

Verfahren zum Vermessen eines Bohrlochs

pdfulltext Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vermessen eines Bohrloches im Boden, das an der Bodenoberfläche einen Eintrittspunkt und an seinem unteren Ende einen Fußpunkt hat, und das mit einem Bohrgestänge erzeugt ist, das oberhalb des Eintrittspunkts einen Einspannpunkt hat und an seinem vorderen Ende eine Bohrkrone trägt, mittels eines mit dem Bohrgestänge bis zum Fußpunkt in das Bohrloch eingeführten Inklinometers. Bei der Herstellung von Bohrlöchern im Boden ist je nach Bestimmungszweck zumindest die Lage des Fußpunktes, gegebenenfalls deren gesamter Verlauf im Boden, von Interesse, d. h. es muß festgestellt werden können, inwieweit das Bohrloch gegenüber der vertikalen oder planmäßig geneigten Ausrichtung abweicht. Dies gilt beispielsweise, wenn eine Mehrzahl von in gleichmäßigem Abstand voneinander von der Bodenoberfläche ausgehenden Bohrlöchern hergestellt wird, die zum Ausbringen von Injektionen im Boden dienen und aus denen heraus von den jeweiligen Fußpunkten ausgehend zusammenhängende Abdichtungssohlen für Baugruben hergestellt werden sollen oder aus denen heraus über einen Großteil der Länge der Bohrlöcher gleichmäßig verteilt Abdichtungswände oder Bodenverfestigungskörper erstellt werden sollen. Um diese Gebilde in guter Qualität herstellen zu können, müssen im ersten Fall zumindest die Fußpunkte weitgehend gleichmäßigen Abstand voneinander haben und im zweiten Fall die Bohrlöcher weitgehend parallel zueinander verlaufen. Sofern festgestellt wird, daß einzelne Bohrlöcher fehlerhaft verlaufen, müssen Ersatz- oder Ergänzungsbohrungen niedergebracht werden, aus denen ergänzende Injektionen durchgeführt werden, um aus sich durchdringenden Injektionsbereichen lückenlose Abdichtungssohlen bzw. Abdichtungswände bzw. gleichmäßig beabstandete Bodenverfestigungskörper zu erstellen. Alternativ kann nach Feststellen eines übermäßigen Versatzes eines Fußpunktes einer Bohrung vom vorgesehenen Raster abgewichen werden und die nachfolgenden Bohrungen von korrigierten Eintrittspositionen ausgehend ausgeführt werden. Dies jedoch nur, wenn der Versatz in Richtung bestehender vorausgehender Bohrungen gerichtet ist. Bei bekannten Verfahren zum Vermessen eines Bohrloches wird zunächst das Bohrgestänge nach dem Abteufen des Bohrloches wieder gezogen und nach dem Ziehen ein Meßgestänge in das Bohrloch abgelassen. Im Kopf des Meßgestänges ist eine Neigungswinkelmeßeinrichtung - ein sogenanntes Inklinometer - innerhalb eines Führungsschlittens angeordnet, der sich gegen die Bohrlochwandung abstützt. Der Führungsschlitten wird schrittweise abgelassen und der Neigungswinkel Schritt für Schritt gemessen, wobei gleichzeitig die zugehörige Tiefe am Meßgestänge abgelesen wird. Aus den einzelnen Meßwerten wird der Bohrlochverlauf nach Art eines Polygonzuges berechnet. Ein solches Verfahren ist in VDI-Lexikon Bauingenieurwesen, VDI Verlag 1991, S. 300, beschrieben. Das Vermessen des Bohrloches nach diesem Verfahren ist zeitaufwendig und unwirtschaftlich. Mit der älteren Anmeldung 198 46 137.2 ist bereits vorgeschlagen worden, ein Inklinometer in der Spitze des Bohrgestänges unmittelbar hinter der Bohrkrone einzusetzen und unmittelbar im Anschluß an das Abteufen des Bohrloches beim Ziehen des Bohrgestänges Neigungswinkel und zugehörige Tiefen für eine Vielzahl von Punkten des Bohrloches zu ermitteln und hieraus durch

