

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 980 958 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.02.2000 Patentblatt 2000/08

(51) Int. Cl.⁷: **E21B 47/022, E02D 3/12**

(21) Anmeldenummer: **99115943.5**

(22) Anmeldetag: **13.08.1999**

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

(30) Priorität: **19.08.1998 DE 19837546**

(71) Anmelder:
**Bilfinger + Berger
Bauaktiengesellschaft
68165 Mannheim (DE)**

(72) Erfinder:
• **Gross, Walter Hans, Dipl.-Ing.
67459 Böhl (DE)**
• **Michel, Rainer, Dipl.-Ing.
67141 Neuhofen (DE)**

(74) Vertreter:
**Naumann, Ulrich, Dr.-Ing.
Patentanwälte,
Ullrich & Naumann,
Luisenstrasse 14
69115 Heidelberg (DE)**

(54) Messvorrichtung zum Bestimmen der Ausrichtung und des Verlaufs eines Bohrgestänges

(57) Es wird eine Meßvorrichtung vorgeschlagen, mit der sich die Ausrichtung und der Verlauf eines Bohrgestänges (4) auch während der Bohrmaßnahme, d.h. ohne Demontage des Bohrgestänges, bestimmen lassen.

Erfindungsgemäß umfaßt die Meßvorrichtung mehrere Inklinometersensoren (6), die über die Länge des Bohr-

gestänges (4) verteilt, an definierten Positionen des Bohrgestänges (4) angeordnet sind, eine Auswerteeinheit für die von den Inklinometersensoren (6) erfaßten Meßdaten und Mittel zum Übertragen der Meßdaten zu der Auswerteeinheit.

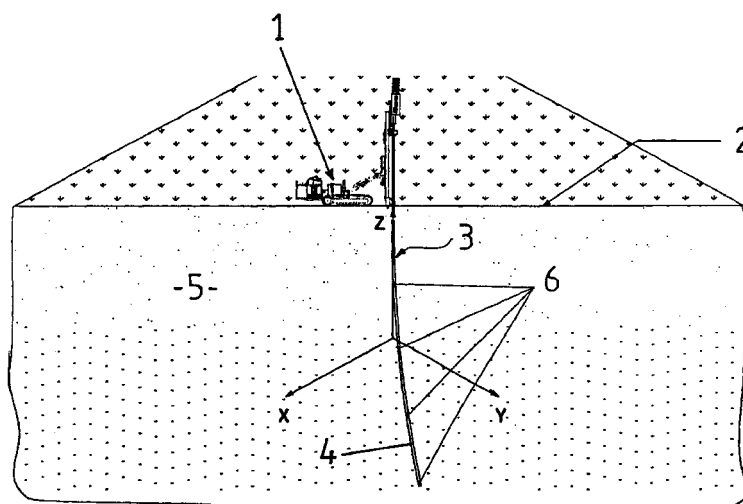


Fig.

EP 0 980 958 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Meßvorrichtung zum Bestimmen der Ausrichtung und des Verlaufs eines Bohrgestänges.

[0002] In der Praxis kommt es relativ häufig vor, daß Bohrgestänge beim Vortrieb durch Hindernisse im Baugrund abgelenkt werden, so daß Abweichungen zwischen dem Sollverlauf des Bohrgestänges und seinem tatsächlichen Verlauf im Baugrund auftreten. Diese Abweichungen wirken sich in der Regel qualitätsmindernd auf das mit der Bohrung bezweckte Ergebnis aus.

[0003] Dies wird nachfolgend am Beispiel der Sohlenherstellung im Hochdruckinjektions (HDI) - Verfahren erläutert. Die Sohle wird hier durch flächige Aneinanderreihung von Verpreßkörpern in einer vorgegebenen Tiefe im Baugrund realisiert. Dazu wird ein HDI-Gestänge bis auf die Solltiefe der zu erstellenden Sohle abgeteuft. Dort wird der Baugrund dann durch Hochdruckinjektion aufgeschnitten, und der dabei entstehende Hohlraum wird mit einer selbstabbindenden Verpreßmasse verpreßt. Die Größe des so entstehenden Verpreßkörpers hängt von der Reichweite des HDI-Strahls im Baugrund ab. Geschlossene Sohlen werden durch überlappende Anordnung von benachbarten Verpreßkörpern erzeugt, da sich Fehlstellen in der Sohle nur auf diese Weise wirkungsvoll vermeiden lassen. Ablenkungen des HDI-Gestänges beim Vortrieb in den Baugrund und dadurch bedingte Abweichungen der tatsächlichen Lage des HDI-Gestänges von seiner jeweiligen Sollage können nun dazu führen, daß sich benachbarte Verpreßkörper nicht hinreichend überlappen, was im Ergebnis zu Fehlstellen in der Sohle führen kann.

