tragglied im Injektionskörper. Andererseits können auch separate Tragglieder vorgesehen sein, welche vor dem Abbinden des Bindemittels an Stelle der Bohrlanze mit der Bohrkronen in das Bindemittel eingeführt werden.

[0008] Für die Statik ist es wesentlich zu wissen, ob der Selbstbohrpfahl gleichmässig ausgebildet ist, respektive ob er Fehlstellen aufweist. Solche Verfahren sind bekannt.

[0009] Die EP 2 009 184 B1 (Porr Technobau und Umwelt AG) offenbart dazu ein Verfahren zur Bestimmung der radialen Ausdehnung und/oder des Gehalts an hydraulisch bindenden Materialien von DSV-Körpern (Düsenstrahlverfahren). Dazu wird nach der Bildung des DSV-Körpers ein Bohrgestänge mit einer Rammspitze, in deren Bereich wenigstens ein erster Temperatursensor angeordnet ist, in das Bohrloch eingeführt und im Wesentlichen rotationsfrei in den noch verformbaren DSV-Körper vor dessen Erstarrung geschoben. Der Temperatursensor wird beim Erreichen einer grössten Tiefe abgekoppelt. Der Temperatursensor ist im Innern des Bohrgestänges in bzw. an einem Rohr geführt. Die elektrischen Zuleitungen zu dem Temperatursensor sind im Inneren des Rohres geführt. Die Rammspitze verbleibt zusammen mit dem Temperatursensor und dem Rohr in dem DSV-Körper.

[0010] Das bekannte Verfahren hat den Nachteil, dass die Auswertung der Sensordaten nur bedingt Rückschlüsse auf die Geometrie des Selbstbohrpfahls zulässt.

Darstellung der Erfindung

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es, eine dem eingangs genannten technischen Gebiet zugehöriger Selbstbohrpfahl zu schaffen, bei welchem mit verbesserter Genauigkeit eine physikalische Eigenschaft des Selbstbohrpfahls, insbesondere eine Geometrie respektive Fehlstellen im Selbstbohrpfahl ermittelt werden können. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist, ein Verfahren bereit zu stellen, mit welchem der Selbstbohrpfahl erstellt werden kann.

[0012] Die Lösung der Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert. Gemäss der Erfindung ist der erste Sensor radial zur Bohrlanzenlängsachse, von der Bohrlanze beabstandet angeordnet.

[0013] In einem Verfahren zum Erstellen eines Selbstbohrpfahls in einem Baugrund wird eine Bohrlanze mit einer Bohrlanzenlängsachse eingesetzt. Die Bohrlanze ist mit einer Bohrkronen versehen, welche mit einem Bindemittel gespiesen ist. Die Bohrkronen umfasst mindestens eine Injektionsdüse zum Injizieren des Bindemittels, insbesondere eines Injektionszements, in den Baugrund. Nach dem Injizieren des Bindemittels wird ein erster Sensor, insbesondere ein erster Temperatursensor, innerhalb des Bindemittels, radial zur Bohrlanzenlängsachse, von der Bohrlanze beabstandet, angeordnet.

[0014] Durch diese aussermittige Anordnung des Sensors können Messdaten, insbesondere Temperaturen, aber auch Dehnungen, Druck etc., auch ausserhalb der Bohrlanze gemessen werden. Die Messungen werden vorzugsweise während der Abbindzeit durchgeführt, womit die Qualität des Selbstbohrpfahls überwacht werden kann. Anhand der Messdaten können Parameter, wie zum Beispiel Durchmesser, Länge, Zusammensetzung des Injektionszements etc. für die weiteren Selbstbohrpfähle angepasst werden. Weitere Messungen können auch nach der Abbindzeit durchgeführt werden. Damit können zum Beispiel Krafteinleitungen im Selbstbohrpfahl überwacht und erfasst werden. Eine solche Überwachung kann zum Beispiel in Bereich sinnvoll sein, wo Bodenbewegungen oder ähnliches auftreten können. Damit kann der Sensor bei einem bekanntermassen inhomogenen Untergrund an einer für Schadstellen risikoreichen Position zielgenau angeordnet werden, so dass eine bestimmte Position ausserhalb der Bohrlanzenlängsachse mit besserer Genauigkeit überwacht werden kann.

[0015] Weiter besteht damit die Möglichkeit, mehrere Sensoren um die Bohrlanze herum, insbesondere in einer Ebene rechtwinklig zur Bohrlanzenlängsachse, anzuordnen. Mit einer solchen Anordnung können Temperaturprofile in einer Ebene rechtwinklig zur Bohrlanzenlängsachse ermittelt werden, welche zusätzlich einen Aufschluss über die Geometrie der Ebene geben können. Fällt zum Beispiel die Temperatur auf einer Seite der Bohrlanze tiefer aus, als auf der gegenüberliegenden Seite, so kann davon ausgegangen werden, dass weniger Bindemittel in der näheren Umgebung ist. Daraus kann wiederum geschlossen werden, dass möglicherweise ein grösserer Fremdkörper (z.B. ein Stein) oder Hohlraum im Injektionskörper liegt, welcher keine Abwärme abgibt. Weiter kann an dieser Stelle ein Radius des Injektionskörpers geringer sein - dies kann zum Beispiel durch einen an dieser Stelle festeren Baugrund begründet sein. Aufgrund des Temperaturprofils kann mit solchen Daten ein Querschnitt des Selbstbohrpfahls berechnet werden.

[0016] Bevorzugt handelt es sich beim Bindemittel um einen Injektionszement. In Varianten kann das Bindemittel auch einen Harz, einen Kunststoff etc. umfassen.

[0017] Vorzugsweise handelt es sich beim Injektionszement um einen Zementmörtel, insbesondere zum Beispiel um einen Zementmörtel auf Basis gebrannten reaktiven Schiefers. Diese Wahl des Bindemittels hat besonders gute Resultate hinsichtlich des definierten mittleren Durchmessers ergeben. Solche Zementmörtel sind dem Fachmann bekannt und werden zum Beispiel unter dem Markennamen Georoc Dorodur H70 von der Firma Holcim vertrieben.

[0018] Dem Fachmann ist aber klar, dass auch andere Zementarten eingesetzt werden können. Insbesondere kann der Zement auch mit Zusatzstoffen versetzt sein, insbesondere mit Abbindeverzögerer, mit Fasern zur Verstärkung etc.

[0019] Bevorzugt wird zum Erstellen des Selbstbohrpfahls, insbesondere eines als Selbstbohrpfahl ausgebildeten Selbstbohrpfahls, ein Niederdruck-Jetting-Verfahren eingesetzt, wobei der Injektionszement über die Injektionsdüse, insbesondere mit einem Druck von 80 - 300 bar, vorzugsweise mit einem Druck von 200 bis 250 bar in den Baugrund injiziert wird.

