



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 477 633 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.11.2004 Patentblatt 2004/47

(51) Int Cl.7: **E21B 44/02**

(21) Anmeldenummer: **04009245.4**

(22) Anmeldetag: **19.04.2004**

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

(72) Erfinder:
• **Mayr, Markus**
86676 Ehekirchen (DE)
• **Riepold, Markus**
86564 Brunnen (DE)

(30) Priorität: **08.05.2003 DE 10320662**

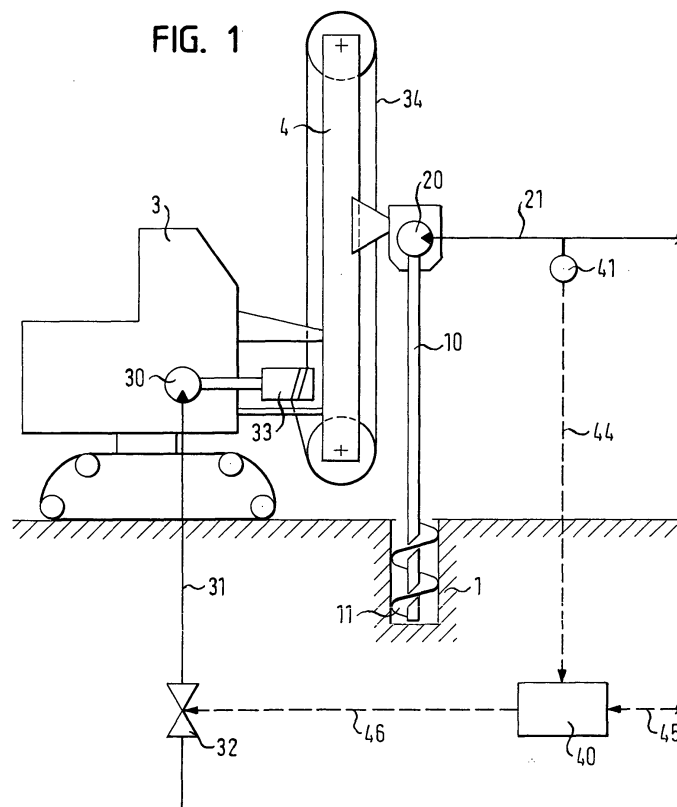
(74) Vertreter: **Wunderlich, Rainer, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte
Weber & Heim
Irmgardstrasse 3
81479 München (DE)

(71) Anmelder: **BAUER Maschinen GmbH**
86529 Schrobenhausen (DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Bodenbearbeitung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bodenbearbeitung, bei dem ein Bohrgestänge (10), an dem mindestens ein Bohrwerkzeug (11) angebracht ist, mittels eines Drehantriebs (20) mit einer Drehzahl um eine Drehachse in Rotation versetzt wird. Das Bohrgestänge wird gleichzeitig mittels eines

Vorschubantriebes (30) mit einer Vorschubgeschwindigkeit in Richtung der Drehachse in einen Bodenbereich (1) eingefahren. Die Drehzahl des Bohrgestänges wird ermittelt und eine Steuereinrichtung verringert bei einer Abnahme der Drehzahl des Bohrgestänges die Vorschubgeschwindigkeit.



EP 1 477 633 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bodenbearbeitung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine zugehörige Vorrichtung.

[0002] Verfahren und Vorrichtungen zum Bohren des Erdbodens sind seit vielen Jahren bekannt. Bei diesen bekannten Verfahren wird ein Werkzeug in eine Drehbewegung versetzt und gleichzeitig in Richtung seiner Drehachse im Boden vorgeschoben, wodurch ein Bohrloch im Erdboden erzeugt wird. Aufgrund von Reibungskräften zwischen dem Werkzeug und der Wand sowie dem Grund des Bohrloches kann es bei den bekannten Verfahren zu einem Festbohren des Werkzeuges kommen, das heißt, das für die Drehbewegung des Werkzeuges zur Verfügung stehende Drehmoment kann die Reibungskräfte nicht mehr überwinden und die Drehbewegung kommt folglich zum Stillstand. Ein solches Festbohren macht es erforderlich, das Werkzeug zumindest teilweise wieder aus dem Bohrloch zurückzuziehen, was den Zeitaufwand für das Bohren erhöht und die Qualität des Bohrloches vermindert.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bodenbearbeitung zur Verfügung zu stellen, das ein kontinuierliches und besonders effizientes Bohren erlaubt.

