



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.11.2018 Patentblatt 2018/48

(51) Int Cl.:
E21D 9/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18173881.6**

(22) Anmeldetag: **23.05.2018**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Justen, Ingo**
52388 Nörvenich (DE)
• **Winkler, Christoph**
52072 Aachen (DE)

(74) Vertreter: **Pellengahr, Maximilian Rudolf**
Bauer Wagner Priesmeyer
Patent- und Rechtsanwälte
Grüner Weg 1
52070 Aachen (DE)

(30) Priorität: **23.05.2017 DE 102017111213**

(71) Anmelder: **Tunnel Service Group GmbH**
52349 Düren (DE)

(54) **BETRIEBSEINRICHTUNG ZUM BETRIEB EINER TUNNELBOHRVORRICHTUNG SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES TUNNELS**

(57) Die vorliegende Anmeldung betrifft eine Betriebseinrichtung (1) zum Betrieb einer Tunnelbohrvorrichtung (2) zur Einbringung eines Tunnels (3) in einen Boden (4), umfassend

- einen Vorschubantrieb (5), mittels dessen die Tunnelbohrvorrichtung (2) in dem Boden (4) vorschiebbar ist,
- einen Werkzeugantrieb (6), mittels dessen ein Abbauwerkzeug (7) der Tunnelbohrvorrichtung (2) derart antreibbar ist, dass ein sukzessiver Abtrag des Bodens (4) möglich ist,
- mindestens einen Fluidtank (8) zur Vorhaltung eines Antriebsfluids,
- mindestens eine Filtriereinrichtung (9) zur Filtration von Antriebsfluid,
- mindestens eine Kühleinrichtung (10) zur Kühlung von Antriebsfluid, sowie
- mindestens eine Steuerungseinrichtung (11), mittels derer der Vorschubantrieb (5) und/oder der Werkzeugantrieb (6) ansteuerbar ist bzw. sind, wobei zumindest der Vorschubantrieb (5) sowie der Werkzeugantrieb (6) gemeinsam in einem Container (12) anordnenbar sind.

Um eine Betriebseinrichtung sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Tunnels bereitzustellen, mittels derer unabhängig von einer Länge eines jeweilig zu erstellenden Tunnels eine gegenüber dem Stand der Technik effizientere Bearbeitung desselben möglich ist, wird erfindungsgemäß ein zweiter Fluidtank (13) vorgeschlagen, wobei der eine Fluidtank (8) dem Vorschubantrieb (5) und der andere Fluidtank (13) dem Werkzeugantrieb (6)

zugeordnet sind, sodass der Vorschubantrieb (5) und der Werkzeugantrieb (6) mit separaten Fluidtanks (8, 13) zusammenwirken, wobei der Werkzeugantrieb (6) gemeinsam zumindest mit dem ihm zugeordneten Fluidtank (13) ein Werkzeugantriebsmodul (14) bildet, das derart aus dem Container (12) entnehmbar ist, dass eine Wirkverbindung zwischen dem Werkzeugantrieb (6) und dem ihm zugeordneten Fluidtank (13) durchgehend bestehen bleibt.

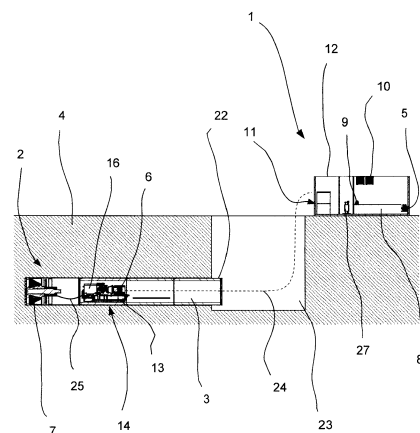


Fig. 1

Beschreibung

Einleitung

[0001] Die vorliegende Anmeldung betrifft eine Betriebseinrichtung zum Betrieb einer Tunnelbohrvorrichtung zur Einbringung eines Tunnels in einen Boden, umfassend

- einen Vorschubantrieb, mittels dessen die Tunnelbohrvorrichtung in dem Boden verschiebbar ist,
- einen Werkzeugantrieb, mittels dessen ein Abbauwerkzeug der Tunnelbohrvorrichtung derart antreibbar ist, dass ein sukzessiver Abtrag des Bodens möglich ist,
- mindestens einen Fluidtank zur Vorhaltung eines Antriebsfluids,
- mindestens eine Filtriereinrichtung zur Filtration von Antriebsfluid,
- mindestens eine Kühleinrichtung zur Kühlung von Antriebsfluid, sowie
- mindestens eine Steuerungseinrichtung, mittels derer der Vorschubantrieb und/oder der Werkzeugantrieb ansteuerbar ist bzw. sind,

wobei zumindest der Vorschubantrieb sowie der Werkzeugantrieb gemeinsam in einem Container anordenbar oder angeordnet sind. Insbesondere betrifft die vorliegende Anmeldung Betriebseinrichtungen für die Herstellung sogenannter "Utility Tunnels", deren Innendurchmesser typischerweise im Bereich zwischen 0,2 m und 5,0 m liegt.

[0002] Weiterhin betrifft die vorliegende Anmeldung ein Verfahren zur Herstellung eines Tunnels in einem Boden mittels einer Tunnelbohrvorrichtung.

[0003] Unter "Boden" wird im Sinne der vorliegenden Anmeldung sowohl ein Erdreich als auch steiniger Untergrund, beispielsweise Fels, verstanden. Im Bereich von geodätischen Erhöhungen kann der Boden im Sinne der vorliegenden Anmeldung auch bündig mit einer sich anschließenden Geländeoberkante abschließen. Bei derartigen Tunneln wird die Tunnelbohrvorrichtung unmittelbar ausgehend von einem Höhenniveau der Geländeoberkante in eine Erhöhung, beispielsweise einen Berg, geführt.

[0004] Der "Vorschubantrieb" bezeichnet im Sinne der vorliegenden Anmeldung denjenigen Antrieb, der dazu geeignet ist, die Tunnelbohrvorrichtung in dem Boden vorzuschieben. In aller Regel umfasst der Vorschubantrieb ein Hydraulikaggregat, mittels dessen eine Vorschubpresse antreibbar ist. Diese Vorschubpresse kann entweder mittelbar oder unmittelbar auf die Tunnelbohrvorrichtung wirken und diese dadurch in dem Boden der-

art fortschreiben, dass sich die Tunnelbohrvorrichtung entlang einer Längsachse des im Entstehen begriffenen Tunnels fortbewegt.

[0005] Die Tunnelbohrvorrichtung als solche umfasst zumindest ein Abbauwerkzeug, mit dem der jeweilige Boden derart abtragbar ist, dass der Tunnel erzeugt wird. Das Abbauwerkzeug kann insbesondere von einem Schneidrad gebildet sein, das um eine zu einer Längsachse des Tunnels parallele Drehachse drehangetrieben wird, wobei an dem Schneidrad angeordnete Schneidkassetten mit dem Material des Bodens eingreifen und diesen dadurch sukzessive abtragen. Es versteht sich, dass im Sinne der vorliegenden Anmeldung sämtliche Abbauwerkzeuge grundsätzlich gemeint sind, die sich zum Abtrag von Boden eignen.

[0006] Analog zu dem Vorschubantrieb bezeichnet der "Werkzeugantrieb" im Sinne der vorliegenden Anmeldung einen Antrieb, mittels dessen das Abbauwerkzeug antreibbar ist. Auch der Werkzeugantrieb ist in aller Regel von einem Hydraulikaggregat gebildet, das mittels Hydraulikleitungen mit einem Motor des Abbauwerkzeugs in Wirkverbindung steht.

[0007] Unter einem "Container" wird im Sinne der vorliegenden Anmeldung eine bauliche Einheit verstanden, die einen Innenraum nach außen hin mittels Raumbegrenzungsselementen, insbesondere mittels Wänden, einer Decke und einem Boden gegenüber der Umwelt abschließt. Insbesondere können derartige Container von Seecontainern gebildet sein, die besonders einfach mittels Lastkraftwagen auf der Straße transportiert werden können. Bei einer derartigen Ausführung kann die Betriebseinrichtung als solche besonders einfach zwischen verschiedenen Aufstellorten transportiert werden.

Stand der Technik

[0008] Betriebseinrichtungen der eingangs beschriebenen Art sind im Stand der Technik bereits bekannt. Sie können als sogenannte "Kompaktcontainer" bezeichnet werden, wobei ein solcher "Kompaktcontainer" die Betriebseinrichtung der eingangs beschriebenen Art als Ganzes innerhalb eines einzigen Containers bevorratet und der Kompaktcontainer auf der Baustelle aufgestellt wird. Die jeweilige Tunnelbohrvorrichtung, mit der ein jeweiliger Tunnel zu erzeugen ist, wird sodann mittels Hydraulikleitungen an den Kompaktcontainer angeschlossen, sodass ein jeweiliges Abbauwerkzeug der Tunnelbohrvorrichtung strömungstechnisch mit dem Werkzeugantrieb verbunden ist. Mittels Betriebs des Werkzeugantriebs kann sodann das Abbauwerkzeug angetrieben werden. Parallel hierzu wird mittels des Vorschubantriebs eine jeweilige Vorschubpresse betrieben, sodass die Tunnelbohrvorrichtung als Ganzes in dem Boden in Richtung einer gewünschten Tunnelachse fortbewegt wird.

