

(19)



(11)

EP 4 372 202 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.05.2024 Patentblatt 2024/21

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E21B 10/32^(2006.01) E21D 1/06^(2006.01)
E21D 1/08^(2006.01) E21B 7/20^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22207610.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E21B 10/32; E21B 7/208; E21D 1/06; E21D 1/08

(22) Anmeldetag: **15.11.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

- **GREVING, Kai**
86529 Schrobenhausen (DE)
- **REIL, David**
85298 Scheyern (DE)
- **SCHUELL, Andreas**
85302 Gerolsbach (DE)

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

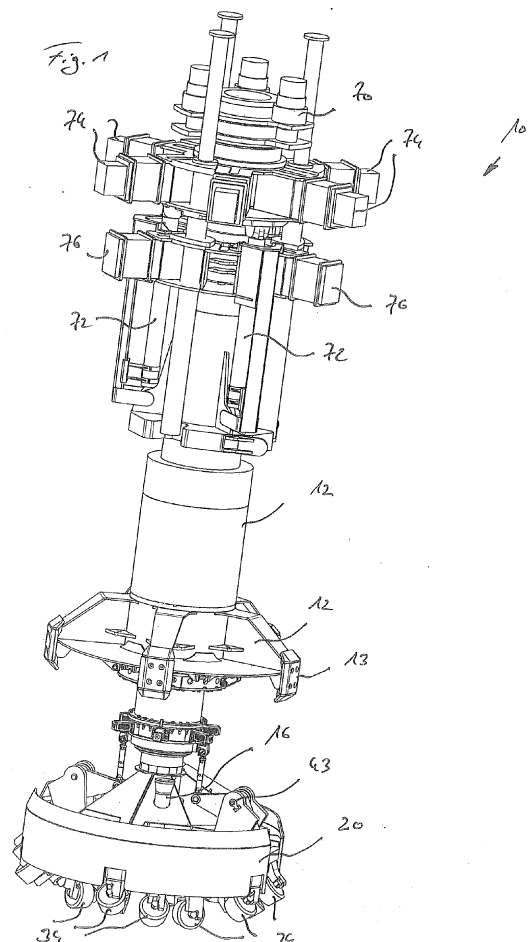
(74) Vertreter: **Wunderlich & Heim Patentanwälte**
PartG mbB
Irmgardstraße 3
81479 München (DE)

(72) Erfinder:
• **BRAUN, Roland**
86447 Aindling (DE)

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) **IM-LOCH-BOHRGERÄT UND VERFAHREN ZUM ERSTELLEN EINER BOHRUNG IM BODEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Im-Loch-Bohrgerät zum Erstellen einer Bohrung im Boden mit einem Grundrahmen, einem Bohrkopf, welcher an einer Unterseite des Im-Loch-Bohrgerät angeordnet und drehbar gelagert ist, einem Bohrantrieb zum drehenden Antreiben des Bohrstranges und Bohrkopfes, am Bohrkopf angeordnete Abtrags Elemente zum Abtragen von Bodenmaterial und mindestens einem Erweiterungselement mit Abtrags element, welches zum Erzeugen einer Durchmessererweiterung von einer radial rückgezogenen Rückzugsposition am Bohrkopf in eine radial oder axial gegenüber dem Bohrkopf vorstehende Erweiterungsposition verstellbar und zum Abtragen von Bodenmaterial ausgebildet ist. Nach der Erfindung ist vorgesehen, dass zum radialen Verstellen eine Verstellanordnung vorgesehen ist, welche mindestens einen am Grundrahmen angebrachten Stellantrieb aufweist, durch welchen mindestens ein am Grundrahmen gelagerter Ansteuer ring zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position verstellbar ist, und dass an dem Bohrkopf ein Verstellmechanismus angeordnet ist, welcher mit dem Bohrkopf mitdreht und mit dem Ansteuer ring, welches nicht mit dem Bohrkopf mitdreht, in Wirkverbindung steht, so dass bei einem Verstellen des Betätigungsgliedes von der ersten Position in die zweite Position das mindestens ein Erweiterungselement mit Abtrags element von der Rückzugsposition in die Erweiterungsposition radial oder axial verstellbar ist.



EP 4 372 202 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Im-Loch-Bohrgerät zum Erstellen einer Bohrung im Boden mit einem Grundrahmen, einem Bohrkopf, welcher an einer Unterseite des Grundrahmens angeordnet und drehbar gelagert ist, einem Bohrantrieb zum drehenden Antreiben des Bohrkopfes, am Bohrkopf angeordnete Abtrags Elemente zum Abtragen von Bodenmaterial und mindestens einem Erweiterungselement mit Abtrags Element, welches zum Erzeugen einer Durchmessererweiterung von einer radial rückgezogenen Rückzugsposition am Bohrkopf in eine radial gegenüber dem Bohrkopf vorstehende Erweiterungsposition verstellbar und zum Abtragen von Bodenmaterial ausgebildet ist, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zum Erstellen einer Bohrung im Boden, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 14.

[0003] Aus dem Dokument GB 2522062 A geht ein Bohrkopf zum Erstellen von Bohrungen für Offshore-Verankerungen hervor. Der Bohrkopf weist radial ausschwenkbare Erweiterungselemente auf, welche durch Hydraulikzylinder radial aus- und eingeschwenkt werden können. Die Hydraulikzylinder sind drehfest mit dem Bohrkopf und den Abtrags Elementen verbunden. Diese Anordnung erfordert somit die Übertragung von Hydraulikflüssigkeit von einem Grundrahmen auf den drehenden Bohrkopf.

[0004] Das Dokument CN 203188913 U offenbart einen Bohrkopf mit daran angeordneten, axial gerichteten Stellzylindern. Zum radialen Ausfahren von Erweiterungselementen werden Hydraulikzylinder am Bohrkopf axial ausgefahren, wobei eine Schiebehülse am Bohrkopf axial nach oben geschoben wird. Die Schiebehülse ist mit einem Hebelmechanismus gekoppelt, durch welchen die Erweiterungselemente radial nach außen verschwenkt werden. Auch bei dieser Anordnung ist die Übertragung von hydraulischer Energie auf den drehenden Bohrkopf mit den dort angeordneten Hydraulikzylindern erforderlich.

[0005] Aus dem Dokument GB 2319046 A geht ein Bohrkopf mit einer Underreamer-Anordnung hervor, welche ausschwenkbare Arme mit Abtrags Elementen aufweist. Zum Ausschwenken ist mittig einnockenartiges Stellelement angeordnet, welches zwischen zwei axialen Positionen verstellt werden kann. Dieses Stellelement wird insbesondere hydraulisch betätigt. Der Bohrkopf ist zum Öl- oder Gasbohren an einem Bohrstrang vorgesehen, so dass auch bei dieser Anordnung grundsätzlich hydraulische Energie auf den drehenden Bohrkopf übertragen werden muss.

[0006] Das Dokument CN 107060645 A lehrt ein Im-Loch-Bohrgerät mit einem feststehenden Teil, welches gegenüber einer Bohrlochwandung oder einem umgebenden Stützrohr mittels radialen Stellzylindern festgestellt werden kann. Auf den darunter liegenden Bohrkopf kann eine axiale Vorschubkraft mittels axial gerichteten

Stellzylindern übertragen werden, wobei die unteren Enden der Kolben der Stellzylinder sich auf ein Axiallager abstützen. Am Bohrkopf sind radial ausstellbare Abtrags Elemente vorgesehen, welche über Hydraulikzylinder am Bohrkopf ausgefahren werden können.

[0007] Das Dokument WO 2021/013838 betrifft einen Bohrkopf mit einer speziellen Ausgestaltung des Saugkastens. Es werden auch radial ausfahrbare und einfahrbare Randschneidwerkzeuge offenbart. Diese werden mittels Hydraulikzylindern ein- und ausgeschwenkt. Die Hydraulikzylinder sind dabei an dem drehend angetriebenen Bohrkopf angeordnet, so dass auch hier eine Übertragung von Hydraulikfluid auf den drehenden Bohrkopf notwendig ist.

[0008] Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, ein Im-Loch-Bohrbohrgerät und Verfahren zum Erstellen einer Bohrung im Boden anzugeben, mit welchen in besonders effizienter Weise eine Durchmessererweiterung durch radial ausstellbare Erweiterungselemente erzeugt werden kann.

[0009] Die Aufgabe wird zum einen durch ein Im-Loch-Bohrgerät mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0010] Das erfindungsgemäße Im-Loch-Bohrgerät ist dadurch gekennzeichnet, dass zum radialen Verstellen eine Verstellanordnung vorgesehen ist, welche mindestens einen am Rahmen angebrachten Stellantrieb aufweist, durch welchen mindestens ein am Grundrahmen gelagertes Betätigungsglied zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position verstellbar ist, und dass an dem Bohrkopf ein Verstellmechanismus angeordnet ist, welcher mit dem Bohrkopf mitdreht und mit dem Betätigungsglied, welches nicht mit dem Bohrkopf mitdreht, in Wirkverbindung steht, so dass bei einem Verstellen des Betätigungsgliedes von der ersten Position in die zweite Position das mindestens eine Erweiterungselement von der Rückzugsposition in die Erweiterungsposition radial verstellbar ist.