[0004] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur Bodenbearbeitung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch eine Vorrichtung zur Bodenbearbeitung mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst. Bevorzugte Ausführungsbeispiele sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0005] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Bodenbearbeitung wird ein Bohrgestänge, an dem mindestens ein Werkzeug angebracht ist, mittels eines Drehantriebs mit einer Drehzahl um eine Drehachse in Rotation versetzt, das Bohrgestänge gleichzeitig mittels eines Vorschubantriebes mit einer Vorschubgeschwindigkeit in Richtung der Drehachse in einen Bodenbereich eingefahren, die Drehzahl des Bohrgestänges ermittelt und eine Steuereinrichtung verringert die Vorschubgeschwindigkeit bei einer Abnahme der Drehzahl des Bohrgestänges.

[0006] Ein Grundgedanke der Erfindung liegt darin, die Vorschubgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Drehzahl des Bohrgestänges durch eine Steuereinrichtung automatisch zu steuern. Durch die Steuereinrichtung wird die Vorschubgeschwindigkeit des Bohrgestänges verringert, wenn die Drehzahl des Bohrgestänges aufgrund einer Zunahme von Kräften zwischen dem Bohrwerkzeug und einer Wand oder eines Grundes des Bodenbereiches abnimmt. Bei diesen Kräften kann es sich beispielsweise um Reibungs-, Scher- oder Schneidekräfte handeln. Aus der Verringerung der Vorschubgeschwindigkeit resultiert eine Verringerung der Anpresskräfte des Bohrwerkzeuges an dem Grund des Bodenbereiches und somit eine Verringerung der Kräfte, die der Drehbewegung des Bohrgestänges entgegenwirken.

Dies resultiert in einem erneuten Ansteigen der Drehzahl des Bohrgestänges und ein Festbohren des Bohrgestänges kann somit wirksam verhindert werden. Steigt die Drehzahl des Bohrgestänges wieder an, kann auch die Vorschubgeschwindigkeit durch die Steuereinrichtung wieder erhöht werden. Dies ermöglicht es, die Drehzahl des Bohrgestänges auf einen voreingestellten Sollwert einzuregeln. Bevorzugt wird hierzu die ermittelte Drehzahl durch die Steuereinrichtung mit dem voreingestellten Sollwert verglichen und die Vorschubgeschwindigkeit bevorzugt mittels eines PID-Reglers der Steuereinrichtung geregelt. Vorteilhafterweise entspricht der voreingestellte Sollwert der für den zu bearbeitenden Boden optimalen Schneiddrehzahl.

[0007] Eine besonders bevorzugte Weiterentwicklung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die ermittelte Drehzahl des Bohrgestänges in der Steuereinrichtung mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen wird und bei Unterschreiten des Schwellenwertes die Vorschubgeschwindigkeit verringert wird. Der Schwellenwert kann dabei ein einzelner Wert oder auch ein Wertebereich sein. Hierdurch kann ein zulässiger Drehzahlbereich vorgesehen werden, innerhalb dem keine Regelung der Vorschubgeschwindigkeit erfolgt. Ein Eingreifen des PID-Reglers kann dann bei Unterschreiten des Schwellenwertes der Drehzahl erfolgen. Das Vergleichen der ermittelten Drehzahl mit dem vorgegebenen Schwellenwert erfolgt bevorzugt in Form einer Differenzbildung.

[0008] Vorteilhafterweise wird die Vorschubgeschwindigkeit so geregelt, dass das Bohrgestänge zumindest mit einer vorgegebenen Mindest-Solldrehzahl betrieben wird. Dies erlaubt einen besonders kontinuierlichen Bohrvorgang. Bevorzugt ist die Mindest-Solldrehzahl dabei so bemessen, dass einer Sedimentation einer im Bodenbereich befindlichen Suspension zuverlässig entgegengewirkt wird. Eine solche Suspension kann zur Herstellung von Gründungselementen in den Bodenbereich eingebracht oder in diesem hergestellt werden. Vorteilhafterweise ist das Bohrwerkzeug dabei so ausgelegt, dass es die Suspension kontinuierlich umwälzt. Die Mindest-Solldrehzahl kann dann so bemessen werden, dass der Umwälzvorgang eine Sedimentation der Suspension verhindert. Durch eine derartige Fortbildung der Erfindung wird die Herstellung qualitativ besonders hochwertiger Gründungselemente ermöglicht.