[0009] Der Betrieb des Werkzeugantriebs innerhalb des Containers wird problematisch, sobald der zu erzeugende Tunnel eine gewisse Grenzlänge überschreitet.

Dabei versteht es sich, dass die Hydraulikleitungen, mittels derer das Abbauwerkzeug mit dem Werkzeugantrieb verbunden ist, in gleicher Weise besonders lang ausgeführt werden müssen bzw. mit fortschreitendem Vortrieb der Tunnelbohrvorrichtung in dem Boden analog an Länge gewinnen, da der Abstand zwischen dem Kompaktcontainer und der Tunnelbohrvorrichtung wächst. Mit zunehmender Länge des Tunnels ergibt sich schließlich das Problem, dass die innerhalb der Hydraulikleitungen auftretenden Reibungsverluste einen solchen Wert annehmen, dass der an dem Abbauwerkzeug effektiv ankommende Fluiddruck des Antriebsfluids nicht ausreichend ist, um den Motor des Abbauwerkzeugs in der gewünschten Weise anzutreiben.

[0010] Um diesem Problem zu begegnen, sind im Stand der Technik ferner Betriebseinrichtungen bekannt, bei denen der Werkzeugantrieb gemeinsam mit ihm zugeordneten Komponenten innerhalb des Tunnels hinter dem Abbauwerkzeug her geführt wird. Mit anderen Worten wird der Werkzeugantrieb als solcher in der gleichen Weise innerhalb des Tunnels fortbewegt, in der auch die Tunnelbohrvorrichtung fortbewegt wird. Auf diese Weise können die Hydraulikleitungen, mittels derer der Werkzeugantrieb mit dem Abbauwerkzeug verbunden ist, unabhängig von der Länge des zu erstellenden Tunnels dauerhaft auf einer geringen Länge gehalten werden. Derartige externe Antriebe für das Abbauwerkzeug, die innerhalb des Tunnels geführt werden können, können auch als sogenannte "Tunnelaggregate" bezeichnet werden. Dabei versteht es sich, dass zum Betrieb der jeweiligen Tunnelbohrvorrichtung (eigentlich) kein Kompaktcontainer notwendig ist, da der in dem Kompaktcontainer angeordnete Werkzeugantrieb nicht geeignet ist, um das Abbauwerkzeug über die komplette Länge des jeweiligen Tunnels hinweg anzutreiben. Entsprechend kommen regelmäßig sogenannte "Pressencontainer" zum Einsatz, die lediglich noch den Vorschubantrieb sowie zugehörige Komponenten umfassen, um die jeweilige Vorschubpresse betreiben zu können.

[0011] Als Ausweichlösung ist es in der Praxis ferner üblich, zur Erstellung eines langen Tunnels einen Kompaktcontainer vorzuhalten, der ausschließlich zum Antrieb eines Vorschubantriebs zum Betrieb der Vorschubpresse verwendet wird, während der in dem Kompaktcontainer befindliche Werkzeugantrieb brach liegt. Letzterer wird mittels eines zusätzlichen Tunnelaggregats bereitgestellt, das hinter dem Abbauwerkzeug her geführt wird.

[0012] Insgesamt ergibt sich, dass im Stand der Technik in Abhängigkeit von jeweils individuell zu erstellenden Tunneln eine Vielzahl verschiedener Betriebseinrichtungen bzw. von Teilen derselben vorgehalten werden müssen, wobei in vielen Fällen zur Erstellung eines einzigen Tunnels sogar ein Überschuss von Antrieben vorzuhalten ist, von denen sodann mindestens ein Werkzeugantrieb vollständig ungenutzt bleibt und somit letztlich erhebliche Nachteile in der Wirtschaftlichkeit erzeugt.

Aufgabe

[0013] Mithin ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Betriebseinrichtung sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Tunnels bereitzustellen, mittels derer eine gegenüber dem Stand der Technik effizientere Erstellung von Tunneln möglich ist.

Lösung

[0014] Die zugrunde liegende Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Werkzeugantrieb aus dem Container entnehmbar ist. Hierfür ist es erfindungswesentlich, dass die Betriebseinrichtung über einen zweiten Fluidtank verfügt, wobei einer der Fluidtanks dezidiert dem Vorschubantrieb und der andere Fluidtank dezidiert dem Werkzeugantrieb zugeordnet sind. Der dem Werkzeugantrieb zugeordnete Fluidtank bildet sodann gemeinsam mit dem Werkzeugantrieb ein Werkzeugantriebsmodul, das als Ganzes aus dem Container entnehmbar ist. Auf diese Weise kann der Werkzeugantrieb sowohl innerhalb als auch außerhalb des Containers eigenständig betrieben werden.

[0015] Die Entnahme des Werkzeugantriebsmoduls aus dem Container ist dabei vorzugsweise derart möglich, dass eine Wirkverbindung zwischen dem Werkzeugantrieb und dem ihm zugeordneten Fluidtank durchgehend bestehen bleibt. Diese Wirkverbindung besteht insbesondere in Hydraulikleitungen, die einen Austausch eines Antriebsfluids, insbesondere eines Öls, zwischen dem Werkzeugantrieb und dem Fluidtank erlauben. Insbesondere ist eine solche Ausführung zu bevorzugen, bei der der Werkzeugantrieb und der Fluidtank im Zuge der Entnahme des Werkzeugantriebsmoduls ihre Relativpositionen zueinander nicht verändern.

[0016] Die erfindungsgemäße Betriebseinrichtung hat viele Vorteile. Gegenüber dem Stand der Technik erlaubt sie es vor allem, dass der Betreiber der Betriebseinrichtung in Abhängigkeit des jeweils zu erstellenden Tunnels frei entscheiden kann, ob er den Werkzeugantrieb innerhalb des Containers betreibt oder aus selbigem entnimmt und analog zu einem Tunnelaggregat innerhalb des Tunnels hinter dem Abbauwerkzeug her führt. Auf diese Weise ist es für den Betreiber nicht notwendig, eine Mehrzahl verschiedener Betriebseinrichtungen, beispielsweise sowohl einen Kompaktcontainer als auch einen Pressencontainer als auch ein separates Tunnelaggregat, vorzuhalten, von denen sodann zumindest zeitweise einzelne Betriebseinrichtungen brachliegen, da sie für ein jeweiliges Bauprojekt nicht verwendbar bzw. geeignet sind. Mit anderen Worten hilft die Erfindung dabei, die Investitionskosten in notwendiges Arbeitsmaterial erheblich zu reduzieren, das erforderlich ist, um Leistungen im Bereich des Tunnelbaus anbieten zu können.

[0017] Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Betriebseinrichtung besteht in dem zweiten Fluidtank, der grundsätzlich zum Betrieb des Werkzeugantriebs zum Einsatz kommt, das heißt auch dann, wenn der Werk-

zeugantrieb bzw. das Werkzeugantriebsmodul innerhalb des Containers angeordnet ist. Dieser Zustand ähnelt am ehesten dem oben beschriebenen Kompaktcontainer, bei dem dauerhaft sowohl der Vorschubantrieb als auch der Werkzeugantrieb innerhalb des Containers angeordnet sind. Im Unterschied zum Kompaktcontainer verfügt die erfindungsgemäße Betriebseinrichtung jedoch dauerhaft über separate Fluidtanks für den Vorschubantrieb und den Werkzeugantrieb, während sich beide Antriebe beim Kompaktcontainer einen gemeinsamen Fluidtank teilen. Letzteres ist insoweit nachteilig, als das jeweilige Antriebsfluid, das in dem gemeinsamen Fluidtank vorgehalten wird, jedes Mal vollständig ausgetauscht werden muss, wenn es verschmutzt ist. Derartige Verschmutzungen treten in erster Linie am Eingang des im Entstehen begriffenen Tunnels auf, da die Hydraulikleitungen, die ausgehend von dem Werkzeugantrieb zu dem Abbauwerkzeug geführt sind, bei jedem Einsetzen eines weiteren Rohrsegments des Tunnels aufgetrennt und sodann wieder gekoppelt werden müssen. Hierbei kommt es regelmäßig zu einem verstärkten Eintrag von Schmutz in die Hydraulikleitungen, der schließlich in dem gemeinsamen Fluidtank landet. Im Ergebnis muss folglich im Stand der Technik das gemeinsame Antriebsfluid des Vorschubantriebs und des Werkzeugantriebs insgesamt gewechselt werden, obwohl der Vorschubantrieb als solcher kaum zur Verschmutzung des Antriebsfluids in dem gemeinsamen Fluidtank beiträgt.