[0011] Eine Grundidee der Erfindung liegt darin, den energiebetriebenen Stellantrieb zum Verstellen des mindestens einen Erweiterungselementes nicht an dem drehenden Bohrkopf selbst anzuordnen. Nach der Erfindung wird der Stellantrieb an dem Grundrahmen befestigt, so dass der Stellantrieb nicht mit dem Bohrkopf mitdreht. Dies ermöglicht eine einfache Energieversorgung des Stellantriebes mit Energie, insbesondere mit elektrischem Strom oder insbesondere Hydraulikflüssigkeit. Gegenüber dem Stand der Technik kann bei der erfindungsgemäßen Anordnung somit insbesondere auf eine wartungsintensive und störanfällige Drehdurchführung zur Übertragung von Hydraulikflüssigkeit auf einen drehenden Bohrkopf abgesehen werden.

[0012] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird durch den Stellantrieb am Grundrahmen ein Betätigungsglied, welches ebenfalls unmittelbar am Grund-

rahmen gelagert ist und nicht mit dem Bohrkopf mitdreht, betätigt und verstellt. Durch die Verstellbewegung des mindestens einen Betätigungsgliedes kann ein Verstellmechanismus am Bohrkopf betätigt werden. Der Verstellmechanismus am Bohrkopf ist drehfest an diesem ausgebildet, so dass der Verstellmechanismus mit dem Bohrkopf mitdreht. Der Verstellmechanismus kann eine Verstellbewegung des Betätigungsgliedes in eine gewünschte radiale Verstellbewegung des Erweiterungselementes umsetzen. Zwischen dem Betätigungsglied und dem Verstellmechanismus ist ein loser Kontakt oder eine drehbare Kopplung ausreichend, wobei eine gewisse Reibung zum drehenden Verstellmechanismus auftreten kann. Bei voll ausgefahrenem Erweiterungselement müssen der Stellantrieb und das Betätigungsglied vorzugsweise nicht mehr in direktem Kontakt stehen, so dass dann auch keine Reibung mehr auftritt. Das Axiallager kann dabei Spiel haben, so dass in den Endlagen keine Reibung vorhanden ist. Die Verstellbewegung muss um das Spiel größer sein, um die Erweiterungselemente in die entsprechenden Positionen zu bewegen. Die Kraftübertragung zum Bohren erfolgt über den Bohrstrang nicht über den Verstellmechanismus. Beim Bohren bleibt der Abstand zwischen Grundrahmen und dem Bohrer immer gleich.

[0013] Auf diese Weise kann nach der Erfindung ohne die Übertragung von elektrischer oder hydraulischer Energie von dem Grundrahmen auf den drehend angetriebenen Bohrkopf eine zuverlässige Verstellbewegung bewirkt werden.

[0014] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass das Betätigungsglied mindestens einen Schaft umfasst, welcher an dem Grundrahmen zwischen der ersten Position und der zweiten Position axial verschiebbar gelagert ist. Grundsätzlich können auch mehrere Schäfte vorgesehen sein, welche dann vorzugsweise parallel zueinander vorzugsweise um die Bohrachse herum angeordnet sind. Zum Verstellen kann das Betätigungsglied vorzugsweise in axialer Richtung eine Verstellbewegung ausführen, welche dann durch den Verstellmechanismus in eine radiale Bewegung des Erweiterungselementes umgesetzt wird.

[0015] Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist es besonders zweckmäßig, dass das Betätigungsglied einen hülsenförmigen Schaft oder einen Ring aufweist, welcher koaxial zur Bohrachse angeordnet ist. Über ein hülsenförmiges oder ringförmiges Element kann so gleichmäßige Verstellkraft auf den Verstellmechanismus ausgeübt werden. Zudem wird hierdurch eine besonders robuste und kompakte Anordnung des Betätigungselementes erreicht.

[0016] Der Stellantrieb kann in grundsätzlich jeder geeigneten Weise ausgebildet sein. Besonders bevorzugt ist es nach einer Ausführungsform der Erfindung, dass der Stellantrieb mindestens einen Stellzylinder, insbesondere einen Hydraulikzylinder, aufweist.

[0017] Der Stellantrieb ist energiebetrieben, wobei die Anordnung des Stellantriebes an dem nicht mitdrehen-

den Grundrahmen eine einfache Energieversorgung ermöglicht. Der Stellantrieb erzeugt eine mechanische Stellbewegung, welche dann von dem nicht mitdrehenden Grundrahmen auf den Verstellmechanismus am drehenden Bohrkopf übertragen werden kann.

[0018] Der Verstellmechanismus am Bohrkopf kann in einer beliebigen Weise ausgeführt sein, sofern hierdurch aufgrund der Betätigung des Betätigungsgliedes eine radiale Verstellbewegung des Erweiterungselementes erzielt wird. Nach einer Ausführungsvariante der Erfindung ist es dabei besonders vorteilhaft, dass der Verstellmechanismus mindestens eine Hebelanordnung aufweist, durch welche eine axiale Stellbewegung des Betätigungsgliedes in eine radiale Verstellbewegung des Erweiterungselementes umsetzbar ist. Die Hebelanordnung kann dabei ein oder mehrere gelenkig und/oder drehbar gelagerte Hebel aufweisen, welche eine axiale Betätigungsbewegung des Betätigungsgliedes aufnehmen und diese in eine gewünschte radiale Verstellbewegung des Erweiterungselementes übertragen. Die radiale Verstellbewegung weist eine radiale Bewegungskomponente auf, kann aber auch zusätzlich eine oder weitere Bewegungskomponenten umfassen, insbesondere in einer axialen Richtung.

[0019] Besonders bevorzugt ist es dabei, dass mehrere Erweiterungselemente und zugeordnete Hebelanordnungen verteilt über den Umfang des Bohrkopfes angeordnet sind. Grundsätzlich ist ein einzelnes Erweiterungselement zum Erzielen einer Durchmessererweiterung an der Bohrung ausreichend. Durch die Anordnung von zwei oder mehreren über den Umfang des Bohrkopfes verteilte Erweiterungselemente kann in besonders effizienter Weise eine Durchmessererweiterung an der Bohrung erreicht werden. Dabei kann jedem radial verstellbaren Erweiterungselement eine eigene Hebelanordnung zugeordnet sein. Das Erweiterungselement weist dabei insbesondere ein Abtragelement auf, welches in einer radialen und/oder axialen Umfangsrichtung Material abtragen kann.

[0020] Eine besonders robuste Ausgestaltung wird nach einer Weiterbildung der Erfindung dadurch erzielt, dass ein Ansteuerring vorgesehen ist, welcher mit mindestens einem Hebel des Verstellmechanismus gekoppelt ist, wobei der Ansteuerring axial verstellbar gelagert ist. Der Ansteuerring ist vorzugsweise koaxial zur Bohr- oder Längsachse des Bohrergerätes angeordnet. Insbesondere bei der Anordnung mehrerer Hebelanordnungen kann über einen gemeinsamen Ansteuerring eine gleichmäßige Verstellbewegung an mehreren Erweiterungselementen erzielt werden. Der Ansteuer- oder Verstellring kann dabei durch ein zentrales Betätigungsglied, insbesondere einen hülsenförmigen Schaft oder einen Ring von Seite des Grundrahmens verstellt werden. Der Ansteuerring kann unmittelbar oder mittelbar, etwa über ein Zwischenglied oder eine Anlenkstange, mit dem Hebel des Verstellmechanismus gekoppelt sein.

[0021] Eine besonders zweckmäßige Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass zwischen dem Verstell-

mechanismus am Bohrkopf und dem Betätigungsglied am Grundrahmen ein Axiallager angeordnet ist. Ein Axiallager ist insbesondere bei der Anordnung eines koaxialen Anstückerings und eines koaxialen hülsenförmigen Schaftes oder Ringes am Betätigungsglied zur Verminderung einer Kontaktreibung vorteilhaft.

[0022] Für definierte Verstellwege ist es nach einer Ausführungsvariante zweckmäßig, dass Anschlagelemente zum Begrenzen der Verstellbewegung vorgesehen sind. Die Anschlagelemente können dabei zum Begrenzen eines Verstellweges des Erweiterungselements und/oder von Elementen am Verstellmechanismus vorgesehen sein.

[0023] Bei dem erfindungsgemäßen Im-Loch-Bohrgerät kann der Bohrantrieb an grundsätzlich jeder geeigneten Stelle angeordnet werden. Für einen besonders einfachen Aufbau ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung vorteilhaft, dass der Bohrantrieb an dem axial nicht bewegenden Teil des Im-Loch-Bohrgeräts angebracht ist. Dies erlaubt eine einfache Energieversorgung des Bohrantriebes, welche insbesondere über elektrischen Strom oder vorzugsweise Hydraulikfluid erfolgen kann.

[0024] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung eines Im-Loch-Bohrgerätes nach der Erfindung besteht darin, dass an dem Grundrahmen oder einem Trägerelement ein oder mehrere Spannelemente angeordnet sind, welche zum Festspannen des Im-Loch-Bohrgerätes in ein Bohrloch radial ausfahrbar sind. Die Spannelemente sind dabei so ausgebildet, dass diese unmittelbar an einer Bohrungswand und/oder an einem eingebrachten Stützrohr kontaktiert werden können. Die Spannelemente weisen insbesondere Hydraulikzylinder auf, mit welchen entsprechende Stempelplatten radial ausgefahren werden können. Auf diese Weise kann der Grundrahmen oder ein eigenständiges Trägerelement an der umgebenden Wand festgelegt und so ein Drehmoment eines Bohrantriebes an dem Stützrohr oder der Bohrungswand abgestützt werden.