[0009] Geeigneterweise kann die Ermittlung der Drehzahl mittels Drehgebern, insbesondere hochgenauen elektronischen Drehgebern, erfolgen. Dies erlaubt es, die Drehzahl direkt als Stellgröße für die Regelung der Vorschubgeschwindigkeit zu verwenden und ermöglicht eine besonders einfache Verfahrensführung.

[0010] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass als Drehantrieb ein Hydraulikdrehmotor verwendet wird, dem ein Hydraulikfluid zugeführt wird. Ein solcher Hydraulikdrehmotor ermöglicht einen besonders robusten Betrieb

des Bohrwerkzeuges. Weiters bevorzugt ist es, dass ein Druck des dem Hydraulikdrehmotor zugeführten Hydraulikfluids gemessen wird und dass die Drehzahl durch die Steuereinrichtung aus dem ermittelten Druck mittels einer Rechenvorschrift berechnet wird. Dies erlaubt eine besonders schnelle und zeitnahe Ermittlung der Drehzahl und der Abweichung der Drehzahl vom Sollwert auch beim Vorliegen von geringen Drehzahlen. Ferner können auch geringe Abweichungen zwischen der Drehzahl und dem Sollwert zuverlässig ermittelt werden. Die Rechenvorschrift ist dabei so gestaltet, dass sie eine Beziehung zwischen der Drehzahl und dem Druck am Drehantrieb liefert.

[0011] Bevorzugterweise wird die Rechenvorschrift in bestimmten Zeitabschnitten automatisch oder durch einen Bediener ausgelöst angepasst. Hierdurch kann berücksichtigt werden, dass die Beziehung zwischen Drehzahl und Druck von den Umgebungsbedingungen, wie Außentemperatur, Temperatur des Hydraulikfluids und resultierendem Reibmoment des Drehantriebs, den Bodenverhältnissen sowie der Art des Werkzeuges und des Drehantriebs, abhängt. Eine Anpassung kann dabei durch einen Vergleich der mittels Drehgebern ermittelten Drehzahl mit der aus der Rechenvorschrift ermittelten Drehzahl erfolgen. Besonders bevorzugt ist es jedoch, dass die Steuereinrichtung weitere Parameter, wie Außentemperatur, Temperatur des Hydraulikfluids, Reibmoment des Drehantriebs und/oder Verschleißzustand des Drehantriebs, ermittelt, anhand derer die Rechenvorschrift angepasst wird. Hierdurch wird eine besonders genaue Ermittlung der Drehzahl aus dem Druck ermöglicht. Geeigneterweise wird als Vorschubantrieb ein Hydraulikmotor verwendet. Ein solcher Hydraulikmotor kann beispielsweise als Drehmotor ausgebildet sein, der über einen Seilzugmechanismus das Bohrgestänge und den Drehantrieb vorschubt und zurückzieht. Auch können Hydraulikzylinder Verwendung finden. Bevorzugt ist es ferner, die Regelung der Vorschubgeschwindigkeit, insbesondere deren Verlangsamung, durch die eine Regelung einer Durchflussmenge von Hydraulikfluid durch den Hydraulikmotor bewirkt wird. Dies ermöglicht eine besonders einfache und zuverlässige Regelung der Vorschubgeschwindigkeit. Erfindungsgemäß ist es von Vorteil, dass mindestens zwei, insbesondere drei Bohrgestänge unmittelbar nebeneinander angeordnet werden, dass die mindestens zwei Bohrgestänge gleichzeitig in Rotation versetzt werden und dass die mindestens zwei Bohrgestänge gleichzeitig mit gleicher Vorschubgeschwindigkeit in den Bodenbereich eingefahren werden. Eine derartige Anordnung erlaubt das gleichzeitige Überarbeiten eines großen Bodenbereiches und insbesondere die Herstellung von Wandelementen. Die mindestens zwei Bohrgestänge sind dabei bevorzugt parallel zueinander angeordnet, und die Bohrwerkzeuge weisen bevorzugt überlappende Bohrquerschnitte auf. Geeigneterweise regelt die Steuereinrichtung dabei die Vorschubgeschwindigkeit der Bohrgestänge in gleicher Weise und

synchron. Geeigneterweise weist ferner jedes der Bohrgestänge einen eigenen Drehantrieb auf.