[0018] Bei der erfindungsgemäßen Ausführung ist der Fluidtank des Vorschubantriebs nunmehr isoliert von dem Fluidtank des Werkzeugantriebs, und zwar auch dann, wenn das Werkzeugantriebsmodul innerhalb des Containers betrieben wird. Dies hat schließlich zur Folge, dass ein Austausch von Antriebsfluid im Zuge einer starken Verschmutzung desselben ausschließlich für den Werkzeugantrieb stattfinden muss, während das Antriebsfluid des Vorschubantriebs in dessen Fluidtank verbleiben kann. Hierdurch können die Kosten für neues Antriebsfluid sowie ökologische Auswirkungen im Zuge des Austauschs des Antriebsfluids deutlich reduziert werden. Weiterhin kann ein Verschleiß des Vorschubantriebs infolge von verschmutztem Antriebsfluid deutlich reduziert werden. Auch wird das Antriebsfluid des Vorschubantriebs bei der getrennten Ausführung der Fluidtanks nicht in der bekannten Weise von dem Temperatureintrag, der hauptsächlich auf das Abbauwerkzeug zurückgeht, beeinträchtigt.

[0019] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Betriebseinrichtung ist das Werkzeugantriebsmodul derart aus dem Container entnehmbar, dass im Zuge der Entnahme zumindest der Werkzeugantrieb sowie der ihm zugeordnete Fluidtank ihre Positionen relativ zueinander nicht verändern. Insbesondere verändert sich ein Abstand zwischen dem Werkzeugantrieb und dem zugehörigen Fluidtank im Zuge der Entnahme des Werkzeugantriebsmoduls aus dem Container nicht. Vorteilhafterweise gilt dies für sämtliche Komponenten des Werkzeugantriebsmoduls. Als solche kön-

nen neben dem Werkzeugantrieb und dem zugehörigen Fluidtank beispielsweise eine zugehörige Kühleinrichtung, eine Filtriereinrichtung, eine Steuereinheit und dergleichen vorhanden sein. Dies wird nachstehend noch gesondert behandelt.

[0020] Die Betriebseinrichtung weiter ausgestaltend umfasst das Werkzeugantriebsmodul eine Trageinheit, auf der zumindest der Werkzeugantrieb und der ihm zugeordnete Fluidtank angeordnet sind. In besonders vorteilhafter Weise wird der Fluidtank unmittelbar als Trageinheit verwendet und erfüllt somit eine Doppelfunktion, nämlich die Lagerung des Antriebsfluids und das "Tragen" von Komponenten des Werkzeugantriebsmoduls. Sofern die Trageinheit von dem Fluidtank gebildet ist, ist der Fluidtank im Sinne der vorliegenden Anmeldung "auf der Trageinheit angeordnet".

[0021] Vorteilhafterweise sind sämtliche Komponenten des Werkzeugantriebsmoduls auf der Trageinheit angeordnet. Dies hat den besonderen Vorteil, dass zur Entnahme des Werkzeugantriebsmoduls aus dem Container lediglich die Trageinheit als solche gelöst werden muss und sodann als Ganzes aus dem Container entnommen werden kann. Mit anderen Worten kann das Werkzeugantriebsmodul mittels Lösen eines oder mehrerer zentraler Verbindungsmittel von dem Container gelöst werden, sodass das Werkzeugantriebsmodul als Ganzes entnehmbar ist. Eine Lösung einzelner Verbindungsmittel, die unmittelbar mit einzelnen Komponenten des Werkzeugantriebsmoduls zusammenwirken, entfällt somit.

[0022] Umgekehrt kann nach einer Entnahme des Werkzeugantriebsmoduls ein abermaliges Einsetzen desselben in den Container ebenso einfach erfolgen, indem schlichtweg die Trageinheit mitsamt dem übrigen Werkzeugantriebsmodul in den Container eingeführt und gegebenenfalls dort mittels Verbindungsmitteln befestigt wird. Es versteht sich, dass in einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung die auf der Trageinheit angeordneten Komponenten des Werkzeugantriebsmoduls ihre relative Ausrichtung zueinander durchgehend beibehalten. Insbesondere sollte das Werkzeugantriebsmodul mitsamt seiner Trageinheit derart ausgestaltet sein, dass für die Entnahme des Werkzeugantriebsmoduls keine Demontage einzelner Komponenten des Werkzeugantriebsmoduls notwendig ist, sondern selbiges einzig und allein mittels einer Demontage der insoweit übergeordneten Trageinheit, auf der die Komponenten des Werkzeugantriebsmoduls angeordnet sind, erfolgen kann.

[0023] Unter Verwendung einer vorstehend beschriebenen Trageinheit ist es zudem weiterhin zu bevorzugen, wenn der Container über eine Aufnahme für das Werkzeugantriebsmodul verfügt, die auf die Trageinheit abgestimmt ist, sodass selbige umbaufrei in bzw. an der Aufnahme montierbar und ebenso umgekehrt umbaufrei wieder von der Aufnahme demontierbar ist. Unter "umbaufrei montierbar" bzw. "umbaufrei demontierbar" wird im Sinne der vorliegenden Anmeldung verstanden, dass das Werkzeugantriebsmodul als solches in sich nicht ge-

ändert werden muss, um aus dem Container entnommen oder umgekehrt wieder in selbigen eingesetzt werden zu können. Folglich sind solche Ausführungen, bei denen beispielsweise für die Entnahme des Werkzeugantriebsmoduls der Werkzeugantrieb oder der Fluidtank oder eine oder mehrere etwaige andere Komponenten gesondert demontiert und sodann nach der Entnahme wieder montiert werden müssen, als nachteilig zu betrachten. Stattdessen sollte das Zusammenspiel zwischen Container und Werkzeugantriebsmodul möglichst einfach mittels möglichst weniger Verbindungsmittel bzw. Verbindungsstellen möglich sein, sodass ein zügiger und einfacher Ein- und Ausbau des Werkzeugantriebsmoduls erfolgen kann.

[0024] Die erfindungsgemäße Betriebseinrichtung weiter ausgestaltend verfügt selbige über eine Steuereinheit, die dem Werkzeugantrieb zugeordnet ist und die eine Verbindung mit der Steuerungseinrichtung aufweist, die insbesondere fest in dem Container angeordnet sein kann. Die Steuereinheit wirkt dabei derart mit dem Werkzeugantrieb zusammen, dass sie von der Steuerungseinrichtung empfangene Steuersignale verarbeiten und somit den Werkzeugantrieb bzw. einzelne Bauteile desselben elektrisch ansteuern kann. Eine solche Steuereinheit ist vorzugsweise als Komponente des Werkzeugantriebsmoduls ausgebildet und ferner gemeinsam mit dem Werkzeugantrieb und dem zugehörigen Fluidtank auf einer gemeinsamen Trageinheit verbaut. Die Steuereinheit hat den besonderen Vorteil, dass das Werkzeugantriebsmodul in seinem ausgebauten, hinter dem Abbauwerkzeug her geführten Zustand lediglich einer sehr geringen Anzahl an Verbindungsleitungen mit dem Container bzw. der dort verbauten Steuerungseinrichtung bedarf. Insbesondere ist es in aller Regel ausreichend, lediglich eine einzige Datenleitung von der Steuerungseinrichtung zu der Steuereinheit zu führen und über diese Datenleitung geführte Steuersignale erst vor Ort an dem Werkzeugantriebsmodul zu verarbeiten und zur Ansteuerung der verschiedenen Komponenten des Werkzeugantriebsmoduls aufzuteilen. Auf diese Weise erlaubt die Steuereinheit einen besonders einfachen externen Betrieb des Werkzeugantriebsmoduls außerhalb des Containers.

[0025] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung wirkt die Steuereinheit mit maximal drei Eingangsleitungen zusammen, die die Steuereinheit mit dem Container verbinden. Mindestens eine dieser Eingangsleitungen ist von der vorstehend bereits erwähnten Datenleitung gebildet. Ferner ist mindestens eine Eingangsleitung von einer Elektroleitung gebildet, die die Steuereinheit mit elektrischem Strom versorgt. Dabei kann es von Vorteil sein, wenn die Steuereinheit ferner eine weitere Elektroleitung umfasst, wobei die beiden Elektroleitungen jeweils elektrischen Strom auf unterschiedlichen Spannungsniveaus, insbesondere auf 400 V und auf 960 V, bereitstellen. Unter "Eingangsleitungen" sind dabei im Sinne der vorliegenden Anmeldung lediglich solche Leitungen zu verstehen, die in Wirkverbindung mit der Steu-

ereinheit stehen. Mithin sind Leitungen, die für den Betrieb und die Wirkungsweise der Steuereinheit keinen Ausschlag geben bzw. diesbezüglich unwirksam bleiben, gleichwohl jedoch an die Steuereinheit angeschlossen sind, und sei es nur baulich, keine Eingangsleitungen im Sinne der vorliegenden Anmeldung.

[0026] In einer weiterhin vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Betriebseinrichtung umfasst diese eine zweite, dem Werkzeugantrieb zugeordnete Kühleinrichtung. Diese ist vorzugsweise ebenfalls als Komponente des Werkzeugantriebsmoduls ausgebildet und ferner ebenfalls auf einer gemeinsamen Trageinheit mit den übrigen Komponenten des Werkzeugantriebsmoduls angeordnet. Die zweite Kühleinrichtung bietet den Vorteil, dass das Antriebsfluid des Werkzeugantriebs unmittelbar an den Werkzeugantriebsmodul gekühlt werden kann. Insbesondere ist eine Rückführung in den Container zur Nutzung der dort verbauten Kühleinrichtung nicht erforderlich.