[0025] In einer einfachen Ausgestaltung kann der Bohrkopf allein drehbar am Grundrahmen gelagert sein, wobei ein Nachstellen durch Nachschieben des Grundrahmens des Im-Loch-Bohrgerätes erfolgt. Ein effizientes Bohren ergibt sich nach einer Weiterbildung der Erfindung dadurch, dass der Bohrkopf drehbar und axial verstellbar gegenüber dem Grundrahmen gelagert ist. Insbesondere kann eine teleskopierbare Bohrantriebswelle zwischen dem Bohrantrieb und dem Bohrkopf vorgesehen sein, durch welche eine gewisse axiale Vorschubbewegung des Bohrkopfes gegenüber einem festgelegten Grundrahmen möglich ist. Darüber hinaus können zwischen dem Grundrahmen und dem Bohrkopf auch axiale Vorschubelemente, insbesondere Hydraulikzylinder, vorgesehen sein, mit welchen eine zusätzliche Vortriebskraft auf den Bohrkopf ausgeübt werden kann.

[0026] Das Im-Loch-Bohrgerät kann insbesondere an einer Kran- oder Seilaufhängung für ein Bohren an Land

erfolgen. Zweckmäßig ist es nach einer Ausgestaltung der Erfindung, dass das Im-Loch-Bohrgerät zum Einsatz unter Wasser ausgebildet ist. Hierzu sind entsprechende Dichtungen vorgesehen. Am Grundrahmen oder am Bohrkopf kann auch eine Absaugeinrichtung zum Absaugen von abgetragenen Bodenmaterial zusammen mit umgebender Flüssigkeit vorgesehen sein.

[0027] Weiterhin ist es bevorzugt, dass das mindestens eine Erweiterungselement mit Abtragsselement ausgebildet ist, Bodenmaterial in radialer und/oder axialer Richtung abzutragen. Der Abtragszahn kann nicht nur in radialer Richtung sondern auch oder alternativ in einer axialen Richtung Material abtragen, um im ausgefahrenen Zustand radial außerhalb des normalen Bohrdurchmessers bzw. des Innendurchmessers des Stützrohrs das Material zu entfernen. Das Erweiterungselement kann dabei schon zu Bohrbeginn ausgefahren sein. Bei Nachschieben eines Stützrohrs kann das mindestens eine Erweiterungselement wieder radial eingefahren werden, um so das Bohrgerät aus dem Stützrohr ziehen zu können. Das einem Erweitern während des Bohrens mit Stützrohr kann etwa das Stützrohr um einen gewissen Betrag axial rückgezogen werden, wobei ein Ringraum freigegeben wird, in welchen das Erweiterungselement radial eingefahren werden kann.

[0028] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Erstellen einer Bohrung im Boden ist dadurch gekennzeichnet, dass ein erfindungsgemäßes Im-Loch-Bohrgerät eingesetzt wird. Hierdurch können im Betrieb die zuvor dargelegten Vorteile erzielt werden.

[0029] Bei einem entsprechenden festen Grund kann das Im-Loch-Bohrgerät unmittelbar im Boden eingesetzt werden. Nach einer Ausführungsvariante der Erfindung ist es bevorzugt, dass in dem Bohrloch ein Stützrohr vorgesehen wird, welches vorab oder während des Niederbringens des Im-Loch-Bohrgerätes in den Boden eingebracht wird. Insbesondere bei lockerem Boden oder Bodenschichten wird eine zuverlässige Stabilisierung des Bohrloches erreicht. Das Stützrohr kann nach Abschluss der Bohrung in dieser verbleiben oder etwa beim Einbringen und Ausbilden eines Gründungselementes in dem Bohrloch wieder gezogen werden.

[0030] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen weiter erläutert, welche schematisch in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt sind. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Im-Loch-Bohrgerätes;

Fig. 2 eine Querschnittsansicht des Im-Loch-Bohrgerätes von Figur 1;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines vorderen Bereiches des erfindungsgemäßen Im-Loch-Bohrgerätes der Figuren 1 und 2 in vergrößertem Maßstab;

- Fig. 4 eine Querschnittsansicht des Im-Loch-Bohrgerätes nach Figur 3 mit Erweiterungselementen in einer Rückzugsposition;
- Fig. 5 eine Querschnittsansicht des Im-Loch-Bohrgerätes entsprechend Figur 42 mit radial ausgefahrenen Erweiterungselementen;
- Fig. 6 eine perspektivische Detaildarstellung zum Verstellmechanismus gemäß dem Im-Loch-Bohrgerät nach den Figuren 3 bis 5;
- Fig. 7 eine Querschnittsansicht korrespondierend zu Figur 4 mit Darstellung des eingefahrenen Stellzylinders;
- Fig. 8 eine Querschnittsansicht korrespondierend zu Figur 5 mit Darstellung des ausgefahrenen Stellzylinders; und
- Fig. 9 eine vergrößerte Detail-Querschnittsansicht zu einer Arretiereinrichtung.

[0031] Ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Im-Loch-Bohrgerät 10 wird nachfolgend im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 9 erläutert. Das Im-Loch-Bohrgerät 10 weist grundsätzlich einen länglichen oberen Aufbau auf, an dessen oberen Endbereich eine nicht dargestellte Halteeinrichtung angeordnet ist. Die Halteeinrichtung ist zum Halten des Im-Loch-Bohrgerätes 10 an einem Tragseil oder einer Tragstange ausgebildet und kann beispielsweise eine Hakenaufnahme aufweisen.

[0032] Das Im-Loch-Bohrgerät 10 kann einen Grundrahmen 12 und einen oberen Endbereich aufweisen, an welchem ein oder mehrere Bohrantriebe 70 zum drehenden Antreiben eines Bohrstranges 22 mit dem unteren Bohrkopf 20 ausgebildet sind. An dem oberen Endbereich können erste Spannelemente 74 angeordnet sein, welche radial ausfahrbar sind und zum Festspannen des oberen Endbereichs an einer Bohrungswand oder einem umgebenden Stützrohr ausgebildet sind.

[0033] Ein Teil des Grundrahmens 12, an welchem auch der Bohrkopf 20 gelagert sein kann, kann hierzu mittels axial gerichteter Vorschubelemente 72, welche vorzugsweise Hydraulikzylinder umfassen, axial verstellbar sein. Der axial verschiebbare Teil kann dabei über zweite Spannelemente 46 radial gegenüber einer Bohrungswand oder einem umgebenden Stützrohr verspannt und festgelegt werden. Die zweiten Spannelemente 76 können gleich oder weitgehend gleich zu den ersten Spannelementen 74 ausgebildet sein.

[0034] An einem unteren Ende des Im-Loch-Bohrgerätes 10 ist ein Bohrkopf 20 mit Abtrags-elementen 34 zum Abtragen von Bodenmaterial ausgebildet. Die Abtrags-elemente 34 können feststehende Zähne oder drehbar gelagerte Walzen sein, welche lösbar in Halterungen 24 aufgenommen sind. Der Bohrkopf 20 kann über den ei-

nen oder die mehreren Bohrantriebe 70 in dem oberen Bereich des Im-Loch-Bohrgeräts 10 über den rohrförmigen Bohrstrang 22, um eine üblicherweise vertikale Bohrachse drehend, angetrieben werden. Über den hohlen Bohrstrang 22 kann Bohrflüssigkeit zu- und/oder abgeführt werden. Der Bohrstrang 22 ist in grundsätzlich bekannter Weise zur Durchführung eines Bohrschrittes mittels den als Vorschubzylindern ausgebildeten Vorschubelementen 72 gegenüber dem Bohrantrieb 70 axial verfahrbar. An dem Im-Loch-Bohrgerät 10 können die dargestellten zweiten Spannelemente 76, welche zum Festspannen des Im-Loch-Bohrgerät 10 an einer Wand des Loches im Boden oder der Innenwandung eines nicht dargestellten Stützrohres radial ausfahrbar sind, angeordnet sein. An dem Grundrahmen 10 können zur Zentrierung in der Bohrung radial gerichtete Führungselemente 13 angeordnet sein.

[0035] Beim Bohren abgetragenes Bodenmaterial wird zusammen mit umgebender Flüssigkeit, mittels einer Absaugeinrichtung 14 am Bohrkopf 20 abgesaugt. An dem Bohrkopf 20 können nicht näher dargestellte Absaugöffnungen angeordnet sein, über welche mittels einer Absaugpumpe, Absaugleitung 16 und einer Absaugeinrichtung 14 das abgetragene Bodenmaterial mit Flüssigkeit nach oben abgepumpt wird. Die Absaugleitung 16 kann teilweise außerhalb und/oder innerhalb des Bohrstrangs 22 verlaufen.

[0036] An dem Bohrkopf 20 sind mehrere radial verstellbare Erweiterungselemente 30 angeordnet, welche im dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils ein walzenförmiges Abtrags-element 34 umfassen. Über einen Verstellmechanismus 40 mit jeweils einer Hebelanordnung 41 kann jedes Erweiterungselement zwischen einer Rückzugsposition, welche in den Figuren 3 und 4 dargestellt ist, und einer radial vorstehenden Erweiterungsp-position gemäß Fig. 5 verstellt werden.