[0004] Um dies zu vermeiden, überwacht man in der Praxis die Lage, d. h. die Ausrichtung und den Verlauf, eines HDI-Gestänges beim Abteufen oder bestimmt dessen Lage im abgeteuften Zustand. Dazu wird eine Inklinometersonde in den Hochdruckkanal des HDI-Gestänges eingeführt und in diesem abgesenkt. In festgelegten Abständen werden dann nach dem Bohren Messungen mit der Inklinometersonde vorgenommen.

[0005] Dieses bekannte Verfahren erweist sich in der Praxis jedoch aus mehreren Gründen als problematisch. Um die Inklinometersonde in den Hochdruckkanal des HDI-Gestänges einführen zu können, muß das HDI-Gestänge geöffnet werden, was immer mit einer Unterbrechung des operativen Prozesses und Verzögerungen verbunden ist. Außerdem besteht beim Öffnen des HDI-Gestänges immer die Gefahr, daß die Medienrohre verschmutzt werden und Suspension aufgrund des Ausgleichs des hydrostatischen Drucks bei offenem Bohrrohr in den Luftkanal eintritt. Bei dem bekannten Verfahren erfolgt die Positionierung und Ausrichtung der Inklinometersonde in dem Hochdruckkanal des HDI-Gestänges manuell. Die Ergebnisse dieser manuellen Messungen sind immer mit dem systematischen Fehler

des Bedieners behaftet, bedingt durch Fehler bei der Ausrichtung der Meßachsen, die Toleranzbreite der Meßintervalle, ein stets vorhandenes Meßwertrauschen etc.

5 **[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es nun, eine Meßvorrichtung anzugeben, mit der sich ohne nennenswerte Störung des operativen Prozesses die Ausrichtung und der Verlauf eines Bohrgestänges mit großer Genauigkeit bestimmen lassen.

10 **[0007]** Die voranstehende Aufgabe wird durch eine Meßvorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 löst. Die dort angegebene Meßvorrichtung zum Bestimmen der Ausrichtung und des Verlaufs eines Bohrgestänges umfaßt mehrere Inklinometersensoren, die über die Länge des Bohrgestänges verteilt, an definierten Positionen des Bohrgestänges angeordnet sind, eine Auswerteeinheit für die von den Inklinometersensoren erfaßten Meßdaten und Mittel zum Übertragen der Meßdaten zu der Auswerteeinheit.

15 **[0008]** Erfindungsgemäß ist erkannt worden, daß sich eine Reihe von Fehlerquellen bei der Bestimmung der Ausrichtung und des Verlaufs eines Bohrgestänges mit Hilfe von Inklinometersensoren ausschalten lassen, wenn die Inklinometersensoren an definierten Positionen des Bohrgestänges angeordnet sind und nicht - wie aus der Praxis bekannt - manuell in bestimmte Meßpositionen verbracht werden. Des weiteren ist erkannt worden, daß der Meßvorgang erheblich vereinfacht und verkürzt werden kann, wenn mehrere Inklinometersensoren vorgesehen sind, die über die Länge des Bohrgestänges verteilt an definierten Meßpositionen angeordnet sind. Auf diese Weise können nämlich die Neigungen des Bohrgestänges an verschiedenen Positionen des Bohrgestänges gleichzeitig erfaßt werden. Die Ausrichtung und der Verlauf des Bohrgestänges insgesamt können dann einfach mit Hilfe einer Auswerteeinheit ermittelt werden, der die gleichzeitig erfaßten Meßdaten sämtlicher am Bohrgestänge angeordneten Inklinometersensoren zugeleitet werden. Im Ergebnis ermöglicht der Einsatz der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Meßvorrichtung eine weitgehende Automatisierung des Meßvorgangs, bei dem sich die Ausrichtung und der Verlauf eines Bohrgestänges mit nur sehr geringem Zeitaufwand und relativ hoher Genauigkeit ermitteln lassen. Außerdem muß der Bohrvorgang für Messungen mit der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung nicht mehr unterbrochen werden; die Messungen lassen sich nun mit nur minimaler Unterbrechung des operativen Prozesses durchführen.