[0027] Für den erfindungsgemäßen Erfolg ist dabei grundsätzlich von nachrangiger Bedeutung, in welcher Weise die zweite Kühleinrichtung ausgebildet ist. Diese kann insbesondere mehrstufig ausgebildet sein, wobei eine unmittelbare Kühlung des Antriebsfluids beispielsweise mittels eines Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmeübertragers vorgenommen wird, mittels dessen die Wärmeenergie des Antriebsfluid auf ein Kühlmittel übergeleitet wird, beispielsweise Glykol. Dieses Kühlmittel kann sodann in einer zweiten Stufe ebenfalls mittels eines Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmeübertragers gekühlt werden, wobei insbesondere ein Übergang von Wärmeenergie auf Wasser denkbar ist. Hierbei bietet sich vor allem die Nutzung von so genanntem "Speisewasser" an, dass zum Betrieb der Tunnelbohrvorrichtung im Bereich des Abbauwerkzeugs verwendet wird. Dieses Speisewasser kann sodann in einer Nebenfunktion zumindest indirekt die Wärmeenergie des Antriebsfluids abführen. Alternativ ist es für die zweite Stufe der Kühleinrichtung ebenso denkbar, dass das Kühlmittel mittels eines Luft-Flüssigkeit-Wärmeübertragers gekühlt wird. Es versteht sich, dass ferner eine Vielzahl anderer Varianten vorstellbar ist, beispielsweise eine unmittelbare Kühlung des Antriebsfluids mittels eines Luft-Flüssigkeit-Wärmeübertragers oder eine unmittelbare Kühlung des Antriebsfluids mittels des genannten Speisewassers.

[0028] Weiterhin kann eine solche Betriebseinrichtung von besonderem Vorteil sein, die über eine zweite, dem Werkzeugantrieb zugeordnete Filtriereinrichtung verfügt, die zur Filtration des in dem zweiten Fluidtank vorgehaltenen Antriebsfluids verwendbar ist. Hierzu ist die zweite Filtriereinrichtung unmittelbar strömungstechnisch mit dem zweiten Fluidtank verbunden. Es versteht sich auch hier, dass die zweite Filtriereinrichtung vorzugsweise als eine Komponente des Werkzeugantriebsmoduls ausgebildet ist.

[0029] Im Weiteren kann eine solche Betriebseinrichtung von Vorteil sein, die mindestens einen Transformator aufweist, der zumindest dem Werkzeugantrieb, vor-

zugsweise nur dem Werkzeugantrieb, zugeordnet ist. Ein solcher Transformator stellt vorzugsweise eine Ausgangsspannung von 960 V bereit. Das hohe Spannungsniveau ist sinnvoll, um vergleichsweise lange Strecken zwischen dem Container und dem Werkzeugantrieb zu überwinden, da Widerstandsverluste bei Verwendung eines niedrigeren Spannungsniveaus über lange Leitungsstrecken ansonsten nicht akzeptabel wären und entsprechend Elektroleitungen mit deutlich vergrößertem Querschnitt verwendet werden müssten. Im Stand der Technik wird ein derartiger Transformator in Verbindung mit Kompaktcontainern konsequenterweise nicht benötigt, da der Werkzeugantrieb in jedem Falle unmittelbar in dem Container angeordnet ist. Lange Leitungsstrecken fallen mithin nicht an. Erfindungsgemäß wird der Werkzeugantrieb der erfindungsgemäßen Betriebseinrichtung unabhängig von seinem Verwendungsort, das heißt entweder innerhalb des Containers oder außerhalb desselben, mit einer Spannung von 960 V versorgt bzw. ist an den Transformator, der 960 V bereitstellt, angeschlossen. Auf diese Weise ist das Werkzeugantriebsmodul in jedem Falle auch dazu geeignet, in einem Tunnel geführt zu werden, wobei eine Strecke zwischen dem Werkzeugantriebsmodul und dem Container durchaus erheblich sein kann.

[0030] In verfahrenstechnischer Hinsicht wird die zugrunde liegende Aufgabe erfindungsgemäß durch die folgenden Verfahrensschritte gelöst:

- a) Ein Werkzeugantriebsmodul, das zumindest einen Werkzeugantrieb sowie einen mit dem Werkzeugantrieb zusammenwirkenden Fluidtank umfasst, wird aus einem Container entnommen, der neben dem Werkzeugantrieb ferner einen Vorschubantrieb beinhaltet, mittels dessen die Tunnelbohrvorrichtung in dem Boden zumindest abschnittsweise vorgeschoben wird.
- b) Das Werkzeugantriebsmodul wird in den im Entstehen begriffenen Tunnel eingeführt.
- c) Das Werkzeugantriebsmodul wird während eines Tunnelvortriebs hinter einem Abbauwerkzeug hergeführt.

[0031] Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich mittels der erfindungsgemäßen Betriebseinrichtung besonders einfach ausführen. Es bietet den besonderen Vorteil, dass das Werkzeugantriebsmodul sowohl in einer Betriebsweise für "kurze Tunnel" als auch für "lange Tunnel" verwendet werden kann, indem das Werkzeugantriebsmodul wahlweise aus dem Container entnommen oder wieder in den Container eingesetzt wird. Der wesentliche erfindungsgemäße Verfahrensschritt besteht somit darin, dass das Werkzeugantriebsmodul aus einem Container entnommen wird. Derlei ist im Stand der Technik bei Verwendung eines üblichen Kompaktcontainers sowie bei Verwendung eines typischen Tun-

nelaggregats gerade nicht möglich.

[0032] Das Verfahren ist zudem dann besonders vorteilhaft, wenn das Werkzeugantriebsmodul in einem Zeitraum nach einer Fertigstellung eines jeweiligen Tunnels sowie vor einer Erstellung eines weiteren Tunnels wieder in den Container eingesetzt wird. Mit anderen Worten steht es dem Betreiber der jeweiligen Betriebseinrichtung frei, das Werkzeugantriebsmodul aus dem Container zu entnehmen oder wieder einzusetzen. Insbesondere kann er je nach Bausituation entscheiden, wie er vorgehen möchte.

[0033] Insbesondere im Zuge der Herstellung eines langen Tunnels, bei dem das Werkzeugantriebsmodul im Zuge der Herstellung des Tunnels aus dem Container entnommen und sodann in den Tunnel eingeführt wird, kann es von besonderem Vorteil sein, das Antriebsfluid des Werkzeugantriebs während eines Anfahrzeitraums mittels einer ersten, fest in dem Container verbauten Kühleinrichtung und während eines zeitlich nach dem Anfahrzeitraum gelegenen Vortriebszeitraums mittels einer zweiten, an dem Werkzeugantriebsmodul angeordneten Kühleinrichtung zu kühlen. Der "Anfahrzeitraum" beschreibt dabei denjenigen Zeitraum, innerhalb dessen ein Anfangsabschnitt des zu erstellenden Tunnels hergestellt wird. Typischerweise schließt sich dieser Anfangsabschnitt unmittelbar an einen Startschacht an, von dem aus der jeweilige Tunnel in den Boden eingebracht wird. In aller Regel umfasst der Anfahrzeitraum das Einbringen der Tunnelbohrvorrichtung in den Boden sowie das Einbringen einer hinter Tunnelbohrvorrichtung folgenden, nicht dauerhaft im Boden verbleibenden Röhre. Es versteht sich, dass in einem solchen Zustand noch kein Tunnelabschnitt hergestellt wurde, in den das Werkzeugantriebsmodul eingeführt werden könnte.

[0034] Die beschriebene Vorgehensweise ist gegenüber dem Stand der Technik besonders vorteilhaft. Im Stand der Technik wird - wie vorstehend beschrieben - zur Herstellung eines langen Tunnels ein Tunnelaggregat verwendet, das in jedem Falle außerhalb eines Containers angeordnet ist. Um ein solches Tunnelaggregat zu kühlen, kommt in aller Regel das vorstehend bereits beschriebene Speisewasser zum Einsatz. Hierbei wird eine Speisewasserleitung an das Tunnelaggregat angeschlossen, sodass es in kühlender Weise mit dem Tunnelaggregat bzw. dem dort verwendeten Antriebsfluid zusammenwirken kann. Diese Vorgehensweise ist innerhalb des beschriebenen Anfahrzeitraums aus mehreren Gründen nachteilig. Zum einen ist die Ankupplung des Tunnelaggregats vergleichsweise umständlich, da hierfür die Speisewasserleitung an der Stelle des Tunnelaggregats unterbrochen werden muss. Sobald das Tunnelaggregat dann in den Tunnel geführt wird, muss die Speisewasserleitung an der Stelle des Tunnelaggregats gekoppelt werden. Weiterhin ist die Handhabung der Speisewasserleitung als solcher vergleichsweise aufwendig, da es sich um eine Leitung mit vergleichsweise großem Durchmesser und hoher Steifigkeit handelt. Gerade auf kleinen Baustellen, die beispielsweise im Straßenbau auf

beengtem Raum betrieben werden müssen, kann es einen erheblichen Aufwand bedeuten, ein Tunnelaggregat in die Speisewasserleitung anzuschließen.