[0037] Die Hebelanordnung 41, welche näher in den Figuren 3 bis 6 gezeigt ist, umfasst ein Erweiterungselement 30, welches schwenkbar um einen quer gerichteten Lagerbolzen 43 schwenkbar gelagert ist und an welchem das walzenförmige Abtrags-element 34 axial als auch radial Boden abtragen kann. Die Schwenkbewegung kann über Anschlagelemente 26 begrenzt sein. An einem oberen Endbereich des Erweiterungselements 30, welcher von dem Ende mit dem Abtrags-element 34 entfernt ist, ist über ein zweites Gelenk 46 an einem radial gerichteten Vorsprung 31 des Erweiterungselementes 30 eine Anlenkstange 64 angekoppelt, welche im Wesentlichen parallel zur Bohrachse gerichtet ist. Die Anlenkstange 64 ist gelenkig mit einem hülsenförmigen, axial verschiebbaren Schaft 62 mit einem Verstellring 63 eines Betätigungsgliedes 60 verbunden.

[0038] Die Hebelanordnung 41 kann folglich das Erweiterungselement 30, den Lagerbolzen 43, die Anlenkstange 64 und die beiden Gelenke 44 und 46 an den Enden der Anlenkstange 64 umfassen. Der Verstellmechanismus 40 kann zusätzlich noch den Stellantrieb 50 mit dem Stellzylinder 52 (mit Zylindergehäuse 53 und

Kolben 54) und das Betätigungsglied 60 mit Schaft 62 und Verstellring 63 aufweisen. Die Hebelanordnung 41 ist insbesondere aus Fig. 6 ersichtlich, in welcher aus Gründen der Übersichtlichkeit der am Bohrstrang 22 angebrachte Bohrkopf 20 weggelassen ist.

[0039] Das Verstellen der Erweiterungselemente 30 mit Abtrags-elementen 34 erfolgt mittels eines Stellantriebes 50, welcher nachfolgend insbesondere in Zusammenhang mit den Figuren 7 und 8 erläutert wird. Der Stellantrieb 50 ist fest an dem Grundrahmen 12 angebracht und weist mindestens einen oder vorzugsweise mehrere um die Bohrachse angeordnete Stellzylinder 52 auf. Aus einem Zylindergehäuse 53 kann ein Kolben 54 axial nach unten ausgefahren werden. Der Kolben 54 ist dabei mit einem ringförmigen Ansteuerring 28 verbunden, wobei das Betätigungsglied 60, welches über ein Axiallager 18 mit dem Ansteuerring 28 gekoppelt ist und beim Ausfahren des Kolbens 54 von der ersten Position gemäß Fig. 7 in die zweite ausgefahrene Position gemäß Fig. 8 nach unten verschoben wird.

[0040] Mit dem Ansteuerring 28 wird auch das Betätigungsglied 60 nach unten bewegt. Zwischen dem Ansteuerring 28 und dem Betätigungsglied 60 ist ein nur schematisch angedeutetes Axiallager 18 angeordnet, welches eine axiale Verbindung zwischen dem Betätigungsglied 60 und dem Ansteuerring 28 schafft, wobei jedoch eine Drehentkopplung gebildet ist. Das Betätigungsglied 60 kann so mit dem Bohrkopf 20 mitdrehen, während der axial verstellbare Ansteuerring 28 zusammen mit dem Stellantrieb 50 drehfest am Grundrahmen 12 angeordnet ist.

[0041] Auf diese Weise kann eine Axialbewegung von dem am Grundrahmen 12 festliegenden Stellantrieb 50 mit den Stellzylindern 52 auf den relativ zum Grundrahmen 12 drehenden Bohrkopf 20 mit dem mitdrehenden Betätigungsglied 60 übertragen werden. Das Betätigungsglied 60 ist über einen Verstellring 63 und ein erstes Gelenk 44 mit den Anlenkstangen 64 verbunden. Über die Anlenkstangen 64 können die einzelnen Erweiterungselemente 30 mit Abtrags-elementen 34 zum Einfahren und Ausfahren betätigt werden. Die Anlenkstangen 64 können zur Justierung der Erweiterungselemente 30 in ihrer Länge verstellbar sein.

[0042] Insgesamt wird mit dem beschriebenen Verstellmechanismus 40 mit den Hebelanordnungen 41 eine einfache und robuste Verstellmöglichkeit für ein Erweiterungselement 30 mit Abtrags-element 34 erzielt. Vorzugsweise kann die Verstellanordnung 40 insbesondere in der radial rückgezogenen Position der Erweiterungselemente 30 mittels einer Arretiereinrichtung 80 mit einem federvorgespannten Arretierbolzen 82 festgestellt werden, wie anschaulich in Fig. 9 dargestellt ist. Dadurch kann etwa erreicht werden, dass nach Betätigung der Verstellmechanismus 40 keine axialen Reibkräfte in den Elementen auftreten. Zum radialen Erweitern wird der Arretierbolzen 82 gelöst.

Patentansprüche

1. Im-Loch-Bohrgerät zum Erstellen einer Bohrung im Boden mit

5

- einem Grundrahmen (12),
- einem Bohrkopf (20), welcher unterhalb des Grundrahmens (12) angeordnet und drehbar gelagert ist,

10

- einem Bohrantrieb (70) zum drehenden Antreiben des Bohrkopfes (20),
- am Bohrkopf (20) angeordneten Abtrags-elementen (34) zum Abtragen von Bodenmaterial und

15

- mindestens einem Erweiterungselement (30) mit Abtrags-element (34), welches zum Erzeugen einer Durchmessererweiterung von einer radial rückgezogenen Rückzugsposition am Bohrkopf (20) in eine radial gegenüber dem Bohrkopf (20) vorstehende Erweiterungsposition verstellbar und zum Abtragen von Bodenmaterial ausgebildet ist,

20

dadurch gekennzeichnet,

25

- **dass** zum radialen Verstellen eine Verstellanordnung (48) vorgesehen ist, welche mindestens einen am Grundrahmen (12) angebrachten Stellantrieb (50) aufweist, durch welchen mindestens ein am Grundrahmen (12) gelagerter Ansteuerring (28) zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position verstellbar ist, und
- **dass** an dem Bohrkopf (20) ein Verstellmechanismus (40) angeordnet ist, welcher mit dem Bohrkopf (20) mitdreht und mit dem Ansteuerring (28), welcher nicht mit dem Bohrkopf (20) mitdreht, in Wirkverbindung steht, so dass bei einem Verstellen des Ansteuerrings (28) von der ersten Position in die zweite Position das mindestens eine Erweiterungselement (30) mit Abtrags-element (34) von der Rückzugsposition in die Erweiterungsposition radial verstellbar ist.

30

35

40

2. Im-Loch-Bohrgerät nach Anspruch 1,

45

dadurch gekennzeichnet,

dass das Betätigungsglied (60) mindestens einen Schaft (62) umfasst, welcher vom Ansteuerring (28) an dem Grundrahmen (12) zwischen der ersten Position und der zweiten Position axial verschiebbar gelagert ist.

50

3. Im-Loch-Bohrgerät nach Anspruch 1 oder 2,

55

dadurch gekennzeichnet,

dass das Betätigungsglied (60) einen hülsenförmigen Schaft (62) oder einen Ring aufweist, welcher coaxial zur Bohrachse angeordnet ist.

4. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis

- 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stellantrieb (50) mindestens einen Stellzylinder (52), insbesondere einen Hydraulikzylinder, aufweist.
5. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Verstellmechanismus (40) mindestens eine Hebelanordnung (41) aufweist, durch welche eine axiale Stellbewegung des Betätigungsgliedes (60) in eine radiale Verstellbewegung des Erweiterungselementes (30) mit Abtrags-elementes (34) umsetzbar ist.
6. Im-Loch-Bohrgerät nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein oder mehrere Erweiterungselemente (30) mit Abtrags-elementen (34) und zugeordnete Hebelanordnungen (41) verteilt über einen Außenumfang des Bohrkopfes (20) angeordnet sind.
7. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Ansteuerring (28) vorgesehen ist, welcher mit mindestens einem Hebel des Verstellmechanismus (40) gekoppelt ist, wobei der Ansteuerring (28) axial verstellbar gelagert ist.
8. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen dem Betätigungsglied (60) am Verstellmechanismus (40) am Bohrkopf und dem Ansteuerring (28) am Grundrahmen (12) ein Axiallager (18) angeordnet ist.
9. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass Anschlagselemente (26) zum Begrenzen der Verstellbewegung vorgesehen sind.
10. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Bohrstrang (22) an dem Bohrantrieb (70) angebracht ist, und Teil des Im-Loch-Bohrgerätes (10) ist.
11. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass an dem Grundrahmen (12) oder einem Trägerelement ein oder mehrere Spannelemente (74, 76) angeordnet sind, welche zum Festspannen des Im-Loch-Bohrgerätes (10) in einem Bohrloch radial ausfahrbar sind.
12. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass das mindestens eine Erweiterungselement (30) mit Abtrags-element (34) ausgebildet ist, Bodenmaterial in radialer und axialer Richtung abzutragen.
13. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Im-Loch-Bohrgerät (10) zum Einsatz unter Wasser ausgebildet ist.
14. Verfahren zum Erstellen einer Bohrung im Boden mit einem Im-Loch-Bohrgerät (10),
wobei zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem Bohrkopf (20) mindestens ein Erweiterungselement (30) mit Abtrags-element (34) radial ausgefahren wird, wobei eine Durchmessererweiterung der Bohrung erzeugt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Im-Loch-Bohrgerät (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 eingesetzt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Bohrloch ein Stützrohr vorgesehen wird, welches des Niederbringens des Im-Loch-Bohrgerätes (10) in den Boden eingebracht wird.
- Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.**
1. Im-Loch-Bohrgerät zum Erstellen einer Bohrung im Boden mit
- einem Grundrahmen (12),
- einem Bohrkopf (20), welcher unterhalb des Grundrahmens (12) angeordnet und drehbar gelagert ist,
- einem Bohrantrieb (70) zum drehenden Antreiben des Bohrkopfes (20),
- am Bohrkopf (20) angeordneten Abtrags-elementen (34) zum Abtragen von Bodenmaterial und
- mindestens einem Erweiterungselement (30) mit Abtrags-element (34), welches zum Erzeugen einer Durchmessererweiterung von einer radial rückgezogenen Rückzugsposition am Bohrkopf (20) in eine radial gegenüber dem Bohrkopf (20) vorstehende Erweiterungsposition verstellbar und zum Abtragen von Bodenmaterial ausgebildet ist,