[0020] Das Niederdruck-Jetting-Verfahren (abgekürzt NDJ-Verfahren) arbeitet bei einem geringeren Druck, als das bekannte Hochdruckverfahren. Beim Hochdruckverfahren wird Injektionszement mit einem Druck von 400 bar in den Baugrund getragen. Damit wird der Baugrund geschnitten, womit sich der Baugrund mit dem Injektionszement vermengt.

[0021] Beim Niederdruck-Jetting-Verfahren wird das Injektionsgut bei klar unter 400 bar in den Baugrund eingetragen, insbesondere mit einem Druck von rund 80 - 300 bar. Es konnte durch Feldversuche gezeigt werden, dass in diesem Druckbereich der Baugrund nicht geschnitten, sondern verdichtet wird. Dies hat den Effekt, dass der Selbstbohrpfahl im Wesentlichen durch die Menge des eingetragenen Bindemittels, insbesondere des Injektionszements bestimmt ist. Der durch den Injektionsdruck verdichtete Baugrund bildet damit eine Art Wand für den Injektionszement, so dass ein definierter Selbstbohrpfahl erstellt werden kann, auch wenn der Injektionszement relativ flüssig ist.

[0022] Der Druck ist vorzugsweise grösser als 80 bar, so dass eine hinreichende Verdichtung des Baugrunds gewährleistet ist. Die Feldversuche haben gezeigt, dass bei einem Druck zwischen 200 und 250 bar eine besonders präzise Voraussage über die zu erwartenden mittleren Durchmesser der Tragfähle gemacht werden kann.

[0023] In Varianten kann der Injektionszement auch mit einem Druck über 300 bar in den Baugrund eingetragen werden. Vorzugsweise wird der Druck jedoch unter 400 bar gewählt.

[0024] Der obig diskutierte Druck wird durch die Pumpe selbst erreicht und stellt nicht den Ausgangsdruck an der Injektionsdüse dar. Aufgrund der Leitungen bis hin zur Injektionsdüse ist mit einem Verlust zu rechnen. Der Injektionsdruck kann entsprechend der Leitungslänge und/oder Bohrtiefe angepasst werden. Dem Fachmann sind Methoden zum Abschätzen des Druckverlustes bekannt.

[0025] Bevorzugt wird die Bohrkronen mit einer Geschwindigkeit in einem Bereich zwischen 1 und 5 min/m, insbesondere in einem Bereich zwischen 2 und 4 min/m, vorzugsweise ungefähr mit 3 min/m im Baugrund vorgetrieben.

[0026] In Varianten können auch andere Vortriebsgeschwindigkeiten vorgesehen sein. Insbesondere können diese grösser als 1 min/m respektive kleiner als 5 min/m sein.

[0027] Vorzugsweise wird die Bohrkronen mit einer Frequenz zwischen 5 und 120 Umdrehungen pro Minute rotiert. In Varianten können auch andere Frequenzen vorgesehen sein. Insbesondere kann die Frequenz auch während des Verfahrens, in Abhängigkeit der Beschaffenheit der aktuellen Schicht des Baugrunds, variiert werden.

[0028] Vorzugsweise sind die Bohrkronen und die Bohrlanze respektive das Hohlstabtragglied Teil des Selbstbohrpfahls. Somit verbleibt das Hohlstabtragglied mit der Bohrkronen vorzugsweise nach dem Erstellen des Selbstbohrpfahls im Injektionszement. Ein aus dem Selbstbohrpfahl hinausragender Teil des Hohlstabtragglieds kann weiter als Bewehrungsstahl eingesetzt werden. Damit entfallen zwei Arbeitsgänge, namentlich das Einführen der Bewehrung in die Verrohrung sowie das Ziehen der Verrohrung aus dem Baugrund. Damit wird ein besonders effizientes Verfahren zum Erstellen von Tragpfählen mit vorbereitetem Bewehrungsstahl geschaffen.

[0029] Vorzugsweise wird der Injektionszement derart gewählt oder derart mit einem oder mehreren Zusatzstoffen versetzt, dass die im Injektionszement verbleibende Bohrlanze gegen Korrosion geschützt ist.

[0030] In Varianten kann darauf auch verzichtet werden, insbesondere wenn das Hohlstabtragglied selbst hinreichend korrosionsbeständig ist.

[0031] Die Bohrlanze hat in einer bevorzugten Ausführungsform einen Durchmesser von 50 bis 100 mm, insbesondere von ungefähr 51 mm oder 76 mm. Die Wandstärke liegt bevorzugt zwischen 5 und 15 mm, insbesondere bevorzugt zum Beispiel bei 6, 8 oder 10 mm. Dem Fachmann ist jedoch klar, dass die Bohrlanze auch andere Durchmesser und andere Wandstärken aufweisen kann. Die ideale Dimensionierung hängt insbesondere vom Anwendungsgebiet, insbesondere von der Bodenbeschaffenheit etc. ab. Zu dünne Bohrlanzen können beim Bohren in zu festem Untergrund knicken. Bei zu gross dimensionierten Bohrlanzen fallen entsprechend höhere Baukosten an.

[0032] Typischerweise weisen die Bohrlanzen eine Länge von 300 Zentimeter auf. Die Länge der Bohrlanzen kann aber auch kürzer oder länger sein. Für die Bohrung innerhalb von Gebäuden können auch Hohlstabtragglieder eingesetzt werden, welche zum Beispiel 150 Zentimeter oder kürzer sind.

[0033] Die Bohrlanzen bestehen vorzugsweise aus Stahl und umfassen Schraubmuffen, womit mehrere Bohrlanzen zusammen verschraubt werden können. Alternativ kann die Bohrlanze auch aus anderen Materialien, zum Beispiel aus einem verstärkten Kunststoff ausgebildet sein.

[0034] Vorzugsweise umfasst die Bohrkronen einen Hohlraum zur Aufnahme des von der Bohrlanze zugeführten Injektionszements.

[0035] In Varianten kann das Hohlstabtragglied auch direkt mit der Injektionsdüse verbunden sein.

[0036] Vorzugsweise umfasst der Selbstbohrpfahl in einer Ebene senkrecht zur Bohrlanzenlängsachse mehrere, den ersten Sensor umfassende Sensoren, welche radial zur Bohrlanzenlängsachse beabstandet, in bevorzugt regelmässigen Winkelabständen um die Bohrlanze angeordnet sind, wobei die mehreren Sensoren vorzugsweise zwischen 2 und 20, besonders bevorzugt zwischen 3 und 10 Sensoren umfassen. Grundsätzlich erhöht sich die Auflösung der Messprofile, insbesondere der Temperaturprofile, mit der Anzahl an Sensoren, so dass prinzipiell eine höhere Anzahl an Sensoren zu bevorzugen ist. Andererseits ist aufgrund der Wirtschaftlichkeit und Handlichkeit eine geringe Anzahl an Sensoren zu bevorzugen. In diesem Spannungsfeld kann nun besonders einfach eine Qualität der Messung gegenüber der Wirtschaftlichkeit optimiert werden. Dem Fachmann ist klar, dass auch mehr als 20 Sensoren umfangseitig um die Bohrlanze angeordnet werden können.