20 **[0009]** Grundsätzlich gibt es verschiedene Möglichkeiten für die Anordnung der Inklinometersensoren an definierten Positionen des Bohrgestänges, was nicht zuletzt auch von der Konstruktion des Bohrgestänges selbst abhängt. In einer besonders vorteilhaften Variante der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung sind die Inklinometersensoren in einem eigens dafür vorgesehenen Meßkanal des Bohrgestänges angeordnet. Ein solcher Meßkanal bietet zum einen einen gewissen

mechanischen Schutz für die Inklinometersensoren, zum anderen ermöglicht er eine einfache Wartung bzw. einen einfachen Austausch der Inklinometersensoren ohne Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit des Bohrgestänges selbst.

[0010] Grundsätzlich ist es zwar möglich, Bohrgestänge lediglich für bestimmte Baumaßnahmen mit einer erfindungsgemäßen Meßvorrichtung auszurüsten, in der Regel wird man die Inklinometersensoren der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung jedoch fest an einem Bohrgestänge installieren, da jeder Inklinometersensor in Bezug auf die übrigen Inklinometersensoren der Meßvorrichtung und das Bohrgestänge genau ausgerichtet werden muß.

[0011] Während der Bohrmaßnahme dreht sich das Bohrgestänge und mit ihm auch die Inklinometersensoren. Für die Auswertung der von den Inklinometersensoren erfaßten Meßwerte sollte die Orientierung der Inklinometersensoren bzw. des Bohrgestänges möglichst genau bekannt sein. In einer vorteilhaften Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind deshalb zusätzlich Mittel zum Erkennen der Orientierung des Bohrgestänges vorgesehen. Dabei kann es sich beispielsweise um eine Markierung am Bohrgestänge handeln oder auch um einen an geeigneter Stelle angeordneten Fortsatz.

[0012] Besonders Vorteilhaft ist es, wenn die Inklinometersensoren jeweils paarweise angeordnet sind und ein einachsiges Inklinometerpaar bilden. In diesem Falle läßt sich mit jedem Sensorpaar die Tangentensteigung am Ort des Sensorpaars erfassen, so daß der Verlauf des Bohrgestänges durch Näherungsintegration der Tangentensteigungen an den Orten aller Sensorpaare ermittelt werden kann.

[0013] Im Baustellenbetrieb erweist es sich als vorteilhaft, die Auswerteeinheit der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung abgesetzt von den Inklinometersensoren zu betreiben, d. h. vom Bohrgestänge getrennt an einem geschützten und gut zugänglichen Ort anzuordnen. In diesem Falle ist es zweckmäßig die von den Inklinometersensoren erfaßten Meßdaten drahtlos zur Auswerteeinheit zu übertragen. Dies kann beispielsweise per Funk oder per Infrarot erfolgen.

[0014] Wie bereits erwähnt, wird der Verlauf des Bohrgestänges erfindungsgemäß mit Hilfe der Auswerteeinheit anhand der von den Inklinometersensoren erfaßten Meßdaten bestimmt. Da die Durchführung einer Baumaßnahme in der Regel protokolliert wird, ist es von Vorteil, neben der Auswerteeinheit auch Mittel zum Abspeichern der Meßdaten und/oder der Meßergebnisse in Form der ausgewerteten Meßdaten vorzusehen. In Verbindung mit der Überwachung einer Bohrmaßnahme ist es außerdem von Vorteil, wenn auch Mittel zum tabellarischen und/oder graphischen Visualisieren der Meßergebnisse vorgesehen sind.

[0015] Die voranstehend ganz allgemein beschriebene erfindungsgemäße Meßvorrichtung erweist sich insbesondere zum Bestimmen der Ausrichtung und des

Verlaufs eines Düsenstrahl-Gestänges, wie z.B. eines HDI-Gestänges, als vorteilhaft. Diese Art des Bohrgestänges kommt bei verschiedensten Baumaßnahmen zum Einsatz, da sich im Düsenstrahl-Verfahren Verpreßkörper für unterschiedlichste Zwecke im Baugrund erstellen lassen. In der Regel ist es erforderlich, die Verpreßkörper genau zu positionieren, d. h. in einer definierten Tiefe und mit definierter Lage herzustellen, wozu die Ausrichtung und der Verlauf des Düsenstrahl-Gestänges bestimmt werden müssen.

[0016] Nachfolgend werden die Wirkungsweise und vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung in Verbindung mit einem HDI-Gestänge anhand der einzigen Figur näher erläutert.

[0017] Die einzige Figur zeigt ein Bohrgerät 1, das auf der Bodenoberfläche 2 neben einem Bohrloch 3 angeordnet ist. Am Bohrgerät 1 ist ein HDI-Gestänge 4 befestigt, das bereits zu einem großen Teil in den Baugrund 5 abgeteuft ist. Die einzige Figur verdeutlicht, daß die Ausrichtung des HDI-Gestänges 4 im Baugrund 5 von der Vertikalen abweicht, obwohl das HDI-Gestänge 4 senkrecht in den Baugrund 5 vorgetrieben worden ist. Diese Abweichung könnte bspw. auf Hindernisse im Baugrund 5 zurückzuführen sein.