[0012] Grundsätzlich kann die Drehzahl von jedem der mindestens zwei Bohrgestänge ermittelt werden und der Regelung der Vorschubgeschwindigkeit zugrundegelegt werden. Besonders bevorzugt ist es jedoch, dass lediglich die Drehzahl von außen liegenden Bohrgestängen ermittelt und von der Steuereinrichtung verarbeitet wird. Unter außen liegenden Bohrgestängen können solche Bohrgestänge verstanden werden, die lediglich ein unmittelbar benachbartes Bohrgestänge aufweisen. Da ein Drehzahlabfall aufgrund eines größeren Eingriffes in den Boden an den äußeren Gestängen zuerst auftritt, vermindert eine derartige Verfahrensführung zuverlässig das Festbohren aller Bohrgestänge. Als Bohrwerkzeuge können grundsätzlich alle bekannten Bohrwerkzeuge verwendet werden. Besonders vorteilhaft ist es jedoch, dass das Bohrwerkzeug Bohrwendeln und/oder Mischpaddel aufweist. Die Verwendung von Mischpaddel ist besonders vorteilhaft, wenn in dem Bodenbereich eine Suspension eingebracht und/oder hergestellt wird. Die Mischpaddel können dann zum Verhindern einer Sedimentation der Suspension dienen.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere bei allen bekannten Bohrverfahren eingesetzt werden. Besonders bevorzugt ist es, dass es beim Verdrängerbohren, Endlosschneckenbohren und/oder bei mixed-in-place-Verfahren zur Herstellung von Gründungselementen verwendet wird. Unter Verdrängerbohren ist dabei ein Bohrverfahren zu verstehen, bei dem Bodenmaterial bei gleichzeitiger Verdichtung aus dem Bodenbereich verdrängt wird. Unter mixed-in-place-Verfahren können solche Techniken verstanden werden, bei denen eine Flüssigkeit in den Boden eingeleitet wird und die Flüssigkeit im Bodenbereich mit dem anstehenden Boden zu einer selbsthärtenden Suspension vermischt wird.

[0014] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass es zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens verwendet wird.

[0015] Die Erfindung wird weiter anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen erläutert, welche schematisch in den Zeichnungen dargestellt sind. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 2 eine schematische Seitenansicht einer weiteren Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ohne Darstellung eines Baufahrzeuges.

[0016] Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist schematisch in Fig. 1 dargestellt. Ein als Hydraulikdrehmotor ausgeführter

Drehantrieb 20 treibt drehbar ein Bohrgestänge 10 an. Dem Drehantrieb 20 wird dabei über eine erste Zuführleitung 21 Hydraulikfluid zugeführt. Am unteren Ende des Bohrgestänges 10 ist ein als Bohrschnecke ausgeführtes Bohrwerkzeug 11 drehfest angebracht. Das Bohrgestänge 10 tritt an seinem unteren Ende in einen Bodenbereich 1 ein, wo durch die Wirkung des Bohrwerkzeugs 11 ein Bohrloch entsteht.

[0017] Der Drehantrieb 20 und das Bohrgestänge 10 sind über einen lediglich schematisch dargestellten Seilzugmechanismus 33 und ein Seil 34 verschiebbar an einem Mast 4 angeordnet. Der Seilzugmechanismus 33 dient dabei dem Vortrieb des Bohrgestänges in Richtung seiner Drehachse. Der Mast 4 ist an einem schematisch dargestellten Baufahrzeug 3 befestigt.

[0018] Der Seilzugmechanismus 33 wird über einen am Baufahrzeug 3 angeordneten Vorschubantrieb 30 angetrieben, der ebenfalls als Hydraulikdrehmotor ausgebildet ist. Dem Vorschubantrieb 30 wird über eine zweite Zuführleitung 31 Hydraulikfluid zugeführt.

[0019] Der Druck in der ersten Zuführleitung 21 des Drehantriebs 20 wird über einen Drucksensor 41 ermittelt und der Messwert über eine Messwertleitung 44 einer Steuereinrichtung 40 zugeführt. Die Steuereinrichtung 40 vergleicht den ermittelten Druck mit einem Sollwert, der der Steuereinrichtung über eine Sollwertleitung 45 zugeführt wird. Hieraus berechnet die Steuereinrichtung 40 einen Stellwert, der über eine Stellwertleitung 46 an ein Stellventil 32 in der zweiten Zuführleitung 31 des Vorschubantriebs 30 vorgesehen ist. Stellt die Steuereinrichtung 40 eine Erhöhung des Druckes in der ersten Zuführleitung 21 über den Sollwert fest, was einer Verlangsamung der Drehzahl unter den Sollwert entspricht, vermindert die Steuereinrichtung 40 die Durchflussmenge von Hydraulikfluid durch die zweite Zuführleitung 31 durch Betätigung des Stellventils 32.