[0037] Durch die mehreren, in regelmässigen Winkelabständen um die Bohrlanze angeordneten Sensoren kann, bei einem Einsatz von Temperatursensoren, ein Temperaturprofil mit grösserer Auflösung erstellt werden. Das Temperaturprofil mit grösserer Auflösung ermöglicht wiederum eine präzisere Bestimmung der Geometrie des Selbstbohrpfahls. Bei einem Einsatz von z.B. Dehnungssensoren kann damit ein Spannungsbild mit erhöhter Auflösung erreicht werden. Die Geometrie respektive weitere dem Fachmann geläufige physikalische Daten des Selbstbohrpfahls, ermöglichen so eine gute Abschätzung der Qualität des Selbstbohrpfahls vorzunehmen. Insbesondere kann durch diese Methode eine Belastungsgrenze des Selbstbohrpfahls (Krafteinleitung, Druckbelastung, Zugbelastung etc.) relativ exakt bestimmt werden. Damit kann wiederum in Abhängigkeit der Anwendung der Bohrpfähle eine Anzahl und Dimensionierung, insbesondere der Durchmesser der Bohrlanze, der Durchmesser des Injektionskörpers, die Länge des Selbstbohrpfahls etc., der benötigten Bohrpfähle optimiert werden. Damit können einerseits Risiken minimiert werden, da das Erstellen von zu wenigen Bohrpfählen vermieden werden kann. Andererseits kann damit die Wirtschaftlichkeit verbessert werden, da auch das Erstellen von zu vielen Bohrpfählen vermieden werden kann.

[0038] Vorzugsweise umfasst der Selbstbohrpfahl in einer Ebene rechtwinklig zur Bohrlanzenlängsachse mehrere Sensoren, welche radial zur Bohrlanzenlängsachse beabstandet, in bevorzugt regelmässigen Winkelabständen um die Bohrlanze angeordnet sind. Damit kann ein Temperaturprofil und insbesondere eine Geometrie eines Querschnittes des Selbstbohrpfahls mit verbesserter Auflösung besonders einfach ermittelt werden. Weiter bevorzugt umfasst der Selbstbohrpfahl mehrere solcher Ebenen, welche entlang der Bohrlanzenlängsachse in insbesondere regelmässigen Abständen angeordnet sind. Damit kann die Geometrie eines grösseren Abschnittes des Selbstbohrpfahls, insbesondere im Wesentlichen des ganzen Selbstbohrpfahls ermittelt werden.

[0039] In Varianten können die Sensoren auch anderweitig im Selbstbohrpfahl angeordnet sein. Zum Beispiel können die Sensoren in unregelmässigen Abständen um die Bohrlanzenlängsachse oder auch helikal um die Bohrlanze angeordnet sein, so dass in einer Ebene rechtwinklig zur Bohrlanzenlängsachse genau ein Sensor angeordnet ist. Dazu kann zum Beispiel ein helikal respektive schraubenförmig um den Selbstbohrpfahl gewickelter Sensor in das noch nicht ausgehärtete

Bindemittel eingetaucht werden. Weiter können die Sensoren auch mehr oder weniger unregelmässig im Injektionskörper des Selbstbohrpfahls angeordnet sein. Zur Erstellung des Temperaturprofils würden dazu Mittel bereitgestellt, welche eine Lokalisation und Identifikation respektive eine Zuordnung der Messwerte zu den Sensoren ermöglicht. Dem Fachmann sind solche Techniken bekannt.

[0040] Bevorzugt ist der erste Sensor, vorzugsweise die mehreren Sensoren, an einem Führungselement befestigt, wobei das Führungselement über die Bohrlanze geführt und innerhalb des Injektionskörpers angeordnet ist. Damit kann der Sensor respektive können die Sensoren in besonders einfacher Weise entlang der Bohrlanze positioniert werden.

[0041] In einem bevorzugten Verfahren wird der erste Sensor mittels des Führungselements entlang der Bohrlanze in das fließfähige Bindemittel eingetaucht, wobei insbesondere der erste Sensor mit dem Führungselement fest verbunden ist.

[0042] In Varianten kann der Sensor respektive können die Sensoren fest mit der Bohrlanze verbunden sein.

[0043] Das Führungselement wird vorzugsweise nach dem Bohr- und Injektionsvorgang über die Bohrlanze gestülpt und entlang der Bohrlanze in Richtung der Bohrkronen vorgeschoben. Besonders bevorzugt wird das Führungselement innerhalb des Bindemittels entlang der Bohrlanze vorgeschoben. Damit kann der Sensor in einfacher Weise im Bindemittel positioniert werden, ohne dass dazu die Bohrlanze aus dem Bindemittel entfernt werden muss. Damit wird ein besonders effizientes Verfahren zur Positionierung des Sensors geschaffen.

[0044] In Varianten kann das Führungselement und der Sensor bereits während dem Bohrvorgang an der Bohrlanze angeordnet sein.

[0045] Vorzugsweise wird in einem ersten Schritt das Führungselement über die Bohrlanze gestülpt und anschliessend ein Hilfsrohr über die Bohrlanze gestülpt, worauf das Führungselement durch verschieben des Hilfsrohrs entlang der Bohrlanze vorgeschoben wird. Damit kann das Führungselement besonders einfach vorgeschoben werden. Vorzugsweise wird das Hilfsrohr nach erfolgter Positionierung zurückgezogen.

[0046] In Varianten kann das Führungselement auch anderweitig entlang der Bohrlanze verfahren werden, insbesondere zum Beispiel selbsttätig aufgrund der Schwerkraft.

[0047] In weiteren bevorzugten Ausführungsformen weist das Führungselement relativ zur Bohrlanze eine Verdrehsicherung auf. Eine Verdrehsicherung kann zum Beispiel mit einer Längsnut entlang der Bohrlanze und einer am Führungselement angeordneten Nase, welche in der Längsnut geführt ist, erreicht werden. Dem Fachmann sind auch weitere Varianten bekannt. Damit kann eine vorgegebene Position der Sensoren hinsichtlich einer Rotation um die Bohrlanze sichergestellt werden. Auf die Verdrehsicherung kann auch verzichtet werden.