[0018] Zur Bestimmung der tatsächlichen Ausrichtung und des tatsächlichen Verlaufs des abgeteufte HDI-Gestänges 4 ist dieses HDI-Gestänge 4 mit einer Meßvorrichtung ausgestattet, die vier Inklinometersonden mit jeweils einem Inklinometersensorpaar umfaßt, welche über die Länge des HDI-Gestänges 4 verteilt, an definierten Positionen des HDI-Gestänges 4 angeordnet sind. Im vorliegenden Falle sind die Inklinometersensoren 6 in einem eigens dafür vorgesehenen Meßkanal bzw. Meßrohr angeordnet, welches in das HDI-Gestänge 4 integriert ist. Die Inklinometersensoren 6 sind in festen, hier gleichen Intervallen im Meßrohr angeordnet. Jede Inklinometersonde umfaßt ein einachsiges Inklinometersensorpaar, das die Tangentensteigung in einem diskreten Meßpunkt, nämlich am Ort des Inklinometersensorpaars, erfaßt.

[0019] Die Auswertung der als Meßdaten erfaßten Tangentensteigungen in den die Meßpunkte bildenden Positionen der Inklinometersensoren 6 erfolgt mit Hilfe einer Auswerteeinheit, die abgesetzt von den Inklinometersensoren 6 betrieben wird und sich im vorliegenden Fall bspw. in dem Bohrgerät 1 befinden könnte. Dort könnten zusätzlich auch noch Mittel zum Abspeichern der Meßdaten und/oder Meßergebnisse und Mittel zum Visualisieren der Meßergebnisse angeordnet sein, so daß das Bedienungspersonal den Bohrvorgang vom Bohrgerät aus nicht nur überwachen und steuern könnte sondern auch protokollieren könnte. Bei der Auswerteeinheit kann es sich um ein Laptop, einen Hand-PC, ein IPC-System oder ähnliches handeln. Der Verlauf des HDI-Gestänges 4 wird durch Näherungsintegration der als Meßdaten erfaßten Tangentensteigungen unter Berücksichtigung der Orientierung des HDI-Gestänges ermittelt. Daraus läßt sich dann die Abwei-

chung des tatsächlichen Bohrverlaufs von dem Sollverlauf des HDI-Gestänges 4 ermitteln.

[0020] Wie bereits erwähnt, wird die Auswerteeinheit abgesetzt von den Inklinometersensoren 6 betrieben. Dafür werden die Meßdaten der Inklinometersensoren 6 über eine Infrarot-Schnittstelle unterhalb des Spülkopfes des HDI-Gestänges 4 an die Auswerteeinheit übertragen.

[0021] Abschließend sei nochmals daraufhingewiesen, daß sich mit Hilfe der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung die Ausrichtung und der Verlauf eines Bohrgestänges bestimmen lassen, ohne daß dazu der Vortrieb des Bohrgestänges langfristig unterbrochen werden muß. Der Meßprozeß hat also nur geringe Auswirkungen auf den zeitlichen Ablauf der Bohrmaßnahme.

Patentansprüche

1. Meßvorrichtung zum Bestimmen der Ausrichtung und des Verlaufs eines Bohrgestänges (4), **umfassend:**
 - mehrere Inklinometersensoren (6), die über die Länge des Bohrgestänges (4) verteilt, an definierten Positionen des Bohrgestänges (4) angeordnet sind, eine Auswerteeinheit für die von den Inklinometersensoren (6) erfaßten Meßdaten und Mittel zum Übertragen der Meßdaten zu der Auswerteeinheit.
2. Meßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Inklinometersensoren (6) in einem eigens dafür vorgesehenen Meßkanal des Bohrgestänges (4) angeordnet sind.
3. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Inklinometersensoren (6) fest installiert sind.
4. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zum Erkennen der Orientierung des Bohrgestänges vorgesehen sind.
5. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Inklinometersensoren jeweils paarweise angeordnet sind, so daß sich mit jedem dieser Sensorpaare die Tangentensteigung am Ort des Sensorpaars erfassen läßt und der Verlauf des Bohrgestänges durch Näherungsintegration der Tangentensteigungen an den Orten aller Sensorpaare ermitteln läßt.
6. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit abgesetzt von den Inklinometersensoren (6) betrieben wird und daß die Mittel zum Übertragen der

Meßdaten zu der Auswerteeinheit eine drahtlose Datenübertragung vorsehen.

7. Meßvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßdaten per Funk oder per Infrarot übertragen werden.
8. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zum Abspeichern der Meßdaten und/oder der Meßergebnisse in Form der ausgewerteten Meßdaten vorgesehen sind.
9. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zum Visualisieren der Meßergebnisse vorgesehen sind.
10. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zum Bestimmen der Ausrichtung und des Verlaufs eines Düsenstrahl - Gestänges (4).
11. Meßvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß unterhalb des Spülkopfes des Düsenstrahl-Gestänges (4) eine Schnittstelle angeordnet ist, über die die Meßdaten an die Auswerteeinheit übertragen werden.

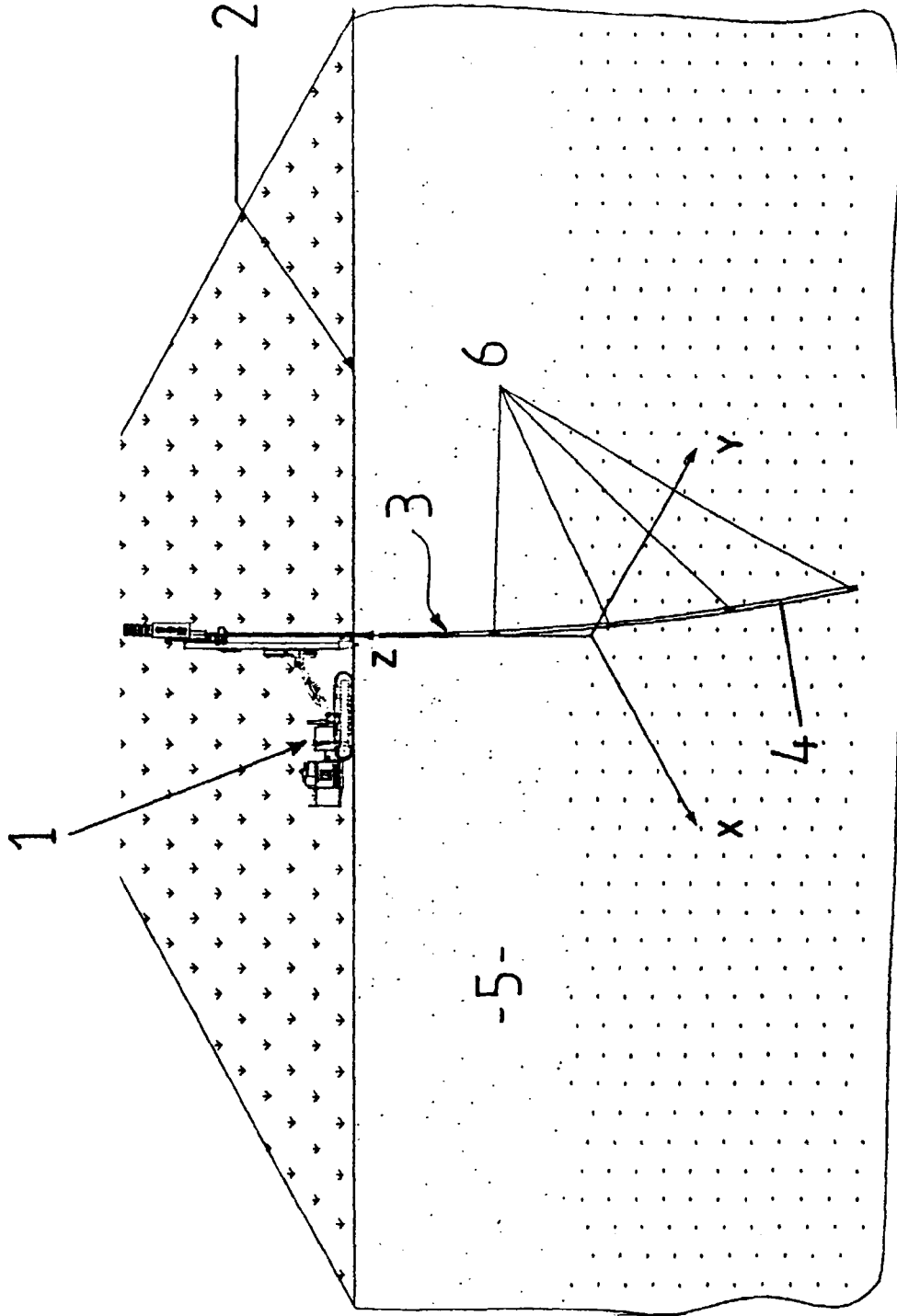


Fig.