[0035] Die erfindungsgemäße Verfahrensweise sieht demgegenüber eine Kühlung des Antriebsfluids des Werkzeugantriebs mittels der in dem Container verbauten Kühleinrichtung vor, das heißt mittels der Kühleinrichtung, die dem Vorschubantrieb zugeordnet ist. Mit anderen Worten kann das Werkzeugantriebsmodul während des Anfahrzeitraums an die Kühleinrichtung des Containers angeschlossen werden, sodass die Einbindung des Werkzeugantriebsmoduls in die Speisewasserleitung, wie es im Stand der Technik typischerweise erforderlich ist, entfallen kann. Hierdurch wird der Bauablauf während des Anfahrzeitraums des zu erstellenden Tunnels erheblich vereinfacht und beschleunigt.

[0036] Vorzugsweise wird dabei das Antriebsfluid des Werkzeugantriebs während des Anfahrzeitraums zumindest mittelbar mittels eines Luft-Flüssigkeit-Wärmeübertragers und während des Vortriebszeitraums mittels eines Arbeitsfluids der Tunnelbohrvorrichtung gekühlt. Bei dem "Arbeitsfluid" kann es sich insbesondere um das vorstehend beschriebene Speisewasser handeln, das zum Zwecke des Materialaustrags an dem Abbauwerkzeug verwendet wird. Vorzugsweise wird das Antriebsfluid des Werkzeugantriebs während des Anfahrzeitraums unmittelbar mittels des Luft-Flüssigkeit-Wärmeübertragers gekühlt, nämlich mittels der fest in dem Container verbauten Kühleinrichtung. Hierbei kann es trotz der im Übrigen vollständigen Trennung der Kreisläufe der Antriebsfluide zu einer geringfügigen Vermischung der Antriebsfluide des Vorschubantriebs und des Werkzeugantriebs kommen.

[0037] Die Kühlung des Antriebsfluids des Werkzeugantriebs während des Vortriebszeitraums erfolgt vorzugsweise lediglich mittelbar mittels einer zwischengeschalteten Kühlungsstufe. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass die Kühlung mittels des Arbeitsfluids der Tunnelbohrvorrichtung einem realistischen Beschädigungsrisiko unterliegt, das durch die hohe Belastung des Arbeitsfluids mit abrasiven Bestandteilen bedingt ist. Letztere können insbesondere von Abbauprodukten im Zuge der Erstellung des Tunnels gebildet sein. Diese abrasiven Bestandteile können eine Leitung des Arbeitsfluids über die Zeit "durchschleifen". Da es üblich ist, besagte Leitung des Arbeitsfluids unmittelbar mit dem jeweils zu kühlenden Kühlmittel zu umströmen, würde das beschriebene Durchschleifen der Leitung des Arbeitsfluids einen unmittelbaren Eintrag des Kühlmittels mit dem Arbeitsfluid der Tunnelbohrvorrichtung zur Folge haben. Eine unmittelbare Kühlung des Antriebsfluids würde in diesem Zusammenhang bedeuten, dass selbiges im Zuge der Beschädigung der Leitung des Arbeitsfluids in das Arbeitsfluid eingetragen wird. Ein solcher Eintrag hat das Potenzial, die Umwelt empfindlich zu schädigen. Umgekehrt können Bestandteile des Arbeitsfluids in das Antriebsfluid gelangen, was zu einer irreparablen Beschädigung des Werkzeugantriebs führen kann.

[0038] Daher ist es von Vorteil, einen sekundären Kühlkreislauf vorzusehen, der mit einem vergleichsweise unschädlichen Kühlmittel, beispielsweise Glykol, ausgestattet ist. Bei einer solchen Konstellation wird Wärmeenergie des Antriebsfluids des Werkzeugantriebs zunächst mittels eines Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmeübertragers an das jeweilige Kühlmittel übertragen und sodann letzteres mittels des Arbeitsfluids gekühlt. Ein eventuell drohender Eintrag des unschädlichen Kühlmittels in das Arbeitsfluid und damit in die Umwelt ist sodann vergleichsweise unkritisch.

[0039] In einer weiterhin vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Werkzeugantriebsmodul nach Fertigstellung einer jeweiligen Tunnelbaustelle, die durchaus auch die Erstellung mehrerer einzelner Tunnel umfassen kann, wieder in den Container eingesetzt. Auf diese Weise kann das Werkzeugantriebsmodul besonders einfach innerhalb des Containers von der Tunnelbaustelle entfernt werden, beispielsweise zur jeweils nächsten Tunnelbaustelle oder zum Bauhof des jeweilig ausführenden Unternehmens.

[0040] Weiterhin sieht die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Tunnels vor, bei dem die erfindungsgemäße Betriebseinrichtung verwendet wird, wobei das Werkzeugantriebsmodul innerhalb des Containers betrieben wird. Diese Betriebsweise ist grundsätzlich mit derjenigen eines Kompaktcontainers zu vergleichen, wobei letzterer jedoch gerade nicht die hier erfindungsgemäße Betriebseinrichtung mit zwei Fluidtanks verwendet.

Ausführungsbeispiele

[0041] Die erfindungsgemäße Betriebseinrichtung sowie das erfindungsgemäße Verfahren sind nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels, das in den Figuren dargestellt ist, näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: Einen Querschnitt durch eine Tunnelbaustelle, wobei ein Werkzeugantriebsmodul hinter einem Abbauwerkzeug der zugehörigen Tunnelbohrvorrichtung her geführt wird,

Fig. 2: den Querschnitt gemäß Figur 1, wobei das Werkzeugantriebsmodul innerhalb eines Containers vorgehalten wird, der zudem auch den Vorschubantrieb beinhaltet, und

Fig. 3: Eine perspektivische Ansicht eines Werkzeugantriebsmoduls.

[0042] Die vorliegende Erfindung, die in den **Figuren 1 bis 3** dargestellt ist, umfasst eine erfindungsgemäße Betriebseinrichtung **1** sowie eine Tunnelbohrvorrichtung **2** zur Erstellung eines Tunnels **3** in einem Boden **4**. Der zu erstellende Tunnel **3** weist hier einen Innendurchmesser von 1,4 m auf. Die Betriebseinrichtung **1** umfasst einen Container **12**, der hier in Form eines Seecontainers

ausgeführt ist. Innerhalb des Containers **12** ist ein Vorschubantrieb **5** angeordnet, der dazu geeignet ist, eine in den Figuren nicht dargestellte Vorschubpresse anzutreiben. Letztere ist dazu geeignet, in einen Startschacht **23** eingesetzt zu werden und dort mittels Zusammenwirken mit einem jeweiligen, der Vorschubpresse zugewandten Rohrsegment **22** des Tunnels **3** den Vortrieb der Tunnelbohrvorrichtung **2** innerhalb des Bodens **4** zu bewerkstelligen. Mittels sukzessiver Einführung weiterer Rohrsegmente **22** in den Tunnel **3** ergibt sich somit schließlich ein fertiger Tunnel **3**, der vom Anfang bis zum Ende vollständig mit Rohrsegmenten **22** ausgebildet ist.

[0043] Innerhalb des Containers **12** der Betriebseinrichtung **1** sind dauerhaft, das heißt fest verbaut, ein Fluidtank **8** zur Vorhaltung eines Antriebsfluids, eine Filtriereinrichtung **9** zur Filtration des Antriebsfluids sowie eine Kühleinrichtung **10** zur Kühlung des Antriebsfluids vorgesehen. Die Vorschubeinrichtung **5** ist in dem gezeigten Beispiel von einem Hydraulikaggregat gebildet, das mit Öl als Antriebsfluid betrieben wird. Die Kühleinrichtung **10** ist hier in Form eines Luft-Flüssigkeit-Wärmeübertragers ausgebildet. Weiterhin verfügt die Betriebseinrichtung **1** innerhalb des Containers **12** über eine Steuereinrichtung **11**, die für die Steuerung sowohl des Vorschubantriebs **5** als auch des Werkzeugantriebs **6** verantwortlich ist, letzteres in dem gezeigten Beispiel lediglich mittelbar, worauf nachstehend noch gesondert eingegangen wird.

[0044] In einem in **Figur 1** dargestellten Zustand der Betriebseinrichtung **1** ist ein Werkzeugantriebsmodul **14**, das einen Werkzeugantrieb **6** umfasst, innerhalb des Tunnels **3** hinter einem Abbauwerkzeug **7** der Tunnelbohrvorrichtung **2** angeordnet. Das Werkzeugantriebsmodul **14**, das sich insbesondere anhand der Darstellung gemäß **Figur 3** ergibt, umfasst neben dem Werkzeugantrieb **6** als solchem ferner einen dem Werkzeugantrieb **6** zugeordneten Fluidtank **13**, eine Kühleinrichtung **17** sowie eine Filtriereinrichtung **18**. Somit verfügt der Werkzeugantrieb **6** über seinen eigenen Fluidtank **13**, der vollständig unabhängig von dem Fluidtank **8** des Vorschubantriebs **5** ausgebildet ist. Der Vorschubantrieb **5** und der Werkzeugantrieb **6** verfügen mithin über vollständig entkoppelte Antriebsfluidkreisläufe. Der Werkzeugantrieb **6**, der Fluidtank **13**, die Kühleinrichtung **17** und die Filtriereinrichtung **18** sind in dem gezeigten Beispiel allesamt als Komponenten des Werkzeugantriebsmoduls **14** ausgebildet. Letzteres umfasst ferner eine Trageinheit **15**, die in dem gezeigten Beispiel in besonderer Weise von dem Fluidtank **13** gebildet ist. Bei dem gezeigten Beispiel wirkt folglich die Struktur des Fluidtanks **13** gleichzeitig als Trageinheit **15** bzw. umgekehrt die Trageinheit **15** gleichzeitig als Fluidtank **13**. Die Trageinheit **15** ist mit einer Mehrzahl von Traghaken **19** ausgestattet, die einen besonders einfachen Transport des gesamten Werkzeugantriebsmoduls **14** beispielsweise mittels eines Krans erlauben. Die Komponenten des Werkzeugantriebsmoduls **14** sind in Kraft übertragender Weise auf der Trageinheit **15** montiert.