[0048] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst das Führungselement und die Bohrlanze respektive das Führungselement und die Bohrkronen eine Rastvorrichtung, welche nach erfolgter Positionierung des Führungselements relativ zur Bohrlanze greift. Damit kann verhindert werden, dass sich das Führungselement nachträglich verschiebt. Insbesondere wenn zum Beispiel die Sensoren als faseroptische Sensoren ausgebildet sind und nach erfolgter Positionierung vorgespannt werden, ist es von Vorteil, wenn das Führungselement an der Bohrlanze fixiert ist. Statt der Rastvorrichtung kann das Führungselement auch mit einer Bremseinrichtung versehen sein, welche entgegen der Vorschubrichtung das Führungselement an der Bohrlanze fixiert. Dem Fachmann sind zur Realisierung der Rastvorrichtung oder der Bremseinrichtung viele Varianten bekannt.

[0049] Vorzugsweise sind der erste Sensor, vorzugsweise die mehreren Sensoren als faseroptische Sensoren (auch als faseroptische Sensoren bekannt) ausgebildet. Bevorzugt handelt es sich um intrinsische Sensoren, bei welchen die Faser selbst als Sensor respektive Messaufnehmer eingesetzt wird und damit zugleich als Sensor als auch als Leitung dient. Alternativ kann die Faser auch lediglich zur Datenübertragung von einem Sensor verwendet sein.

[0050] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Sensor als faseroptischer Temperatursensor ausgebildet. Damit kann zum Beispiel durch die temperaturabhängige Raman-Streuung in der Faser eine orts aufgelöste Temperaturmessung durchgeführt werden. Diese Anwendung ermöglicht das Erstellen eines besonders hoch aufgelösten Temperaturprofils.

[0051] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Sensor als faseroptischer Drucksensor ausgebildet. Ein Druck kann dabei aufgrund der Phasenverschiebung bei induzierter Dehnungen in der Glasfaser ermittelt werden.

[0052] Besonders bevorzugt wird ein faseroptischer Sensor sowohl zur Temperaturmessung als auch zur Druck- respektive Dehnungsmessung eingesetzt.

[0053] Der faseroptische Sensor hat den Vorteil, dass mit relativ einfachen und kostengünstigen Mitteln eine Vielzahl an Sensoren simuliert werden können. Der faseroptische Sensor erlaubt eine orts aufgelöste und hoch aufgelöste Temperaturmessung und Dehnungsmessung entlang der Länge der Faser.

[0054] Vorliegend wird unter einem faseroptischen Sensor, welcher durch eine Faser respektive Glasfaser bereitgestellt ist, ein einziger Sensor verstanden. D.h. eine einzige, nicht unterbrochene Faser wird als ein einziger Sensor bezeichnet, auch wenn damit an mehreren beabstandeten Punkten gleichzeitig Messungen durchgeführt werden können.

[0055] In Varianten können auch andere, dem Fachmann bekannte Sensoren eingesetzt werden. Zum Beispiel können Temperatursensoren basierend auf dem elektrischen Widerstand etc. eingesetzt werden.

[0056] Vorzugsweise ist der faseroptische Sensor parallel und beabstandet zur Bohrlanze angeordnet. Diese Anordnung ist besonders einfach erreichbar, indem das eine Ende des faseroptischen Sensors in einem distalen Bereich der Bohrlanze befestigt wird und das andere Ende im proximalen Bereich aus dem Injektionskörper des Selbstbohrpfahls austritt. Damit kann der faseroptische Sensor auch besonders einfach und präzise vorgespannt werden, womit auch gute Messresultate der Dehnung erhalten werden können.

[0057] In Varianten kann der faseroptische Sensor auch anderweitig im Injektionskörper angeordnet sein (zum Beispiel helikal, siehe oben).

[0058] Vorzugsweise ist der faseroptische Sensor über das Führungselement innerhalb des Bindemittels vorgespannt. Das eine Ende des faseroptischen Sensors wird bevorzugt mit dem Führungselement verbunden und entlang der Bohrlanze im noch nicht ausgehärteten Bindemittel derart verfahren, dass der gewünschte Bereich entlang der Bohrlanze sensor-technisch erfasst werden kann. Um auch Dehnungen korrekt erfassen zu können, wird nun der faseroptische Sensor einseitig bevorzugt über das Führungselement und anderseitig im proximalen Bereich, ausserhalb des Injektionskörpers vorgespannt. Insbesondere, wenn mehrere faseroptische Sensoren vorgesehen sind, können damit gleichzeitig alle faseroptischen Sensoren vorgespannt werden.

[0059] In Varianten kann auf die Vorspannung des faseroptischen Sensors auch verzichtet werden.

[0060] Vorzugsweise ist der faseroptische Sensor am Führungselement um einen Winkel von 180° umgelenkt und bildet damit eine Schlaufe respektive einen Loop, wobei die beiden Enden des faseroptischen Sensors mit einem Detektor verbunden sind. Damit verläuft der faseroptische Sensor am Führungselement im Wesentlichen U-förmig. Vorzugsweise verlaufen zwei Stränge des faseroptischen Sensors parallel bis zur Umlenkung. Damit kann eine kostengünstige Umlenkung erreicht werden.

[0061] Alternativ kann der faseroptische Sensor zweiteilig ausgeführt werden, welche bevorzugt am Führungselement datenleitend verbunden sind.

[0062] Das Führungselement zur Verwendung im Selbstbohrpfahl umfasst vorzugsweise einen rohrförmigen Abschnitt, In Varianten kann das Führungselement auch C-förmig ausgebildet sein, so dass es die Bohrlanze teilweise umgreift. Weiter kann das Führungselement auch schienenartig an der Bohrlanze geführt sein, wobei z.B. die Bohrlanze eine hinterschnittene Nut umfasst, in welcher das Führungselement geführt ist.

[0063] Vorzugsweise umfasst das Führungselement am rohrförmigen Abschnitt, insbesondere an einem Aussenmantel, eine bevorzugt im Wesentlichen halbkreisförmige Kerbe zur Aufnahme einer Schlaufe eines faseroptischen Sensors. Vorzugsweise umfasst die Kerbe ein erstes Ende und ein zweites Ende, welche auf einer ersten Seite des rohrförmigen Abschnitts eine erste Stirnseite des rohrförmigen Abschnitts durchbrechen. Damit kann der faseroptische Sensor optimal gegen Bruch durch Knicken geschützt werden. Weiter kann damit der faseroptische Sensor auch vor Steinen geschützt werden. In einer besonders bevorzugten Variante kann in der Verwendung die Kerbe abgedeckt sein. Zum Beispiel kann dazu das Führungselement eine Innenhülse und eine Aussenhülse umfassen, wobei die Kerbe entweder an der Innenseite der Aussenhülse oder an der Aussenseite der Innenhülse ausgebildet ist. Damit kann der faseroptische Sensor weiter vor Beschädigung geschützt werden.