- wobei zum radialen Verstellen eine Verstellanordnung (48) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** die Verstellanordnung (48) mindestens einen am Grundrahmen (12) angebrachten Stellantrieb (50) aufweist, durch welchen mindestens ein am Grundrahmen (12) gelagerter Ansteuerring (28) zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position verstellbar ist, und
- **dass** an dem Bohrkopf (20) ein Verstellmechanismus (40) angeordnet ist, welcher mit dem Bohrkopf (20) mitdreht und mit dem Ansteuerring (28), welcher nicht mit dem Bohrkopf (20) mitdreht, in Wirkverbindung steht, so dass bei einem Verstellen des Ansteuerrings (28) von der ersten Position in die zweite Position das mindestens eine Erweiterungselement (30) mit Abtragselement (34) von der Rückzugsposition in die Erweiterungsposition radial verstellbar ist.
2. Im-Loch-Bohrgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass ein Betätigungsglied (60) mindestens einen Schaft (62) umfasst, welcher vom Ansteuerring (28) an dem Grundrahmen (12) zwischen der ersten Position und der zweiten Position axial verschiebbar gelagert ist.
3. Im-Loch-Bohrgerät nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Betätigungsglied (60) einen hülsenförmigen Schaft (62) oder einen Ring aufweist, welcher koaxial zur Bohrachse angeordnet ist.
4. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Stellantrieb (50) mindestens einen Stellzylinder (52), insbesondere einen Hydraulikzylinder, aufweist.
5. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Verstellmechanismus (40) mindestens eine Hebelanordnung (41) aufweist, durch welche eine axiale Stellbewegung des Betätigungsgliedes (60) in eine radiale Verstellbewegung des Erweiterungselementes (30) mit Abtragselementes (34) umsetzbar ist.
6. Im-Loch-Bohrgerät nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet,**
dass ein oder mehrere Erweiterungselemente (30) mit Abtragselementen (34) und zugeordnete Hebelanordnungen (41) verteilt über einen Außenumfang des Bohrkopfes (20) angeordnet sind.
7. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Ansteuerring (28) mit mindestens einem Hebel des Verstellmechanismus (40) gekoppelt ist, wobei der Ansteuerring (28) axial verstellbar gelagert ist.
8. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 2, 3 und/oder 5, **dadurch gekennzeichnet,**
dass zwischen dem Betätigungsglied (60) am Verstellmechanismus (40) am Bohrkopf und dem Ansteuerring (28) am Grundrahmen (12) ein Axiallager (18) angeordnet ist.
9. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,**
dass Anschlagselemente (26) zum Begrenzen der Verstellbewegung vorgesehen sind.
10. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet,**
dass ein Bohrstrang (22) an dem Bohrantrieb (70) angebracht ist, und Teil des Im-Loch-Bohrgerätes (10) ist.
11. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet,**
dass an dem Grundrahmen (12) oder einem Trägerelement ein oder mehrere Spannelemente (74, 76) angeordnet sind, welche zum Festspannen des Im-Loch-Bohrgerätes (10) in einem Bohrloch radial ausfahrbar sind.
12. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das mindestens eine Erweiterungselement (30) mit Abtragselement (34) ausgebildet ist, Bodenmaterial in radialer und axialer Richtung abzutragen.
13. Im-Loch-Bohrgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Im-Loch-Bohrgerät (10) zum Einsatz unter Wasser ausgebildet ist.
14. Verfahren zum Erstellen einer Bohrung im Boden mit einem Im-Loch-Bohrgerät (10),
wobei zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem Bohrkopf (20) mindestens ein Erweiterungselement (30) mit Abtragselement (34) radial ausgefahren wird, wobei eine Durchmessererwei-

terung der Bohrung erzeugt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Im-Loch-Bohrgerät (10) nach einem
der Ansprüche 1 bis 13 eingesetzt wird.

5

15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Bohrloch ein Stützrohr vorgesehen
wird, welches vorab oder während des Niederbrin-
gens des Im-Loch-Bohrgerätes (10) in den Boden
eingebracht wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

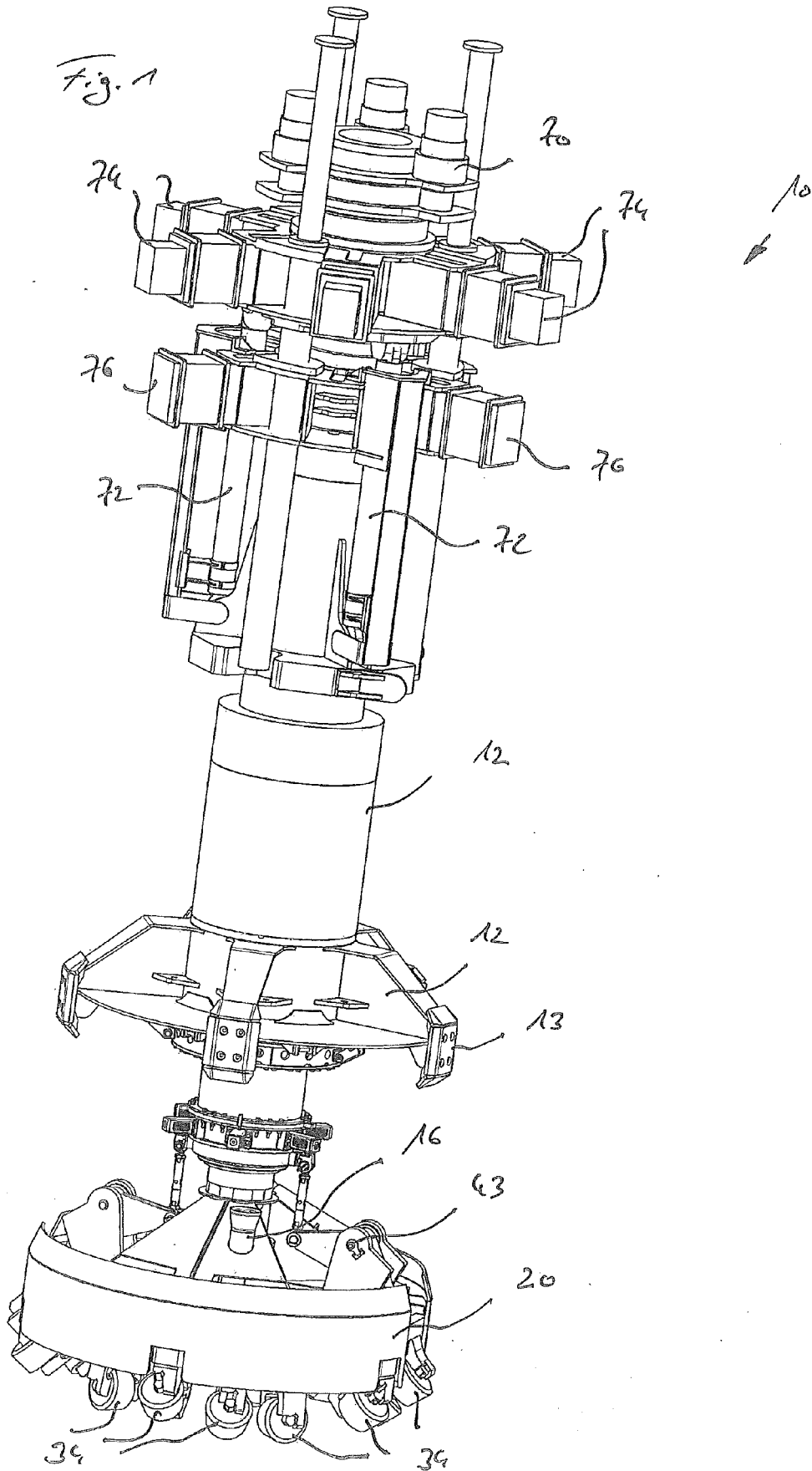
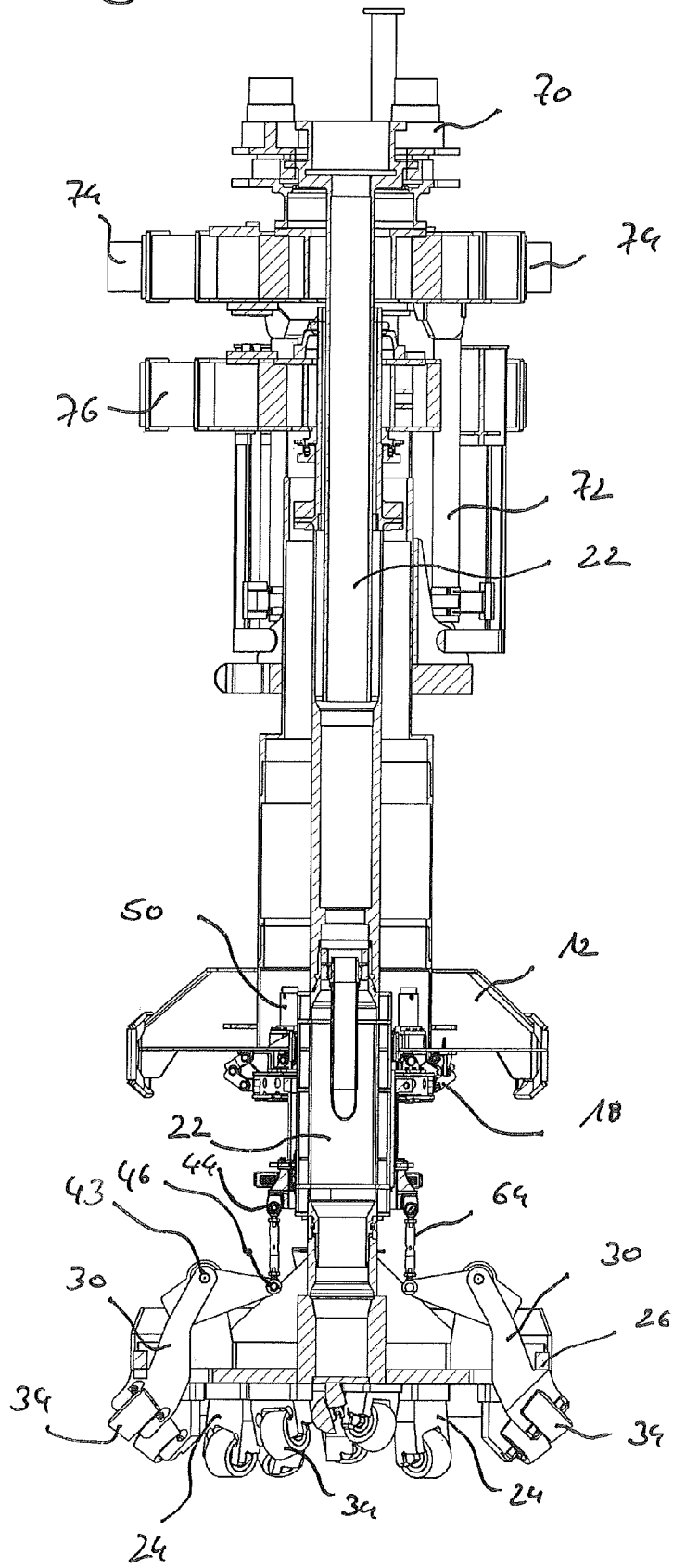