Integration bzw. durch Berechnung eines Polygonzuges den Bohrlochverlauf zu berechnen. Auch diese Methode ist noch relativ aufwendig, insbesondere wenn für die Ermittlung der einzelnen Meßpunkte das Bohrgestänge in verschiedenen Tiefen angehalten wird, wie es zur Ermittlung verlässlicher Meßwerte vorteilhaft ist. Da die Abweichung des Bohrloches von der Vertikalen und insbesondere der horizontale Versatz des Fußpunktes gegenüber dem Eintrittspunkt in der Regel nicht nur der Größe nach, sondern auch der Richtung nach von Bedeutung ist, erfolgen die Messungen jeweils in einer fest vorgegebenen Referenzstellung des Bohrgestänges. Die verwendeten Inklinometer weisen in der Regel zwei in zueinander senkrechten Ebenen wirksame Neigungswinkelmeßeinheiten auf. Aus den Meßwerten der beiden genannten Einheiten läßt sich dann die Größe des Neigungswinkels gegenüber der Vertikalen und die Richtung des Neigungswinkels gegenüber der Referenzrichtung bestimmen. Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das vorbeschriebene Verfahren zur Vermessung eines Bohrloches nochmals zu vereinfachen. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Neigungswinkel des eingeführten Bohrgestänges am Fußpunkt des Bohrloches mittels des Inklinometers und die Länge l des freikragenden Bohrgestänges ab Einspannpunkt am Bohrgestänge gemessen werden und der horizontale Versatz w des Fußpunktes gegenüber dem Einspannpunkt gemäß der freien Biegelinie des als bei punktförmiger Auflast am freien Ende eingespannt angenommenen Bohrgestänges mit $w = \frac{2}{3} \cdot l \cdot \tan \alpha$ errechnet wird. Ein horizontaler Versatz zwischen Einspannpunkt und Eintrittspunkt kann in erster Näherung zu Null gesetzt werden, so daß der errechnete Versatz w auch auf den Eintrittspunkt bezogen werden kann. Mit diesem erfindungsgemäßen Verfahren wird unter der vereinfachenden Annahme, daß das Bohrgestänge ein Träger gleicher Festigkeit ist und daß das Spiel des Bohrgestänges im Bohrloch so groß ist, daß sich bei punktförmiger Auflage der Bohrkronen an der Bohrlochwandung eine freie Biegelinie ausbilden kann, mit einem einzigen Meßwertepaar aus Neigungswinkel und Länge l des freikragenden Bohrgestänges der horizontale Versatz des Fußpunktes gegenüber dem Eintrittspunkt bestimmt. Hierbei wird Tatsache genutzt, daß bei der freien Biegelinie eines einseitig eingespannten Trägers der Versatz nur von der Neigung am freien Ende und der Länge des Trägers abhängt. Rein rechnerisch kann hierbei jeder Einzelwert der horizontalen Auslenkung in jeder Tiefe für die angenommene Biegelinie errechnet werden, so daß mit einem Meßwertepaar der gesamte Verlauf des Bohrloches als bekannt angenommen wird. Das Verfahren geht insoweit davon aus, daß in der Einspannebene das Bohrgestänge vertikal bzw. planmäßig geneigt durchgeführt wird. Nach einer weiterführenden Ausführung kann vorgesehen werden, daß der Neigungswinkel α des Bohrgestänges am Einspannpunkt gemessen wird und bei der Berechnung des horizontalen Versatzes des Fußpunktes gegenüber dem Eintrittspunkt ein Korrekturwert $w = l \cdot \tan \alpha$ zu dem aus dem gemessenen Neigungswinkel errechneten Wert w addiert wird. Hierbei kann entweder gleichzeitig mit der genannten Messung durch das im Bohrgestänge eingebaute Inklinometer mit einem zweiten Inklinometer die Neigungsrichtung und der Neigungswinkel am Einspannpunkt gemessen werden oder es können nach dem Ziehen des Bohrgestänges Neigungswinkel und Neigungsrichtung in der Einspannebene mit dem im Bohrgestänge eingebauten Inklinometer nachträglich ermittelt werden. Diese Werte können dann als Korrekturwerte bei der Berechnung des horizontalen Versatzes nach Betrag und Richtung berücksichtigt werden. Das weitere Inklinometer kann an einer Gestängeführung für das