[0064] Auf die Kerben kann in Varianten auch verzichtet werden. In diesem Fall kann zum Beispiel ein Hohlraum im Führungselement vorgesehen sein, in welchem die Schlaufe des faseroptischen Sensors aufgenommen und fixiert ist. Statt entlang der Mantelfläche kann die Kerbe auch radial zu der durch die Kerbe beschriebenen Kurve ausgerichtet sein. Dem Fachmann sind andere Varianten bekannt.

[0065] Vorzugsweise umfasst das Führungselement mehrere im Wesentlichen halbkreisförmige Kerben, welche paarweise überschneidungsfrei angeordnet sind. Bevorzugt sind dazu mehrere Kerben verschachtelt angeordnet, so dass eine zweite Kerbe mit kleinerer Schlaufe innerhalb einer ersten Kerbe mit der grössten Schlaufe angeordnet ist. Vorzugsweise umfasst das Führungselement mehrere, insbesondere 2 oder mehr Anordnungen mit verschachtelten Kerben. Eine Anordnung mit verschachtelten Kerben umfasst zwei oder mehr verschachtelte Kerben.

[0066] Die verschachtelte Anordnung der Kerben hat den Vorteil, dass mehrere Kerben überschneidungsfrei mit relativ grosse Radien erstellt werden können. Die grossen Radien haben den Vorteil, dass die faseroptischen Sensoren nicht zu stark gebogen werden. Damit können die faseroptischen Sensoren besonders schonend am Führungselement befestigt werden.

[0067] In Varianten können die Kerben auch nicht verschachtelt angeordnet sein.

[0068] Vorzugsweise verjüngt sich eine, der ersten gegenüberliegende, zweite Seite des rohrförmigen Abschnitts in Richtung einer zweiten Stirnseite. In der Anwendung wird der rohrförmige Abschnitt mit der zweiten Stirnseite voran über die Bohrlanze gestülpt und entlang der Bohrlanze in das noch nicht ausgehärtete Bindemittel getaucht. Dadurch, dass sich die zweite Stirnseite verjüngt, wird die Stirnfläche verkleinert, womit wiederum der Widerstand im Bindemittel verringert werden kann. Die Verjüngung ist in einem Querschnitt zur Längsachse vorzugsweise keilförmig ausgebildet.

[0069] In Varianten kann auf die Verjüngung verzichtet werden.

[0070] Vorzugsweise verjüngt sich ein Aussendurchmesser einer, der ersten gegenüberliegende, zweite Seite des rohrförmigen Abschnitts in Richtung einer zweiten Stirnseite. Damit wird der Widerstand im Bindemittel verringert, womit das Führungselement mit geringerem Widerstand entlang der Bohrlanze verfahren werden kann. Auf die Verjüngung kann auch verzichtet werden.

[0071] Bevorzugt weitet sich ein Innendurchmesser der zweiten Seite des rohrförmigen Abschnitts in Richtung der zweiten Stirnseite auf. Damit wird insbesondere das Überstülpen des rohrförmigen Abschnitts über die Bohrlanze vereinfacht. In Varianten kann auf die Aufweitung auch verzichtet werden.

[0072] Aus der nachfolgenden Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche ergeben sich weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen der Erfindung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0073] Die zur Erläuterung des Ausführungsbeispiels verwendeten Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1a eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch einen in einem Baugrund erstellten Selbstbohrpfahl nach dem Einbringen des Bindemittels;
- Fig. 1b eine schematische Darstellung gemäss Figur 1a mit übergestülptem Führungselement und positioniertem Hilfsrohr;
- Fig. 1c eine schematische Darstellung gemäss Figur 1b bei mit dem Hilfsrohr positionierten Führungselement;
- Fig. 1d eine schematische Darstellung gemäss Figur 1c nach erfolgter Positionierung des Führungselements und nach Entfernen des Hilfsrohrs;
- Fig. 2 eine vergrösserte schematische Darstellung gemäss Figur 1d, mit vier faseroptischen Sensoren;
- Fig. 3 eine schematische Schrägansicht eines Führungselement zur Aufnahme von fünf faseroptischen Sensoren.

[0074] Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0075] Zur Herstellung der Tragpfähle wird ein Bohrgestänge mit einem Hohlstabtragglied und einer an dem Hohlstabtragglied befestigten Bohrkronen mit einer dem Fachmann hinreichend bekannter Bohrvorrichtung in den Baugrund getrieben. Dazu wird die Bohrkronen rotiert, so dass mit den Schneiden der Bohrkronen der Weg für den Vortrieb freigegeben werden kann. Über seitlich an der Bohrkronen angeordnete Injektionsdüsen wird ein Injektionszement ausgepresst, womit der Baugrund radial zur Bohrkronen verpresst wird.

[0076] Die **Figur 1a** zeigt eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch einen in einem Baugrund 1.1 erstellten Selbstbohrpfahl 1. Der Selbstbohrpfahl 1 umfasst einen Injektionskörper 3 sowie ein Bohrgestänge umfassend ein Hohlstabtragglied 1.2 (respektive eine Bohrlanze) mit einer Bohrkronen 2. Das Hohlstabtragglied ist vorliegend zweiteilig ausgebildet und umfasst zwei Hohlstabtragglieder, welche über eine Schraubmuffe 1.3 miteinander verbunden sind. Die Anzahl der Hohlstabtragglieder hängt von der gewünschten Länge des Selbstbohrpfahls 1 ab.

[0077] Nach dem Erreichen der gewünschten Bohrtiefe und dem notwendigen Eintrag des Injektionszements wird nun ein Temperatur- und Dehnungsmesssensor in den noch nicht ausgehärteten Injektionszement eingeführt. Dazu verbleibt das Hohlstabtragglied 1.2 zusammen mit der Bohrkronen 2 im Injektionszement. Der Temperatur- und Dehnungsmesssensor ist vorliegend als mehrere faseroptische Sensoren 4.1 ausgebildet, welche mit einem Führungselement 4 verbunden sind. Das Führungselement 4 ist im Zusammenhang mit der **Figur 3** im Detail beschrieben. Das Führungselement 4 weist im Wesentlichen die Form eines Rohrabschnitts auf. Das Führungselement weist einen Innendurchmesser auf, welcher im Wesentlichen dem Aussendurchmesser des Hohlstabtragglieds 1.2 entspricht. Im Verfahren wird das Führungselement 4, an welchem die faseroptischen Sensoren befestigt sind, über das Hohlstabtragglied 1.2 gestülpt und nach unten, in Richtung des noch fließfähigen Injektionszements geführt. Anschliessend wird ein Hilfsrohr 5 über das Hohlstabtragglied 1.2 gestülpt, welches ebenfalls einen Innendurchmesser aufweist, der im Wesentlichen dem Aussendurchmesser des Hohlstabtragglieds 1.2 entspricht. Dies ist in der **Figur 1b** dargestellt.