Fig. 2



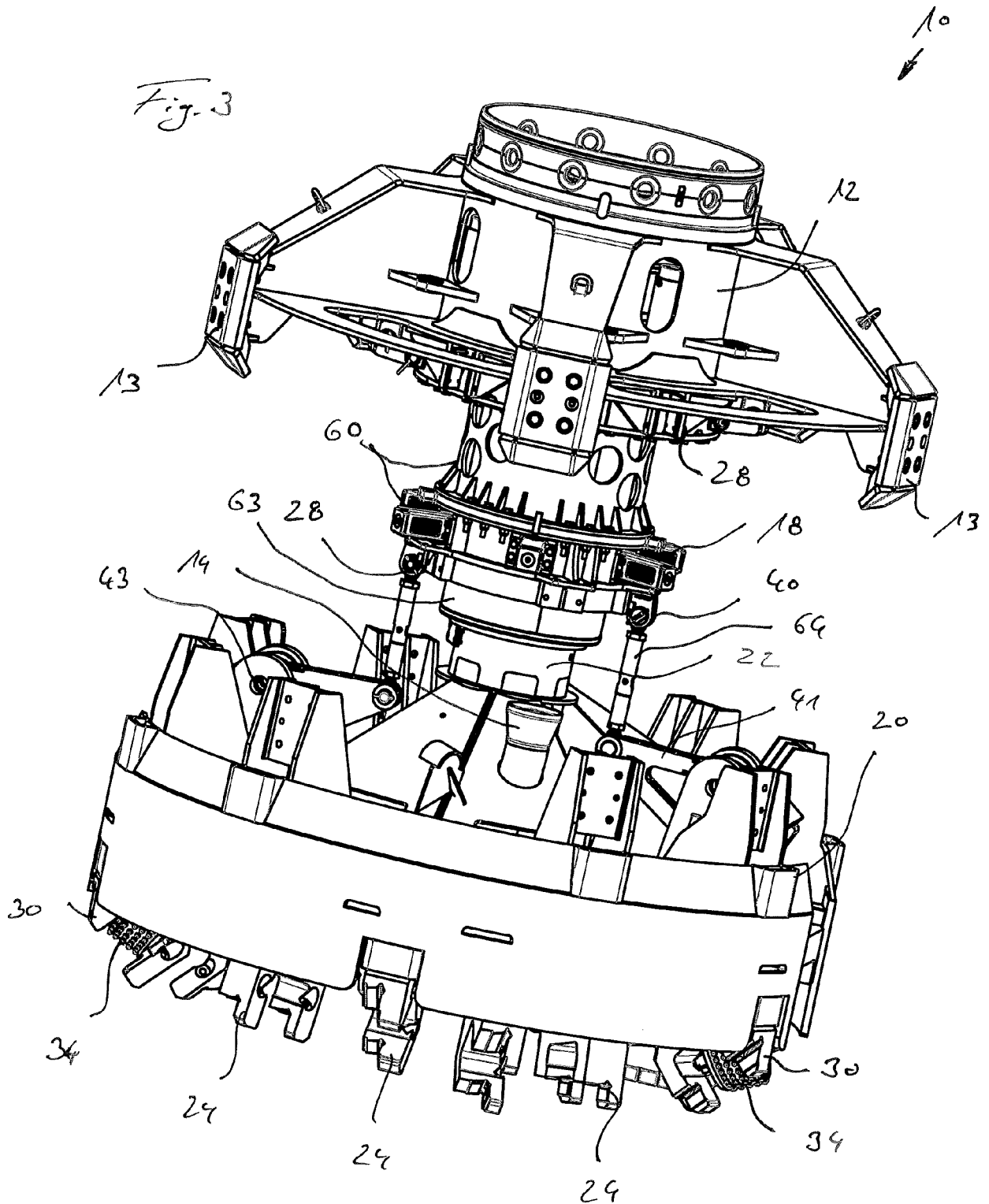


Fig. 4

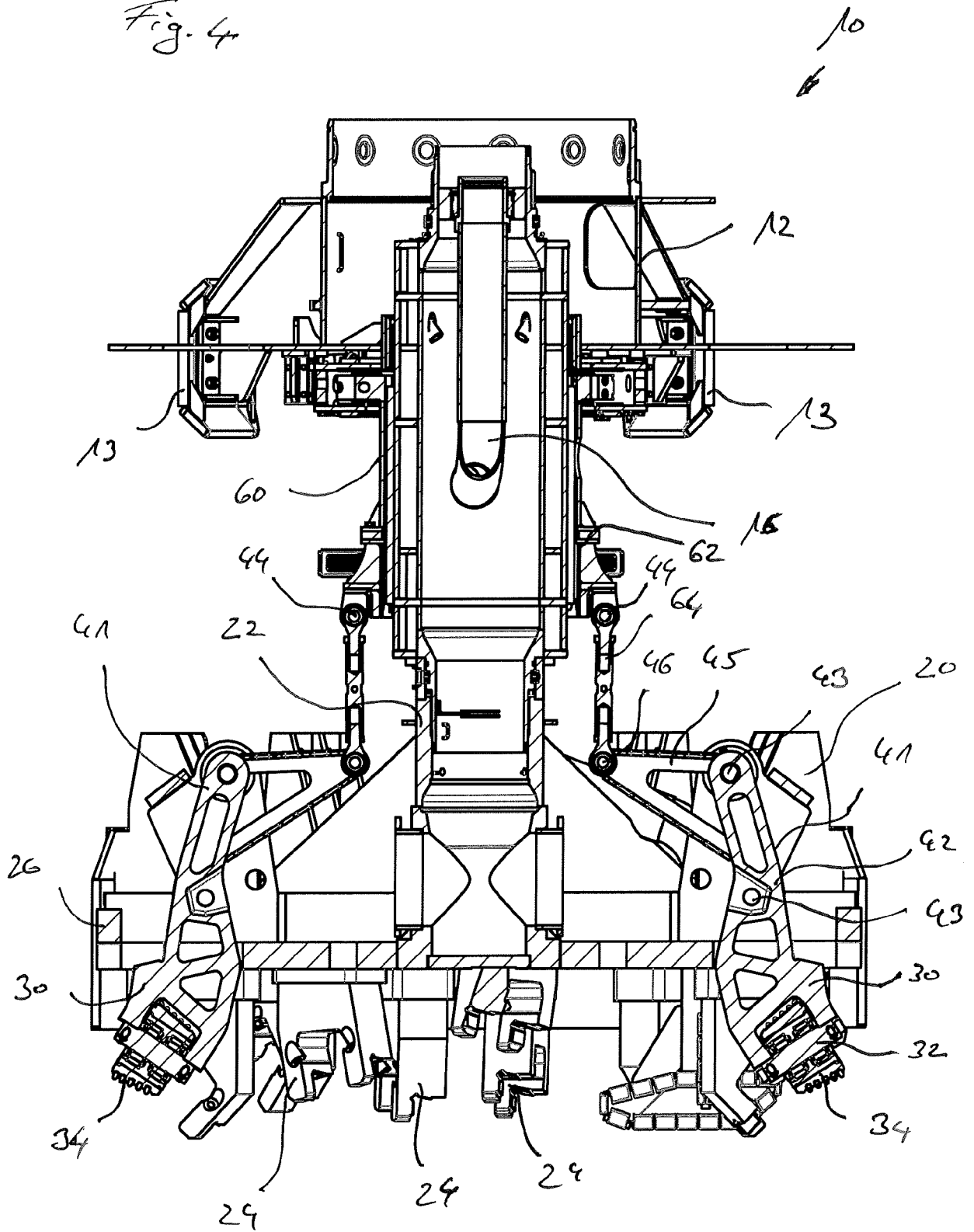