[0045] Weiterhin umfasst das Werkzeugantriebsmodul **14** eine Steuereinheit **16**, die zur unmittelbaren Ansteuerung der einzelnen Bauteile des Werkzeugantriebsmoduls **14** geeignet ist. Mit anderen Worten bildet die Steuereinheit **16** eine Art Unterverteilung zu der Steuerungseinrichtung **11**, sodass ein Betrieb des Werkzeugantriebsmoduls **14** auch außerhalb des Containers **12** möglich ist, ohne eine unüberschaubare Vielzahl einzelner Steuerungsleitungen unmittelbar von der Steuerungseinrichtung **11** zu den jeweiligen einzelnen Bauteilen des Werkzeugantriebsmoduls **14**, die anzusteuern sind, führen zu müssen. Die Steuereinheit **16** ist gleichermaßen als Komponente des Werkzeugantriebsmoduls **14** ausgestattet und auf der Trageinheit **15** montiert.

[0046] Die in **Figur 1** gezeigte Betriebssituation der Betriebseinrichtung **1** ist insbesondere für die Erstellung langer Tunnel **3** vorgesehen, deren Länge einen gewissen Grenzwert überschreitet, der ein Antreiben des Abbauwerkzeug **7** aus dem Container **12** heraus nicht mehr erlaubt. Entsprechend ist das Werkzeugantriebsmodul **14** als solches erfindungsgemäßes aus dem Container **12** entnommen und in den Tunnel **3** eingeführt, sodass es unmittelbar hinter dem Abbauwerkzeug **7** her geführt werden kann. Dies hat den Vorteil, dass Hydraulikleitungen **25**, die den Werkzeugantrieb **6** mit dem Abbauwerkzeug **7** verbinden, unabhängig von der Länge des Tunnels **3** in jedem Falle kurz ausgeführt werden können. Reibungsverluste innerhalb der Hydraulikleitungen **25** können somit auf ein Minimum reduziert werden.

[0047] Das Werkzeugantriebsmodul **14** ist in dem gezeigten Beispiel derart ausgebildet, dass es im Zuge seines "Tunnelbetriebs" (**Figur 1**), im Zuge dessen es sich innerhalb des zu erstellenden Tunnels **3** befindet, mittels eines Arbeitsfluids der Tunnelbohrvorrichtung **2** kühlbar ist. Dies betrifft die Kühlung des Antriebsfluids des Werkzeugantriebs **6**. Hierzu verfügt das Werkzeugantriebsmodul **14** über eine Speisewasserleitung **20** sowie einen mit dieser zusammenwirkenden Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmeübertrager, der in den Figuren nicht dargestellt ist. Die Speisewasserleitung **20** ist in Längsrichtung des Werkzeugantriebsmoduls **14** durch selbiges hindurch geführt. Das sogenannte "Speisewasser" bildet hier das Arbeitsfluid der Tunnelbohrvorrichtung **2**. Die Kühlung des Antriebsfluids erfolgt in dem gezeigten Beispiel mittels einer zweistufigen Kühlung. Bei dieser wird zunächst das Antriebsfluid mittels der Kühleinrichtung **17** gekühlt, die hier in Form eines Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmeübertragers ausgebildet ist. Mittels der Kühleinrichtung **17** wird Wärmeenergie des Antriebsfluids ausgehend von selbigem auf ein Kühlmittel übergeben, das hier von einem Wasser-Glykol Gemisch gebildet ist. Besagtes Kühlmittel wird mittels einer Kühlmittelpumpe **21** zirkuliert und ausgehend von der Kühleinrichtung **17** in unmittelbaren Kontakt mit einer äußeren Mantelfläche der Speisewasserleitung **20** geleitet. Da die Temperatur des Speisewassers vergleichsweise niedrig ist, kommt es mittels der Speisewasserleitung **20** zu einem Wärmeübergang von dem Kühlmittel über die Speisewasserlei-

tung 20 auf das Speisewasser, das letztlich die Wärmeenergie von dem Werkzeugantriebsmodul 14 abführt. Das abgekühlte Kühlmittel ist sodann wieder in der Lage, in der Kühleinrichtung 17 Wärmeenergie von dem Antriebsfluid des Werkzeugantriebs 6 aufzunehmen.

[0048] Im Zuge eines Betriebs des Werkzeugantriebsmoduls 14 innerhalb des Containers 12 ist es besonders einfach, die Kühlung des Antriebsfluids des Werkzeugantriebs 6 mittels der fest in dem Container 12 eingebauten Kühleinrichtung 10 vorzunehmen. Hierfür ist es lediglich erforderlich, Kühlmittelleitungen der Kühleinrichtung 10 beispielsweise an die Kühleinrichtung 17 des Werkzeugantriebsmoduls 14 anzuschließen, insbesondere mittels Schnellkupplungen, die an einen dafür vorgesehenen Anschluss 26 angeschlossen werden können. Ein Überschuss an Wärmeenergie des Kühlmittels des Werkzeugantriebsmoduls 14 kann sodann mittels der in dem gezeigten Beispiel als Luft-Flüssigkeit-Wärmeübertrager ausgebildeten Kühleinrichtung 10 abgeführt werden.

[0049] Eine Verbindung des Werkzeugantriebsmoduls 14 mit dem Container 12 erfolgt in dem gezeigten Beispiel gemäß **Figur 1** lediglich noch mittels eines Leitungsstrangs 24. Dieser umfasst hier insbesondere eine Datenleitung, mittels derer Steuerungssignale der Steuerungseinrichtung 11 an die Steuereinheit 16 übergeben werden können, sowie zwei elektrische Leitungen. Erstere dient der Versorgung der Steuereinheit 16 mit elektrischem Strom, wobei der Steuereinheit 16 eine Spannung von 400 V zur Verfügung gestellt wird. Die dritte Leitung dient der Versorgung des Werkzeugantriebs 6 mit elektrischem Strom, wobei aufgrund der vergleichsweise hohen Leistung, die der Werkzeugantrieb 6 bzw. dessen Elektromotor bedarf, zur Vermeidung von Leistungsverlusten ein höheres Spannungsniveau von hier 960 V verwendet wird. Ein entsprechender Transformator 27, der die von außen zur Verfügung gestellte Eingangsspannung von 400 V auf das genannte Niveau von 960 V hochtransformiert, ist dauerhaft in diesem Container 12 verbaut.

[0050] Alternativ ist es ebenso denkbar, einen Transformator als Teil des Werkzeugantriebsmoduls 14 auszubilden, wobei dieser Transformator dazu geeignet wäre, ein hohes Spannungsniveau, beispielsweise ein solches von 960 V, auf ein niedrigeres Spannungsniveau, insbesondere ein solches von 400 V, zu transformieren. Die Versorgung der Steuereinheit 16 könnte somit unmittelbar auf den Werkzeugantriebsmodul 14 erfolgen, sodass insgesamt das Werkzeugantriebsmodul 14 lediglich noch eine einzige elektrische Leitung zur Versorgung desselben mit elektrischem Strom benötigen würde.

[0051] Das Werkzeugantriebsmodul 14, insbesondere dessen Trageinheit 15, ist derart ausgebildet, dass das Werkzeugantriebsmodul 14 in seiner Gesamtheit sowie umbaufrei in den Container 12 eingesetzt bzw. aus diesem entnommen werden kann. Der Container 12 verfügt hierzu vorzugsweise über eine entsprechende Aufnahme. Ein Zustand, bei dem das Werkzeugantriebsmodul

14 innerhalb des Containers 12 angeordnet ist ("Containerbetrieb"), ist insbesondere **Figur 2** zu entnehmen. Da sämtliche Komponenten des Werkzeugantriebsmoduls 14 in dem gezeigten Beispiel an jeweils für sie vorgesehenen Stellen auf der Trageinheit 15 angeordnet sind, ergibt es sich, dass die einzelnen Komponenten im Zuge des Einsetzens bzw. Entnehmens des Werkzeugantriebsmoduls 14 in bzw. aus dem Container 12 ihre Relativpositionen zueinander nicht verändern. In jedem Fall ist das Werkzeugantriebsmodul 14 derart ausgebildet, dass eine Wirkverbindung zumindest zwischen dem Werkzeugantrieb 6 sowie dem ihm zugeordneten Fluidtank 13 durchgehend bestehen bleiben kann.