[0078] Das Führungselement 4 wird nun gemäss **Figur 1c** über das Hilfsrohr 5 in den noch fließfähigen Injektionszement nach unten gestossen.

[0079] Nach Erreichen der gewünschten Position, typischerweise in der Nähe des oder direkt am Bohrkopf 2, wird das Hilfsrohr 5 gemäss **Figur 1d** zurückgezogen und aus dem Selbstbohrpfahl 1 entfernt. Der Injektionszement wird nun

über mehrere Stunden ausgehärtet. Gleichzeitig wird mit den faseroptischen Sensoren die Temperatur überwacht und aufgezeichnet. Aufgrund des Temperaturprofils kann auf die Geometrie des Selbstbohrpfahls zurückgeschlossen werden. Zum Beispiel kann bei einer höheren Temperatur auf einen grösseren Querschnitt des Selbstbohrpfahls geschlossen werden. Dem Fachmann sind solche Techniken zum Auswerten von Temperaturprofilen hinreichend bekannt.

[0080] Die **Figur 2** zeigt eine vergrösserte schematische Darstellung gemäss Figur 1d, mit vier faseroptischen Sensoren 4.1. Die faseroptischen Sensoren 4.1 sind am Führungselement 4 befestigt und ragen am proximalen Ende des Selbstbohrpfahls 1 hinaus. Die faseroptischen Sensoren 4.1 sind mit einer Auswerteeinheit 4.2 verbunden. Damit können ortsaufgelöst Temperaturdaten des Selbstbohrpfahls 1 während des Aushärtens aufgezeichnet werden. Sowohl das Hohlstabtragglied 1.2 mit der Bohrkronen 2 als auch das Führungselement 4 mit den faseroptischen Sensoren 4.1 verbleibt im Selbstbohrpfahl 1.

[0081] Die **Figur 3** zeigt schliesslich eine schematische Schrägansicht eines Führungselements 4 zur Aufnahme von fünf faseroptischen Sensoren 4.1. Das Führungselement 4 weist die Form eines Rohrstücks auf. Der Innendurchmesser entspricht im Wesentlichen dem Aussendurchmesser des Hohlstabtragglieds 1.2, ist jedoch vorzugsweise etwas grösser, damit das Führungselement 4 nicht am Hohlstabtragglied 1.2 festklemmen kann. Das Führungselement 4 weist eine Stirnseite 4.8 auf, welche am Aussenmantel konisch zusammenläuft und innwendig zur Stirnseite hin etwas aufweitet. Damit wird einerseits der Widerstand im fließfähigen Injektionszement verringert. Andererseits wird damit das überstülpen des Führungselements 4 auf das Hohlstabtragglied 1.2 erleichtert.

[0082] Am Aussenmantel weist das Führungselement 4 vorliegend fünf Kerben 4.3 - 4.7 auf. Die Kerben 4.3 - 4.7 dienen zur Aufnahme der faseroptischen Sensoren 4.1. In den Kerben 4.3 - 4.7 werden die faseroptischen Sensoren um einen Winkel von 180° umgelenkt. Um Überschneidungen bei gleichzeitig grossen Kurvenradien zu vermeiden, sind jeweils mehrere Kerben 4.3 - 4.5 respektive 4.6 und 4.7 verschachtelt angeordnet. Vorliegend weisen die Kurven der Kerben 4.3 - 4.5 im Wesentlichen denselben Kurvenmittelpunkt auf. Ebenso weisen die Kurven der Kerben 4.6 und 4.7 im Wesentlichen denselben Kurvenmittelpunkt auf.

[0083] In einer weiteren Variante umfasst das Führungselement zwei verschachtelte Kerbenpaare, womit vier faseroptische Sensoren in regelmässigen Abständen um das Hohlstabtragglied angeordnet sind. In einer weiteren Variante umfasst das Führungselement acht Kerben, welche in verschachtelten Gruppen angeordnet sind, welche um das Hohlstabtragglied angeordnet sind. Die faseroptischen Sensoren sind nicht zwingend in regelmässigen Abständen um das Hohlstabtragglied angeordnet. Die faseroptischen Sensoren müssen nicht zwingend überschneidungsfrei angeordnet sein, sondern können auch in unterschiedlich tiefen Kerben angeordnet sein. Statt der faseroptischen Sensoren können auch andere dem Fachmann bekannte Sensortypen eingesetzt werden. Die Sensoren können auch ausschliesslich zur Dehnungsmessung vorgesehen sein. Es können für die Temperaturmessung und die Dehnungsmessung auch unterschiedliche Sensortypen vorgesehen sein. Das Führungselement muss nicht zwingend die Form eines Rohrstückes aufweisen. Statt eines Hilfsrohrs kann das Führungselement auch anderweitig, zum Beispiel mit einem Stab oder dergleichen im fließfähigen Bindemittel nach unten verfahren werden.

[0084] Zusammenfassend ist festzustellen, dass erfindungsgemäss ein Selbstbohrpfahl mit einem Sensor geschaffen wird, mit welchem ein Selbstbohrpfahl besonders präzise vermessen werden kann.

Patentansprüche

1. Selbstbohrpfahl (1) umfassend
 - a. eine Bohrlanze (1.2), mit einer Bohrlanzensachse, sowie
 - b. eine mit der Bohrlanze (1.2) verbundene Bohrkronen (2), sowie
 - c. ein Injektionskörper (3), wobei die Bohrlanze (1.2) zumindest bereichsweise innerhalb des Injektionskörpers (3) angeordnet ist, und wobei der Injektionskörper (3) durch ein Düsenstrahlverfahren, unter Verwendung der mit der Bohrlanze (1.2) verbundenen Bohrkronen (2) erstellt ist, sowie
 - d. einen ersten Sensor (4.1), insbesondere einen ersten Temperatursensor, welcher innerhalb des Injektionskörpers (3) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass
 - e. der erste Sensor (4.1) radial zur Bohrlanzensachse, von der Bohrlanze (1.2) beabstandet angeordnet ist.
2. Selbstbohrpfahl (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Selbstbohrpfahl (1) in einer Ebene senkrecht zur Bohrlanzensachse mehrere, unter anderem den ersten Sensor (4.1) umfassende Sensoren (4.1) aufweist, welche radial zur Bohrlanzensachse beabstandet, in bevorzugt regelmässigen Winkelabständen um die Bohrlanze (1.2) angeordnet sind, wobei die mehreren Sensoren (4.1) vorzugsweise zwischen 2 und 20, besonders bevorzugt zwischen 3 und 10 Sensoren (4.1) umfassen.
3. Selbstbohrpfahl (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sensor (4.1), vorzugsweise die mehreren Sensoren (4.1) an einem Führungselement (4) befestigt sind, wobei das Führungselement (4) über die Bohrlanze (1.2) geführt und innerhalb des Injektionskörpers (3) angeordnet ist.
4. Selbstbohrpfahl (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sensor (4.1), vorzugsweise die mehreren Sensoren (4.1), als faseroptische Sensoren ausgebildet sind.