Fig. 5

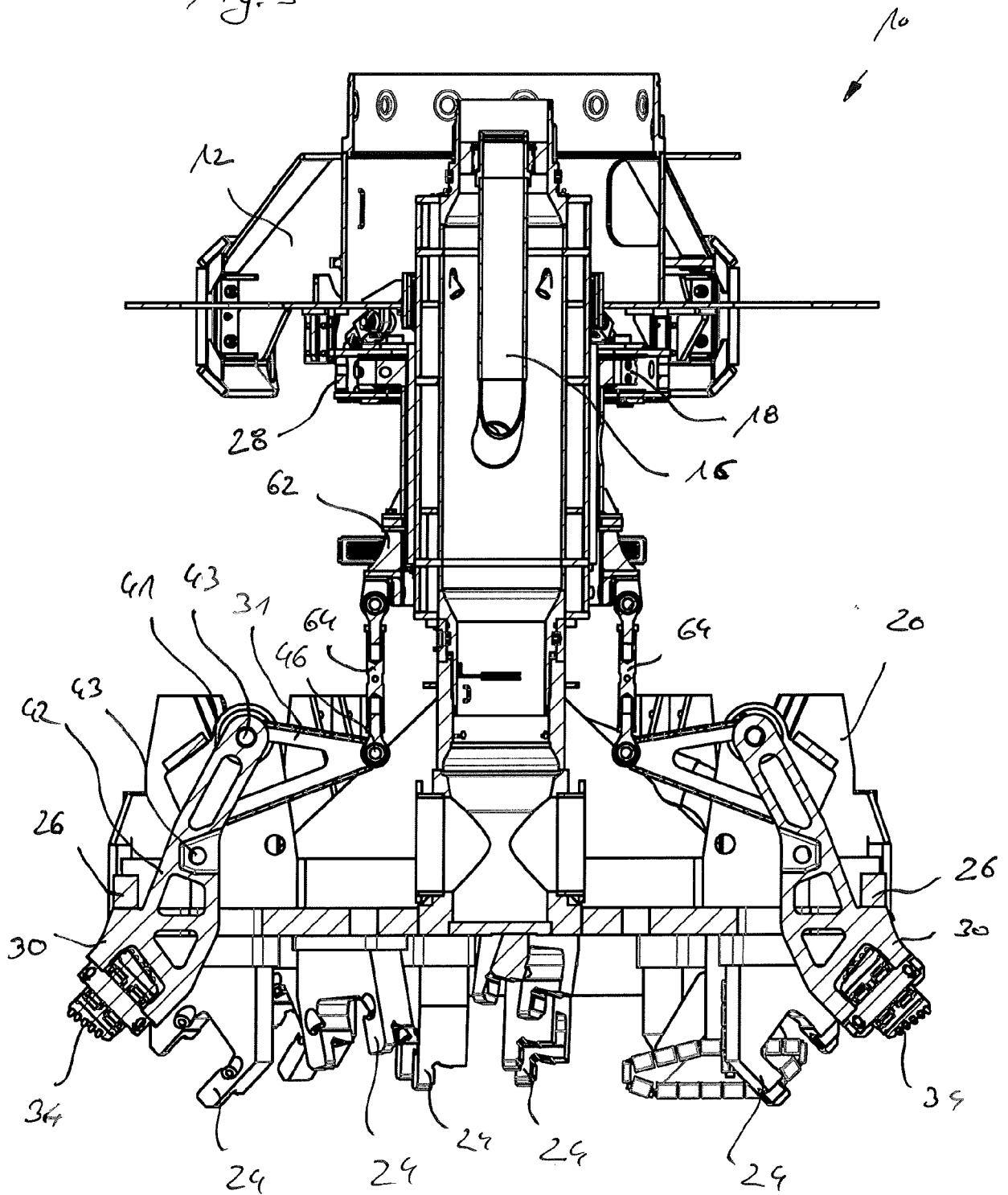
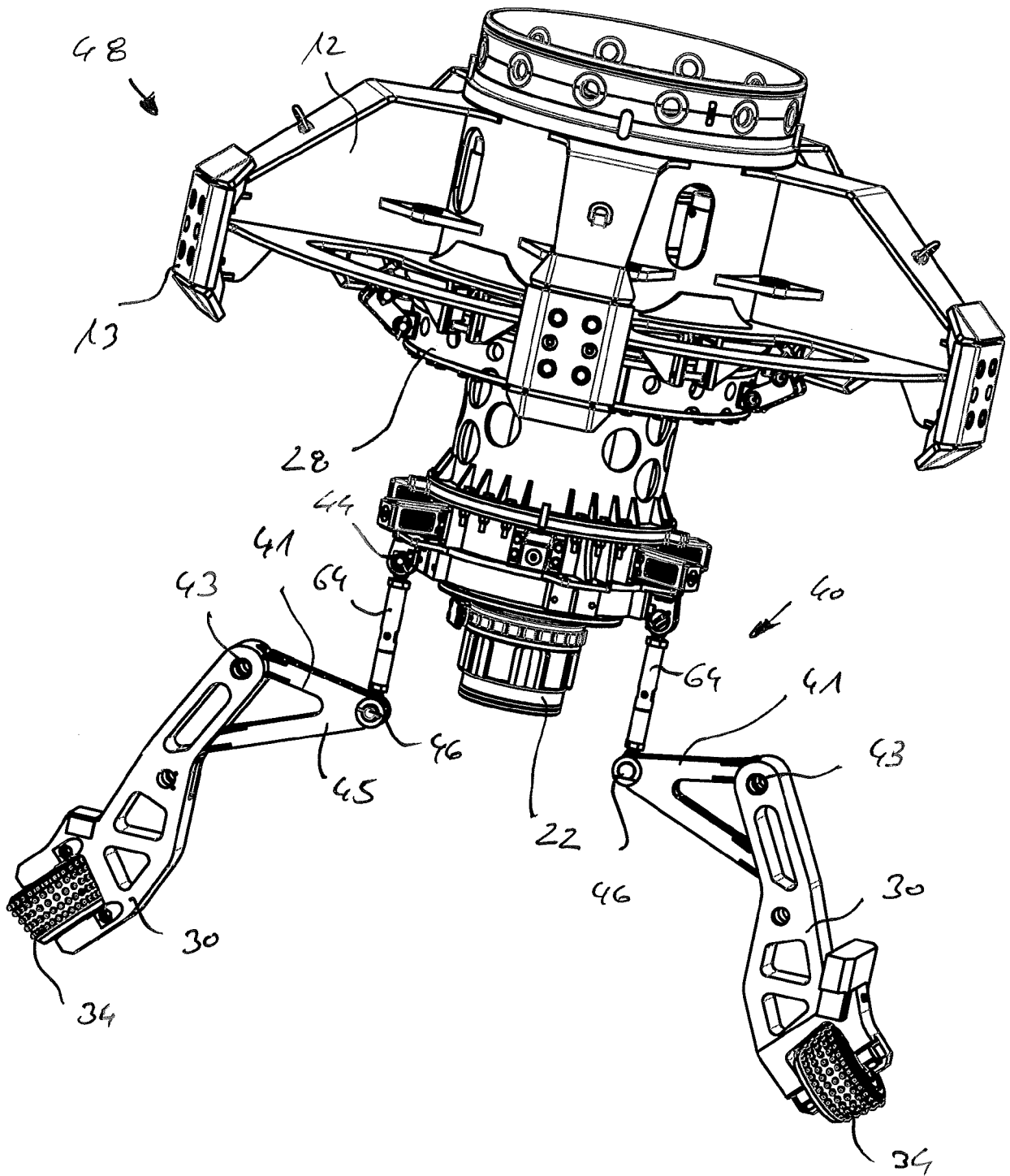