[0052] Eine Betriebsweise der erfindungsgemäßen Betriebseinrichtung 1 in der in **Figur 2** gezeigten Art, in der das Werkzeugantriebsmodul 14 durchgängig innerhalb des Containers 12 angeordnet ist, kann insbesondere im Zuge der Herstellung kurzer Tunnel 3 angewendet werden. Solche Tunnel sind derart kurz, dass eine maximal notwendige Länge von Hydraulikleitungen 25, die den Werkzeugantrieb 6 mit dem Abbauwerkzeug 7 der zugehörigen Tunnelbohrvorrichtung 2 verbinden, einen jeweiligen Grenzwert nicht überschreiten, der zu zu hohen Reibungsverlusten innerhalb der Hydraulikleitungen 25 führen würde. Mithin ist in solchen Situationen ein Einführen des Werkzeugantriebsmoduls 14 in den Tunnel 3 in der in **Figur 1** gezeigten Weise nicht erforderlich.

[0053] Die erfindungsgemäße Betriebseinrichtung 1 kann demzufolge sowohl in einem "Containerbetrieb" (**Figur 2**) als auch in einem "Tunnelbetrieb" (**Figur 1**) betrieben werden, wobei ein Wechsel zwischen diesen beiden Betriebsarten aufgrund der einheitlichen Ausbildung des Werkzeugantriebsmoduls 14 mit seiner Trageinheit 15 sowie der Abstimmung der Bauform des Werkzeugantriebsmoduls 14 sowie einer komplementären Aufnahme in dem Container 12 besonders einfach und zügig möglich ist. Ein Vorhalten eines bekannten Tunnelaggregats für die Erstellung langer Tunnel ist demzufolge mittels der erfindungsgemäßen Betriebseinrichtung 1 nicht länger erforderlich. Bei der Erstellung eines kurzen Tunnels ist es zudem nicht erforderlich, ein jeweiliges separates Tunnelaggregat, wie es im Stand der Technik bekannt ist, außerhalb einer schützenden Hülle, beispielsweise einem Container, zu lagern und den jeweiligen Witterungsbedingungen sowie Schmutzbelastungen einer typischen Baustelle auszusetzen. Weiterhin können zusätzliche Kosten vermieden werden, die ansonsten in aller Regel von den typischerweise öffentlichen Auftraggebern und somit letztlich von der Allgemeinheit zu tragen sind. Stattdessen kann das Werkzeugantriebsmodul 14 der erfindungsgemäßen Betriebseinrichtung 1 ohne Weiteres in den Container 12 eingesetzt werden und ist somit vor äußeren Einflüssen geschützt.

[0054] Es versteht sich, dass die vorstehend im Zusammenhang mit dem Ausführungsbeispiel beschriebenen Merkmale grundsätzlich unabhängig voneinander wirken können und somit nicht zwingend auf die in dem

Ausführungsbeispiel dargelegte Merkmalskombination angewiesen sind.

Bezugszeichenliste

[0055]

1	Betriebseinrichtung
2	Tunnelbohrvorrichtung
3	Tunnel
4	Boden
5	Vorschubantrieb
6	Werkzeugantrieb
7	Abbauwerkzeug
8	Fluidtank
9	Filtriereinrichtung
10	Kühleinrichtung
11	Steuerungseinrichtung
12	Container
13	Fluidtank
14	Werkzeugantriebsmodul
15	Trageinheit
16	Steuereinheit
17	Kühleinrichtung
18	Filtriereinrichtung
19	Traghaken
20	Speisewasserleitung
21	Kühlmittelpumpe
22	Rohrsegment
23	Startschacht
24	Leitungsstrang
25	Hydraulikleitung
26	Anschluss
27	Transformator

Patentansprüche

1. Betriebseinrichtung (1) zum Betrieb einer Tunnelbohrvorrichtung (2) zur Einbringung eines Tunnels (3) in einen Boden (4), umfassend
 - einen Vorschubantrieb (5), mittels dessen die Tunnelbohrvorrichtung (2) in dem Boden (4) vorschubbbar ist,
 - einen Werkzeugantrieb (6), mittels dessen ein Abbauwerkzeug (7) der Tunnelbohrvorrichtung (2) derart antreibbar ist, dass ein sukzessiver Abtrag des Bodens (4) möglich ist,
 - mindestens einen Fluidtank (8) zur Vorhaltung eines Antriebsfluids,
 - mindestens eine Filtriereinrichtung (9) zur Filtration von Antriebsfluid,
 - mindestens eine Kühleinrichtung (10) zur Kühlung von Antriebsfluid, sowie
 - mindestens eine Steuerungseinrichtung (11), mittels derer der Vorschubantrieb (5) und/oder der Werkzeugantrieb (6) ansteuerbar ist bzw.

sind,

wobei zumindest der Vorschubantrieb (5) sowie der Werkzeugantrieb (6) gemeinsam in einem Container (12) anordnenbar sind,

gekennzeichnet durch

einen zweiten Fluidtank (13), wobei der eine Fluidtank (8) dem Vorschubantrieb (5) und der andere Fluidtank (13) dem Werkzeugantrieb (6) zugeordnet sind, sodass der Vorschubantrieb (5) und der Werkzeugantrieb (6) mit separaten Fluidtanks (8, 13) zusammenwirken,

wobei der Werkzeugantrieb (6) gemeinsam zumindest mit dem ihm zugeordneten Fluidtank (13) ein Werkzeugantriebsmodul (14) bildet, das derart aus dem Container (12) entnehmbar ist, dass eine Wirkverbindung zwischen dem Werkzeugantrieb (6) und dem ihm zugeordneten Fluidtank (13) durchgehend bestehen bleibt.

2. Betriebseinrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkzeugantriebsmodul (14) derart aus dem Container (12) entnehmbar ist, dass Relativpositionen zumindest des Werkzeugantriebs (6) und des ihm zugeordneten Fluidtanks (13), vorzugsweise Relativpositionen sämtlicher Komponenten des Werkzeugantriebsmoduls (14), im Zuge der Entnahme unverändert bleiben.

3. Betriebseinrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkzeugantriebsmodul (14) eine Trageinheit (15) umfasst, auf der zumindest der Werkzeugantrieb (6) und der ihm zugeordnete Fluidtank (13), vorzugsweise sämtliche Komponenten des Werkzeugantriebsmoduls (14), angeordnet sind.

4. Betriebseinrichtung (1) nach Anspruch 3, **gekennzeichnet durch** eine in dem Container (12) ausgebildete Aufnahme für das Werkzeugantriebsmodul (14), die derart auf die Trageinheit (15) abgestimmt ist, dass die Trageinheit (15) umbaufrei in bzw. an der Aufnahme montierbar sowie umbaufrei wieder von der Aufnahme demontierbar ist.

5. Betriebseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** eine Steuereinheit (16), die dem Werkzeugantrieb (6) zugeordnet sowie vorzugsweise eine Komponente des Werkzeugantriebsmoduls (14) ist, wobei die Steuereinheit (16) jeweils eine Verbindung sowohl mit der Steuerungseinrichtung (11) als auch mit dem Werkzeugantrieb (6) aufweist, sodass die Steuereinheit (16) dazu geeignet ist, Steuersignale der Steuerungseinrichtung (11) zu empfangen und den Werkzeugantrieb (6) entsprechend den von der Steuerungseinrichtung (11) empfangenen Steuersignalen elektrisch anzusteuern.