CH 716 566 B1

5. Selbstbohrpfahl (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der faseroptische erste Sensor (4.1) parallel und beabstandet zur Bohrlanze (1.2) angeordnet ist.
6. Selbstbohrpfahl (1) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der faseroptische erste Sensor (4.1) über das Führungselement (4) innerhalb des Bindemittels vorgespannt ist.
7. Selbstbohrpfahl (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der faseroptische erste Sensor (4.1) am Führungselement (4) um einen Winkel von 180° umgelenkt ist.
8. Führungselement (4) zur Verwendung in einem Selbstbohrpfahl (1) nach Anspruch 3, umfassend einen rohrförmigen Abschnitt, dadurch gekennzeichnet, dass der rohrförmige Abschnitt insbesondere an einem Aussenmantel, vorzugsweise eine halbkreisförmige Kerbe (4.3 - 4.7) zur Aufnahme einer Schlaufe eines faseroptischen Sensors (4.1) umfasst, wobei die Kerbe (4.3 - 4.7) ein erstes Ende und ein zweites Ende umfasst, welche auf einer ersten Seite des rohrförmigen Abschnitts eine erste Stirnseite des rohrförmigen Abschnitts durchbrechen.
9. Führungselement (4) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass es mehrere Kerben umfasst, welche paarweise überschneidungsfrei angeordnet sind.
10. Führungselement (4) nach einem der Ansprüche 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Aussendurchmesser einer, der ersten gegenüberliegenden, zweiten Seite des rohrförmigen Abschnitts sich in Richtung einer zweiten Stirnseite verjüngt.
11. Führungselement (4) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Innendurchmesser der zweiten Seite des rohrförmigen Abschnitts sich in Richtung der zweiten Stirnseite aufweitet.
12. Verfahren zum Erstellen eines Selbstbohrpfahls (1) in einem Baugrund (1.1) unter Verwendung
 - a. einer Bohrlanze (1.2) mit einer Bohrlanzenlängsachse, wobei die Bohrlanze (1.2) mit einer, mit einem Bindemittel gespiesenen Bohrkronen (2) versehen ist; wobei
 - b. die Bohrkronen (2) mindestens eine Injektionsdüse (240) zum Injizieren des Bindemittels, insbesondere eines Injektionszements, in den Baugrund (1.1) umfasst; und wobei
 - c. nach dem Injizieren des Bindemittels ein erster Sensor (4.1), insbesondere ein erster Temperatursensor, innerhalb des Bindemittels angeordnet wird, dadurch gekennzeichnet, dass
 - d. der erste Sensor (4.1) radial zur Bohrlanzenlängsachse, von der Bohrlanze (1.2) beabstandet angeordnet wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sensor (4.1) mittels eines Führungselements entlang der Bohrlanze (1.2) in das fließfähige Bindemittel eingetaucht wird, wobei der erste Sensor (4.1) insbesondere mit dem Führungselement (4) fest verbunden ist.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Führungselement (4) nach dem Bohr- und Injektionsvorgang über die Bohrlanze (1.2) gestülpt und entlang der Bohrlanze (1.2) in Richtung der Bohrkronen (2) vorgeschoben wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Schritt das Führungselement (4) über die Bohrlanze (1.2) gestülpt und anschliessend ein Hilfsrohr (5) über die Bohrlanze (1.2) gestülpt wird, worauf das Führungselement (4) durch Verschieben des Hilfsrohrs (5) entlang der Bohrlanze (1.2) vorgeschoben wird.