Bohrgestänge am Mäkler nahe der Eintrittsöffnung angeordnet werden oder vorzugsweise im Bohrgestänge an dessen oberem Ende, das stets oberhalb der Gestängeführung bleibt. Abweichungen des Bohrgestänges von der Vertikalen am Einspannpunkt infolge von Schrägstellungen des Mäklers können hiermit rechnerisch berücksichtigt werden. Die Messung der Neigungswinkel erfolgt üblicherweise in einer gegenüber einer fest vorgegebenen Referenzrichtung identifizierbaren Drehstellung des Bohrgestänges unter Aufnahme zweier zueinander senkrecht liegender Neigungswinkelkomponenten, woraus die absolute Neigungswinkelgröße im Verhältnis zur Vertikalen und die Neigungsrichtung im Verhältnis zur fest vorgegebenen Referenzrichtung errechnet wird. Die übliche Durchführung des Verfahrens erfolgt in der Weise, daß vor dem Abteufen des Bohrloches eine Drehstellung des Bohrgestänges gegenüber einer Referenzrichtung, z. B. am Bohrgestänge nahe dem Drehantriebskopf eine Drehstellung gegenüber dem Mäkler markiert wird und dann das Bohrgestänge drehend angetrieben wird, um das Bohrloch abzuteufen. Nach dem Erreichen des Fußpunktes wird das Bohrgestänge in die gleiche Drehstellung gegenüber der Referenzrichtung gebracht und der Neigungswinkel gegenüber der Vertikalen und die Neigungsrichtung gegenüber der Referenzrichtung ermittelt. Aus dem gemessenen Neigungswinkel und der abgelesenen Länge l , wird der horizontale Versatz des Fußpunktes gegenüber dem Einspannpunkt nach Größe und Richtung erfindungsgemäß berechnet. Damit der Einfluß einer möglichen Fehlstellung des Inklinometers gegenüber der Längsachse des Bohrgestänges auf die Meßwerte ausgeschaltet wird, können jeweils zwei Messungen in um 180° verschwenkter Drehstellung vorgenommen werden, wonach die Ergebnisse gemittelt werden. Ist die Überprüfung des gesamten Bohrlochverlaufes erwünscht, kann der Vorgang der Messung des Neigungswinkels beim Ziehen oder Abteufen in beliebiger Schritthöhe mehrfach wiederholt werden. Bei jedem Schritt wird der Neigungswinkel am Ende des Bohrgestänges und die entsprechende freikragende Gestängelänge ermittelt und daraus die Lage des Bohrkopfes nach dem benannten rechnerischen Verfahren ermittelt. Daraus kann der Weg des Bohrkopfes im Bohrloch und damit der Verlauf des Bohrloches berechnet und aufgezeichnet werden. Das vorgenannte Verfahren kann mit im wesentlichen untereinander gleichem Ergebnis in nachfolgender Weise durchgeführt werden, daß das Bohrgestänge ausgehend von der Endtiefe schrittweise aus dem Bohrloch gezogen wird und daß ein örtlicher Neigungswinkel und eine aktuelle Länge des freikragenden Bohrgestänges nach jedem Schritt gemessen wird und der örtliche Versatz in der angegebenen Weise errechnet wird, daß das Bohrgestänge ausgehend von der Endtiefe kontinuierlich aus dem Bohrloch gezogen wird und daß der Neigungswinkel des Bohrloches über der Länge des freikragenden Bohrgestänges kontinuierlich gemessen und aufgezeichnet wird und der örtliche Versatz für ausgewählte Wertepaare in der angegebenen Weise errechnet wird, oder daß das Bohrgestänge ausgehend von der Endtiefe kontinuierlich aus dem Bohrloch gezogen wird und daß der Neigungswinkel des Bohrloches über der Länge des freikragenden Bohrgestänges zeitgetaktet oder tiefengetaktet gemessen und aufgezeichnet wird und der örtliche Versatz für die aufgezeichneten Wertepaare in der angegebenen Weise errechnet wird. Als Ergebnis kann jeweils der räumliche Verlauf des Bohrloches nach Neigungswinkel und Neigungsrichtung über der Tiefe ermittelt und graphisch oder tabellarisch dargestellt werden. Da eine Energieversorgung des Inklinometers im Bohrgestänge und mehr noch eine ständige Meßwertübertragung in der vorherrschenden Umgebung und