[0020] Ein weiteres Beispiel einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig. 2 dargestellt. Bauteile mit gleicher Funktion sind mit den gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 1 bezeichnet und werden an dieser Stelle nicht näher beschrieben. Das Ausführungsbeispiel in Fig. 2 unterscheidet sich von dem in Fig. 1 lediglich dadurch, dass der Steuereinrichtung 40 nicht der Druck in der ersten Zuführleitung 21 als Messwert über die Messwertleitung 46 zugeführt wird, sondern die Drehzahl des Bohrgestänges 10. Die Drehzahl wird dabei direkt von einem am Bohrgestänge 10 angeordneten Drehgeber 42 aufgenommen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bodenbearbeitung,

- bei dem ein Bohrgestänge (10), an dem mindestens ein Werkzeug (11) angebracht ist, mittels eines Drehantriebs (20) mit einer Drehzahl um eine Drehachse in Rotation versetzt wird,

- das Bohrgestänge (10) gleichzeitig mittels eines Vorschubantriebs (30) mit einer Vorschubgeschwindigkeit in Richtung der Drehachse in einen Bodenbereich (1) eingefahren wird,
- die Drehzahl des Bohrgestänges ermittelt wird und
- eine Steuereinrichtung (40) bei einer Abnahme der Drehzahl des Bohrgestänges (10) die Vorschubgeschwindigkeit verringert.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

- dadurch gekennzeichnet,**
dass die ermittelte Drehzahl des Bohrgestänges (10) in der Steuereinrichtung (40) mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen wird und bei Unterschreiten des Schwellenwerts die Vorschubgeschwindigkeit so geregelt wird, dass das Bohrgestänge (10) zumindest mit einer vorgegebenen Mindest-Solldrehzahl betrieben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

- dadurch gekennzeichnet,**
dass die Mindest-Solldrehzahl so bemessen ist, dass einer Sedimentation einer im Bodenbereich (1) befindlichen Suspension zuverlässig entgegen gewirkt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

- dadurch gekennzeichnet,**
dass die Ermittlung der Drehzahl mittels Drehgebern (42) erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

- dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** als Drehantrieb (20) ein Hydraulikdrehmotor verwendet wird, dem ein Hydraulikfluid zugeführt wird,
 - **dass** ein Druck des dem Hydraulikdrehmotor zugeführten Hydraulikfluids gemessen wird und
 - **dass** die Drehzahl durch die Steuereinrichtung (40) aus dem ermittelten Druck mittels einer Rechenvorschrift berechnet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5,

- dadurch gekennzeichnet,**
dass die Rechenvorschrift in bestimmten Zeitabschnitten automatisch oder durch einen Bediener ausgelöst angepasst wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6,

- dadurch gekennzeichnet,**
dass die Steuereinrichtung (40) weitere Parameter wie Außentemperatur, Temperatur des Hydraulikfluids und/oder Verschleißzustand des Drehantriebs (20) erfasst, anhand derer die Rechenvor-

schrift angepasst wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Vorschubantrieb (30) ein Hydraulikmotor
 verwendet wird und dass die Regelung der Vor-
 schubgeschwindigkeit durch eine Regelung einer
 Durchflussmenge von Hydraulikfluid durch den Hy-
 draulikmotor bewirkt wird. 5
 10
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens zwei, insbesondere drei Bohrges-
 stänge (10) unmittelbar nebeneinander angeordnet
 werden, dass die mindestens zwei Bohrgestänge (10)
 gleichzeitig in Rotation versetzt werden und
 dass die mindestens zwei Bohrgestänge (10)
 gleichzeitig mit gleicher Vorschubgeschwindigkeit
 in den Bodenbereich (1) eingefahren werden. 15
 20
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Drehzahl von außenliegenden Bohrges-
 stängen (10) ermittelt wird. 25
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Werkzeug (11) Bohrschneiden, Bohrwen-
 deln und/oder Mischpaddel aufweist. 30
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass dieses beim Verdrängerbohren, Endlos-
 schneckenbohren und/oder bei mixed-in-place-
 Verfahren zur Herstellung von Gründungselemen-
 ten verwendet wird. 35
13. Vorrichtung zur Bodenbearbeitung gemäß einem
 Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 mit 40
 - einem Bohrgestänge (10), an dem mindestens
 ein Werkzeug (11) angebracht ist,
 - einem Drehantrieb (20) zum drehbaren Antrei-
 ben des Bohrgestänges (10),
 - einem Vorschubantrieb (30) zum Einfahren des
 Bohrgestänges in einen Bodenbereich (1) und 45
 - einer Steuereinrichtung (40) zur Steuerung ei-
 ner Drehzahl des Bohrgestänges (10).
 50
 55