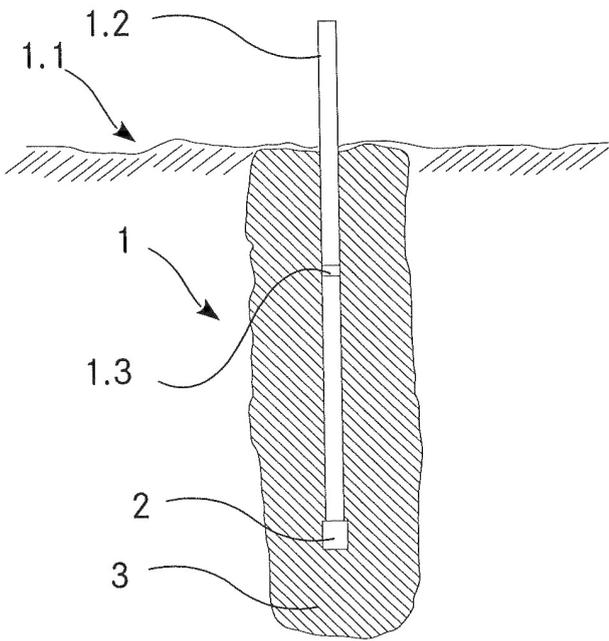


Fig. 1a

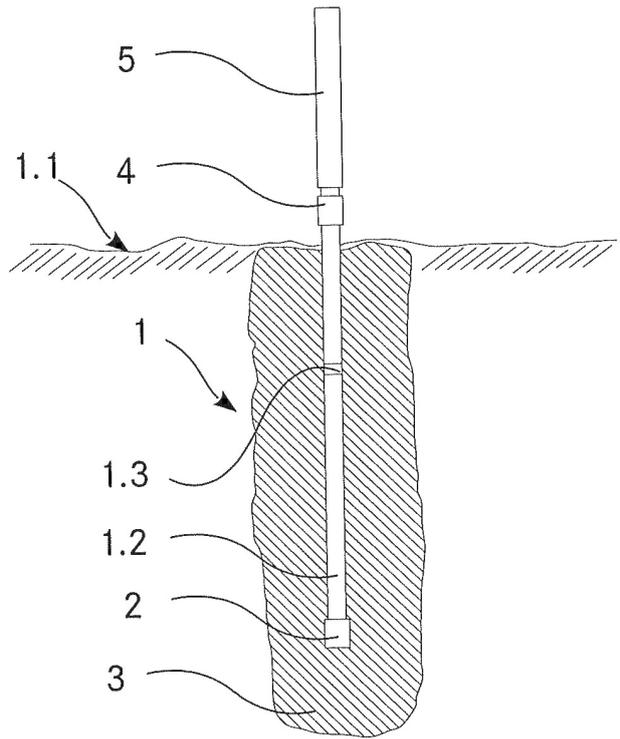


Fig. 1b

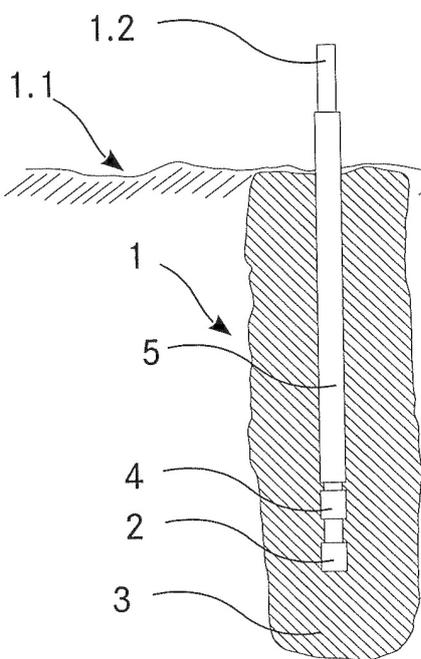


Fig. 1c

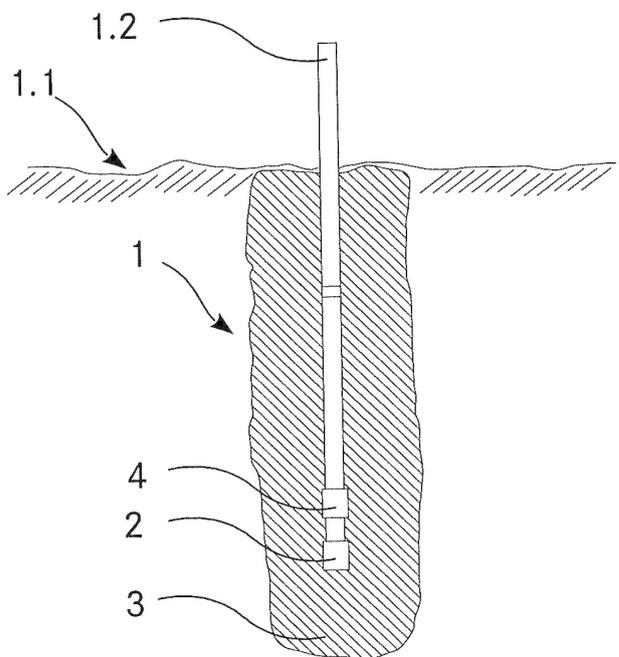


Fig. 1d

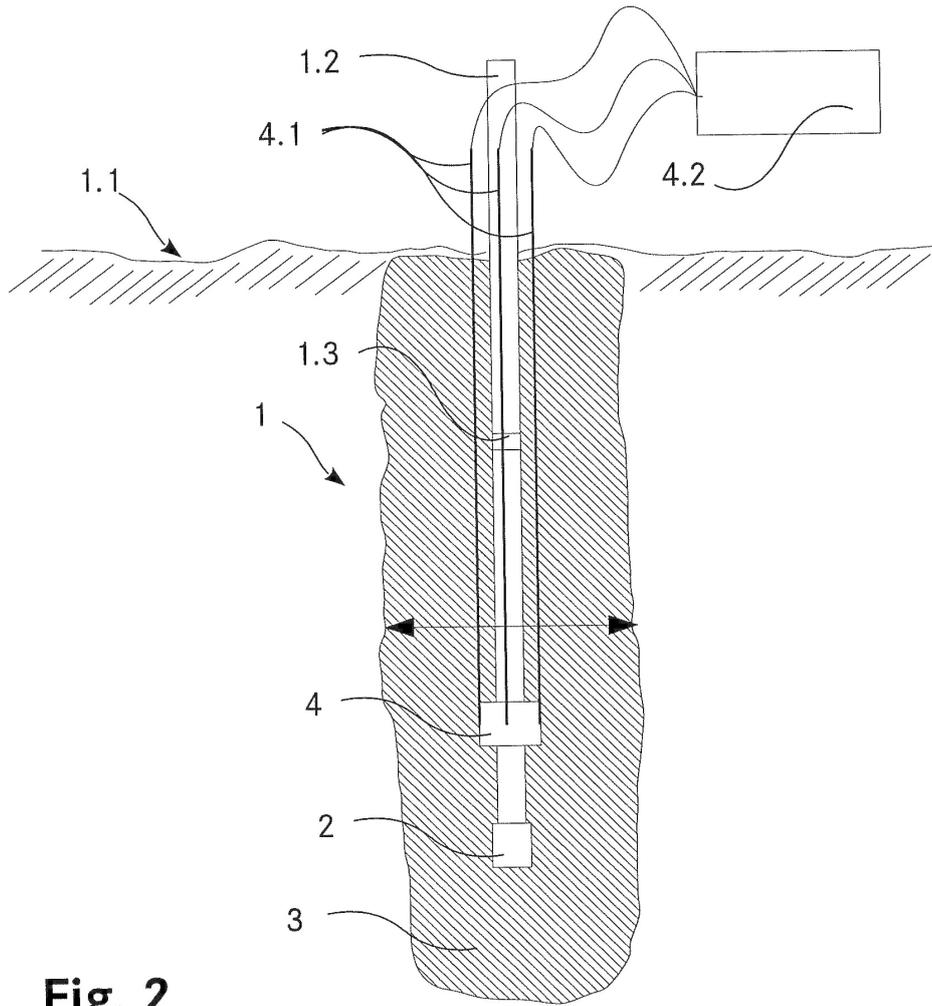


Fig. 2

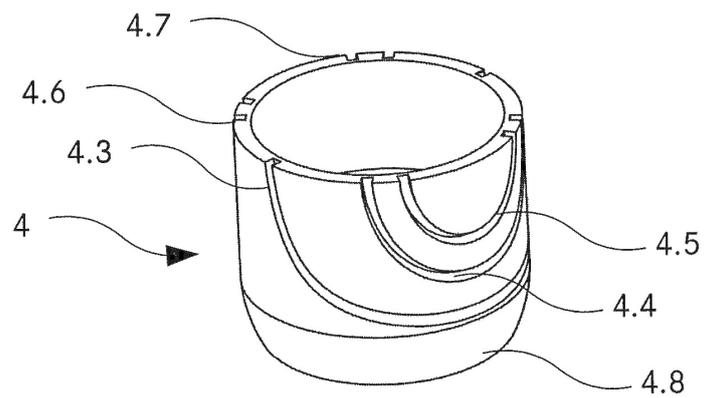


Fig. 3