aufgrund des drehenden Antriebs des Bohrgestänges schwierig ist, kann das Verfahren so durchgeführt werden, daß die Meßwerte der Neigungswinkel mittels des Inklinometers über der Zeit gemessen und gespeichert werden und daß mittels eines separaten, außerhalb des Bohrlochs befindlichen Meßgerätes die Einspannlage des Bohrgestänges über der Zeit gemessen und gespeichert wird und daß der räumliche Verlauf des Bohrlochs ermittelt wird, indem die Meßwerte des Neigungswinkels und die Einspannlage über der Zeit korreliert werden. Für die Durchführung des Verfahrens ist eine Vorrichtung geeignet, wie sie in der genannten älteren Anmeldung vorbeschrieben ist. Eine erfindungsgemäße Weiterbildung umfaßt ein antreibbares Bohrgestänge, das rohrförmig ausgebildet ist, eine Gestängeführung für das Bohrgestänge nahe dem Eintrittspunkt, eine Bohrkrone am vorderen Ende des Bohrgestänges, ein erstes Inklinometer zum Messen eines Neigungswinkels, das hinter der Bohrkrone im Bohrgestänge angeordnet ist, und ein zweites Inklinometer zum Messen eines Neigungswinkels k , das oberhalb der Gestängeführung für das Bohrgestänge angeordnet ist, Mittel zur Messung der Länge l des ab der Gestängeführung freikragenden Bohrgestänges sowie Mittel zur Markierung einer vorgegebenen Drehstellung des Bohrgestänges gegenüber einer Referenzrichtung in jeglicher Tiefenlage. Auch hier ist es vorteilhaft, daß zumindest das erste Inklinometer eine unabhängige Stromquelle, einen Zeitgeber und einen Datenspeicher zum Speichern von gemessenen Neigungswinkeln und Zeiten umfaßt. Das zweite Inklinometer kann beliebig in geschützter Lage am Mätkler, insbesondere aber am oberen Ende im Bohrgestänge angeordnet sein. Es kann Ersatzweise auch eine Wasserwaage am Mätkler vorgesehen werden. In der einzigen Figur ist eine Bohrvorrichtung mit niedergebrachtem verformtem Bohrgestänge in Seiteneinsicht gezeigt. Die Verformung des Bohrgestänges ist in der Zeichnungsebene liegend angenommen. Auf einer Bodenoberfläche 11 steht ein selbstfahrendes Raupenfahrzeug 12, das einen vertikal ausgerichteten Mätkler 13 trägt. Am Mätkler befindet sich ein höhenverstellbarer Drehantriebskopf 14 und eine untenliegende Gestängeführung 15. Ein Bohrgestänge 16 ist mit dem drehbaren Antriebskopf 14 verbunden und in der Gestängeführung 15 geführt. Es tritt an einer Eintrittsstelle 17 in den Boden ein und liegt mit Krümmung im nicht näher dargestellten Bohrloch. Am unteren Ende liegt im Bohrgestänge 16 ein erstes Inklinometer 21 unmittelbar hinter einer Bohrkrone 19. Es wird idealisierend angenommen, daß der Durchmesser des Bohrlochs größer ist als der des Bohrgestänges 16 und daß ausschließlich die Bohrkrone 19 in Anlage mit dem Bohrloch ist. Die Position des ersten Inklinometers 21 wird als Fußpunkt 18 des Bohrlochs angenommen. Die Mitte der Gestängeführung 15 wird als Einspannpunkt 20 angenommen. Das Bohrgestänge folgt einer Biegelinie, die durch die Länge l des Fußpunkts unter dem Einspannpunkt und durch den horizontalen Versatz w des Fußpunkts gegenüber dem Einspannpunkt gekennzeichnet ist. Das Inklinometer 21 erfaßt den Neigungswinkel des Bohrgestänges gegenüber der Vertikalen. Wie eingezeichnet berechnet sich der horizontale Versatz w mit $2/3 \cdot l \cdot \tan k$. Unterhalb des Drehantriebskopfes 14 liegt im Bohrgestänge ein zweites Inklinometer 22. Es wird idealisierend angenommen, daß das Bohrgestänge 16 zwischen Drehantriebskopf 14 und Gestängeführung 15 nicht gekrümmt ist und damit die Achse des Inklinometers 22 in jeder Höhenstellung des Drehantriebskopfes 14 am Mätkler mit der Ausrichtung der Gestängeführung 15 übereinstimmt. Das Inklinometer 22 erfaßt damit den Neigungswinkel k der Achse der Gestängeführung 15 gegenüber der Vertikalen. Ist dieser von Null verschieden, ergibt sich daraus ein Korrekturwert w

für den horizontalen Versatz, der sich mit $w = l \cdot \tan k$ errechnet.

Bezugszeichenliste 11 Bodenoberfläche 12 Raupenfahrzeug 13 Mäkler 14 Drehantriebskopf

15 Gestängeführung 16 Bohrgestänge 17 Eintrittspunkt 18 Fußpunkt 19 Bohrkronen 20 Einspannpunkt

21 erstes Inklinometer 22 zweites Inklinometer

简体中文网页