FIG. 1

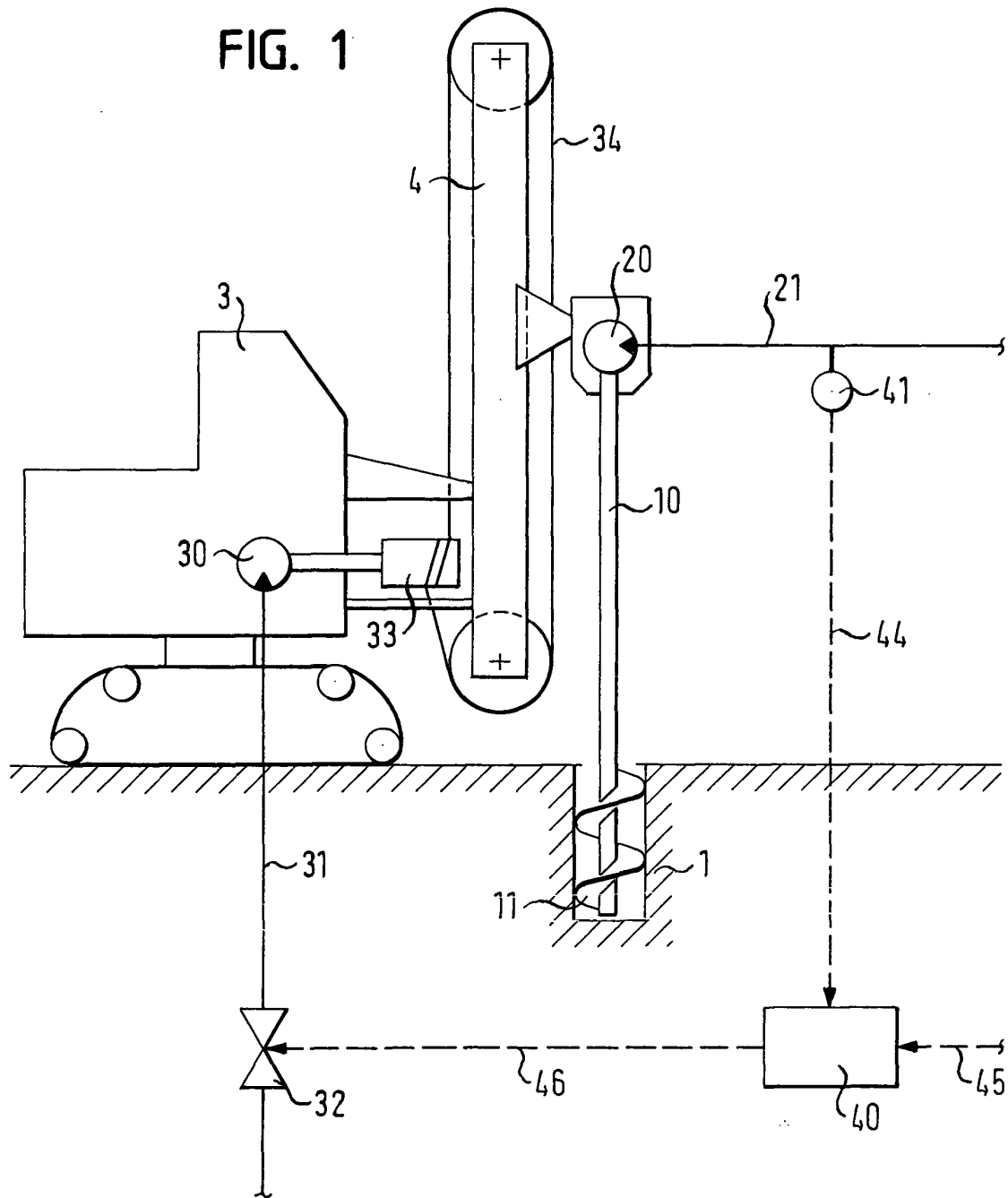


FIG. 2