Fig. 6



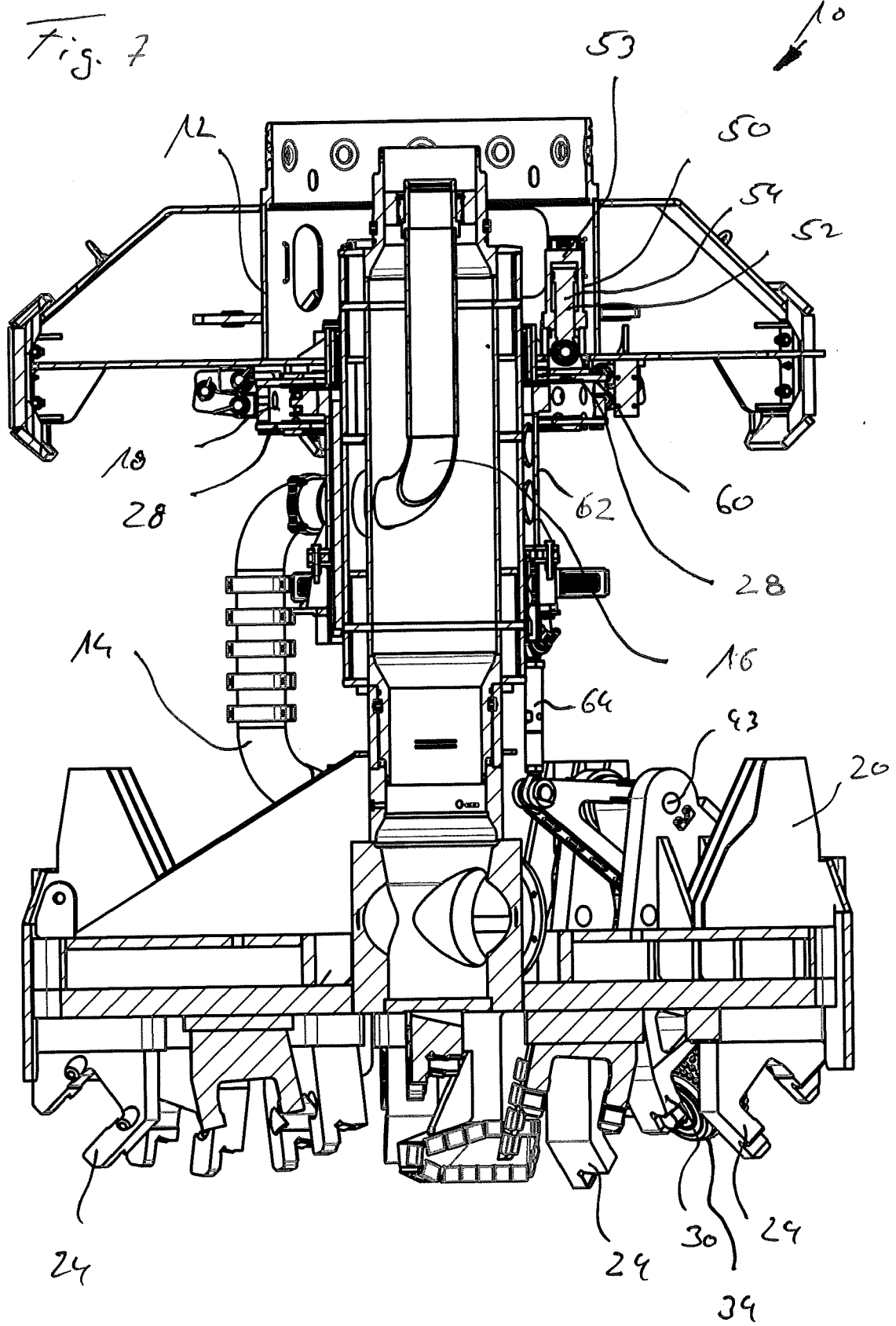


Fig. 8

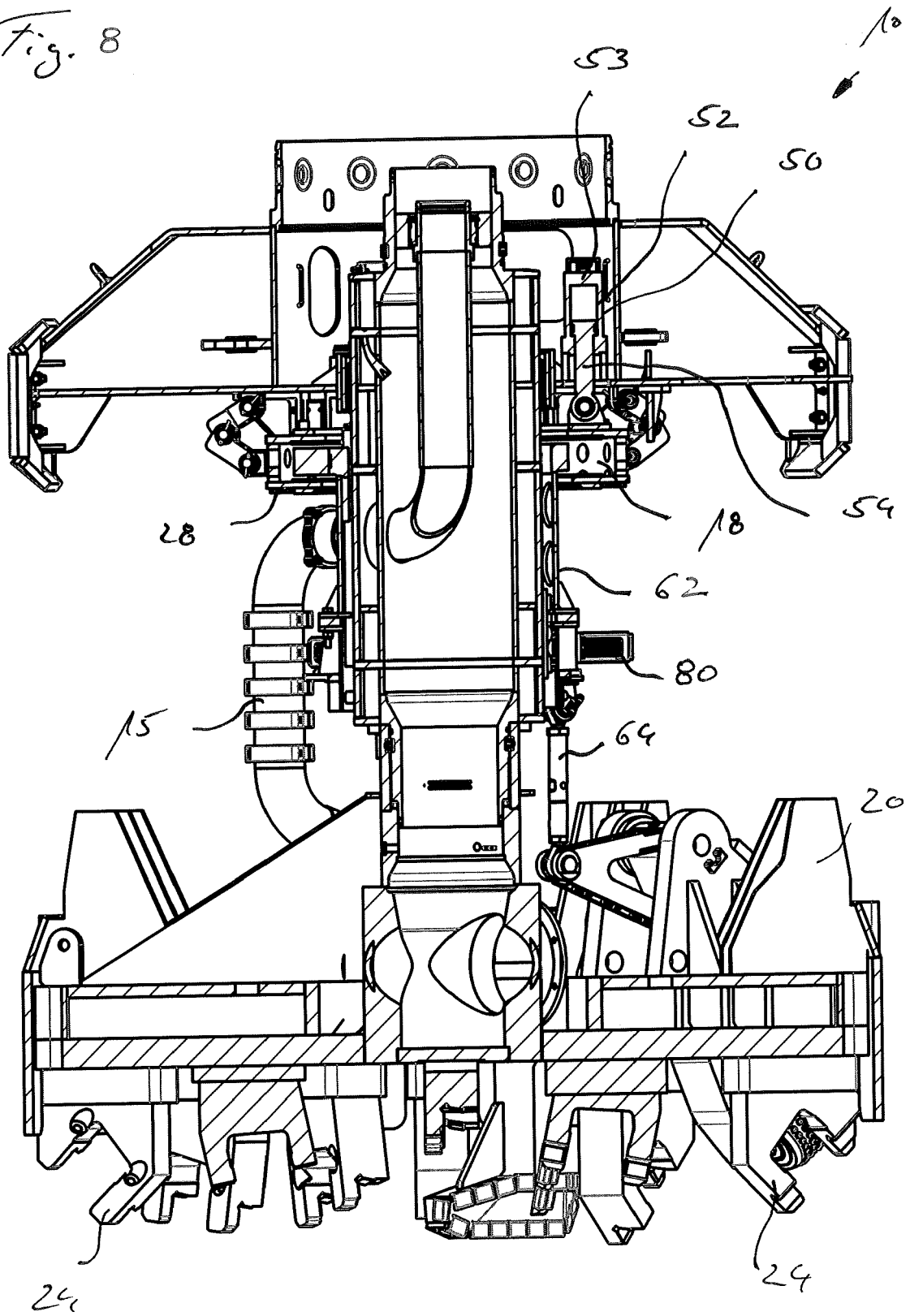
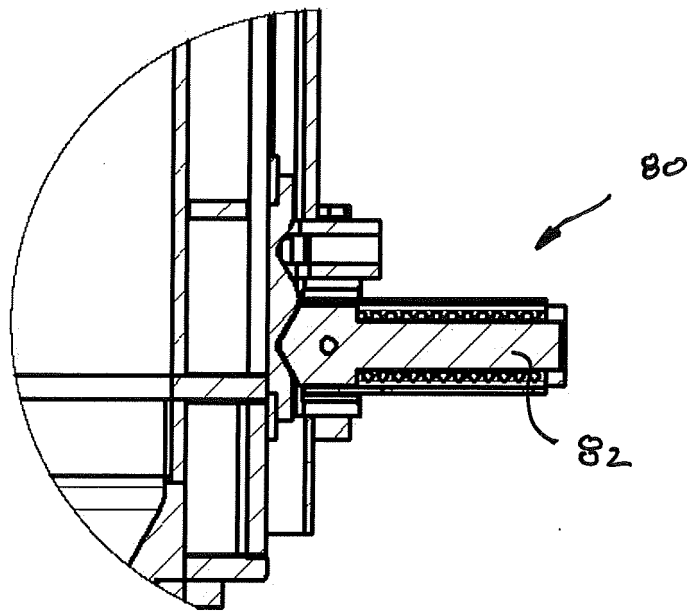


Fig. 9





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 20 7610

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04/C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 799 276 A (MATSUSHITA K ET AL) 26. März 1974 (1974-03-26) * das ganze Dokument *	1-15	INV. E21B10/32 E21D1/06 E21D1/08 E21B7/20
A	US 3 938 598 A (WATTS JAMES P) 17. Februar 1976 (1976-02-17) * Spalte 5, Zeile 29 - Zeile 54 * * Abbildungen 1, 4 *	1-15	
A	DE 28 24 441 A1 (TOKYO KEIKI KK; TOYO BUILDING FOUNDATIONS CORP) 14. Dezember 1978 (1978-12-14) * Seite 8 - Seite 9 * * Abbildung 1 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E21B E21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. März 2023	Prüfer Pieper, Fabian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 20 7610

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-03-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3799276 A	26-03-1974	JP S4850514 A	17-07-1973
		JP S5245130 B2	14-11-1977
		US 3799276 A	26-03-1974

US 3938598 A	17-02-1976	KEINE	

DE 2824441 A1	14-12-1978	DE 2824441 A1	14-12-1978
		JP S54905 U	06-01-1979

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- GB 2522062 A [0003]
- CN 203188913 U [0004]
- GB 2319046 A [0005]
- CN 107060645 A [0006]
- WO 2021013838 A [0007]