6. Betriebseinrichtung (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (16) mit maximal drei Eingangsleitungen, vorzugsweise maximal zwei Eingangsleitungen, in Wirkverbindung steht, nämlich mit mindestens einer Datenleitung zur Verbindung der Steuereinheit (16) mit der Steuerungseinrichtung (11) sowie mindestens einer Elektroleitung zur Versorgung der Steuereinheit (16) mit elektrischer Energie.
7. Betriebseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **gekennzeichnet durch** eine zweite, dem Werkzeugantrieb (6) zugeordnete Kühleinrichtung (17), die vorzugsweise eine Komponente des Werkzeugantriebsmoduls (14) ist.
8. Betriebseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **gekennzeichnet durch** eine zweite, dem Werkzeugantrieb (6) zugeordnete Filtriereinrichtung (18), die unmittelbar strömungstechnisch mit dem dem Werkzeugantrieb (6) zugeordneten Fluidtank (13) verbunden ist, wobei die zweite Filtriereinrichtung (18) vorzugsweise eine Komponente des Werkzeugantriebsmoduls (14) ist.
9. Betriebseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **gekennzeichnet durch** mindestens einen Transformator, der zumindest dem Werkzeugantrieb (6), vorzugsweise nur dem Werkzeugantrieb (6), zugeordnet ist, wobei der Transformator vorzugsweise eine Ausgangsspannung von 960 V bereitstellt.
10. Verfahren zur Herstellung eines Tunnels (3) in einem Boden (4) mittels einer Tunnelbohrvorrichtung (2), umfassend die folgenden Verfahrensschritte:
- a) Ein Werkzeugantriebsmodul (14), das zumindest einen Werkzeugantrieb (6) sowie einen mit dem Werkzeugantrieb (6) zusammenwirkenden Fluidtank (13) umfasst, wird aus einem Container (12) entnommen, der neben dem Werkzeugantrieb (6) ferner einen Vorschubantrieb (5) beinhaltet, mittels dessen die Tunnelbohrvorrichtung (2) in dem Boden (4) vorschiebbar ist.
 - b) Das Werkzeugantriebsmodul (14) wird in den im Entstehen begriffenen Tunnel (3) eingeführt.
 - c) Das Werkzeugantriebsmodul (14) wird während eines Tunnelvortriebs hinter einem Abbauwerkzeug (7) her geführt.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkzeugantriebsmodul (14) in einem Zeitraum nach einer Fertigstellung eines jeweiligen Tunnels (3) sowie vor einer Erstellung eines weiteren Tunnels (3) wieder in den Container (12) eingesetzt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Antriebsfluid des Werkzeugantriebs (6) während eines Anfahrzeitraums, innerhalb dessen ein Anfangsabschnitt des zu erstellenden Tunnels (3) hergestellt wird, mittels einer ersten, fest in dem Container (12) verbauten Kühleinrichtung (10) und während eines zeitlich nach dem Anfahrzeitraum gelegenen Vortriebszeitraums, in dem das Werkzeugantriebsmodul (14) hinter dem Abbauwerkzeug (7) her geführt wird, mittels einer zweiten, an dem Werkzeugantriebsmodul (14) angeordneten Kühleinrichtung (17) gekühlt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Antriebsfluid des Werkzeugantriebs (6) während des Anfahrzeitraums zumindest mittelbar, vorzugsweise unmittelbar, mittels eines Luft-Flüssigkeit-Wärmeübertragers und während des Vortriebszeitraums, vorzugsweise mittelbar, mittels eines Antriebsfluids der Tunnelbohrvorrichtung (2) gekühlt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkzeugantriebsmodul (14) nach Fertigstellung einer jeweiligen Tunnelbaustelle wieder in den Container (12) eingesetzt wird, wobei vorzugsweise der Vorschubantrieb (5) sowie der Werkzeugantrieb (6) gemeinsam in dem Container (12) befindlich von einem Aufstellort des Containers (12) entfernt werden.
15. Verfahren zur Herstellung eines Tunnels (3) in einem Boden (4) unter Verwendung einer Betriebseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkzeugantriebsmodul (14) in dem Container (12) befindlich betrieben wird.

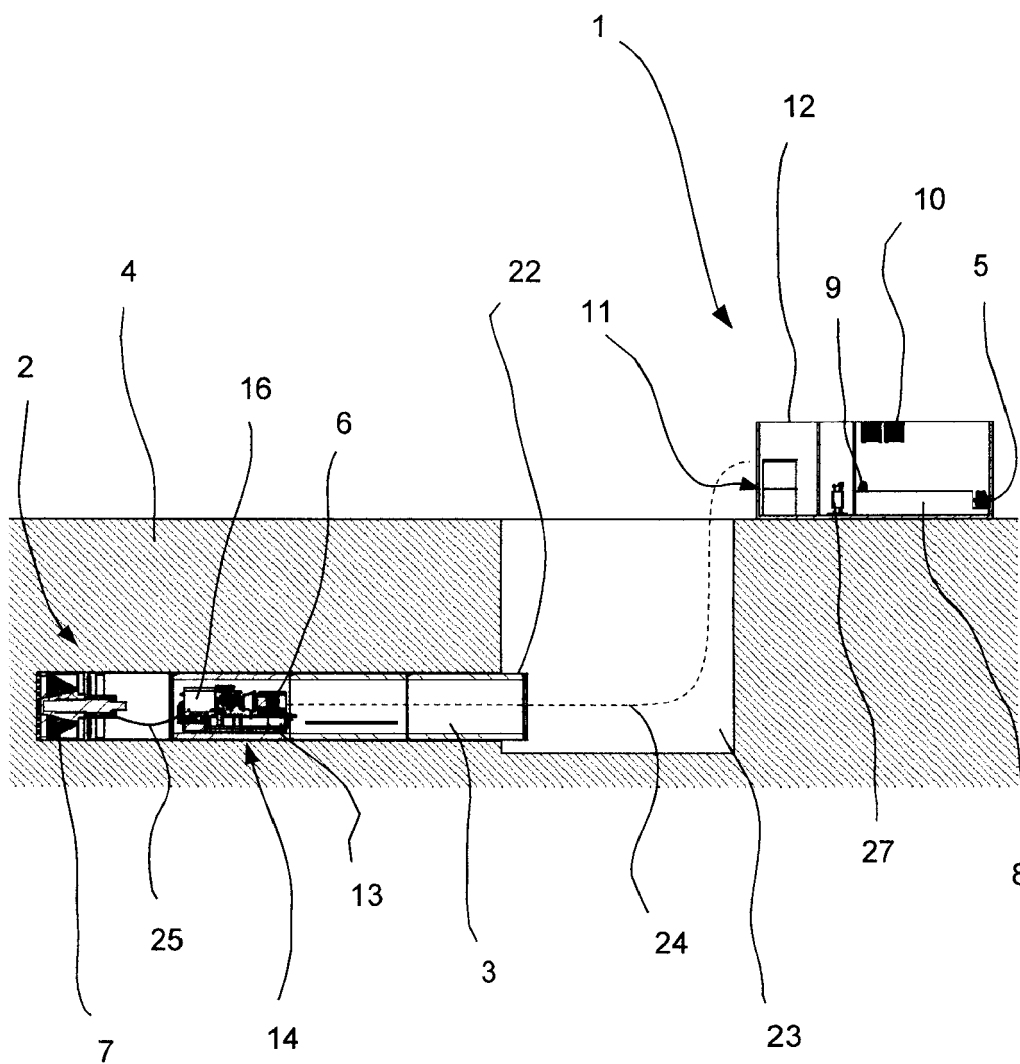


Fig. 1

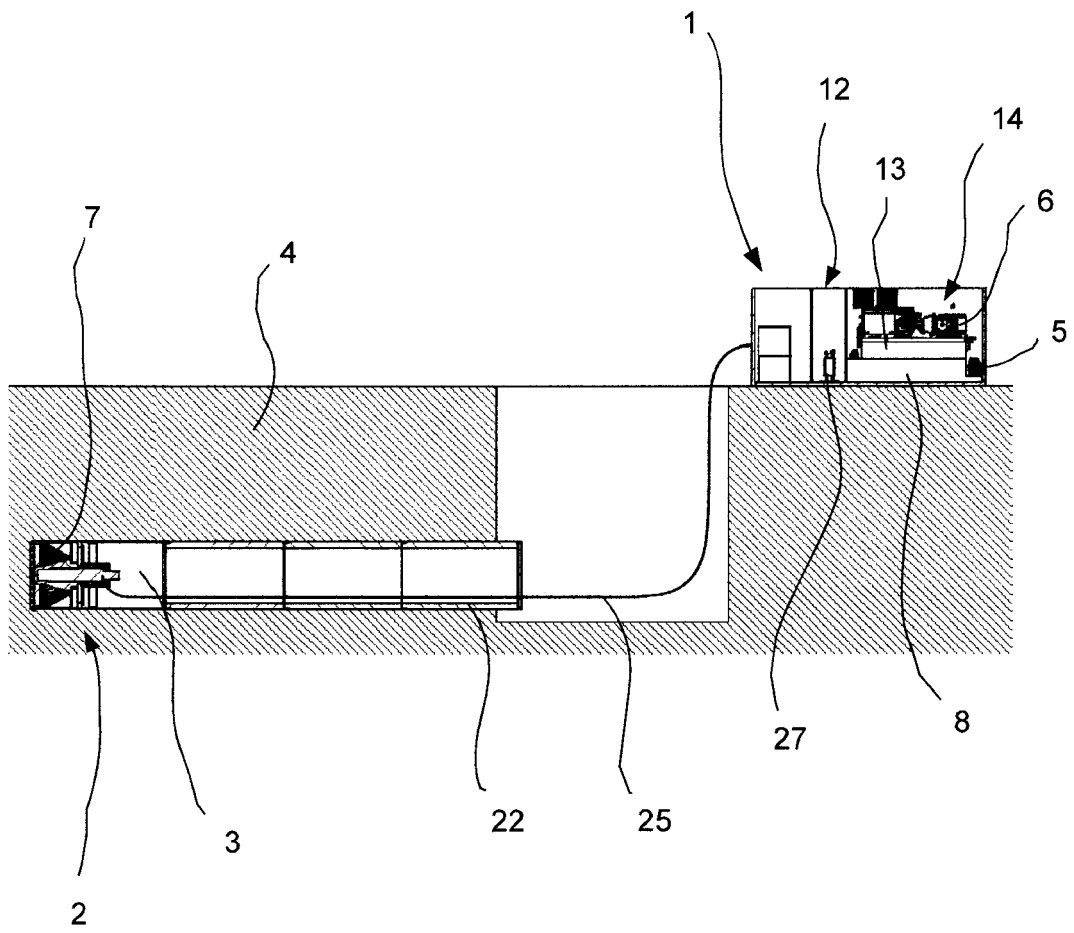


Fig. 2

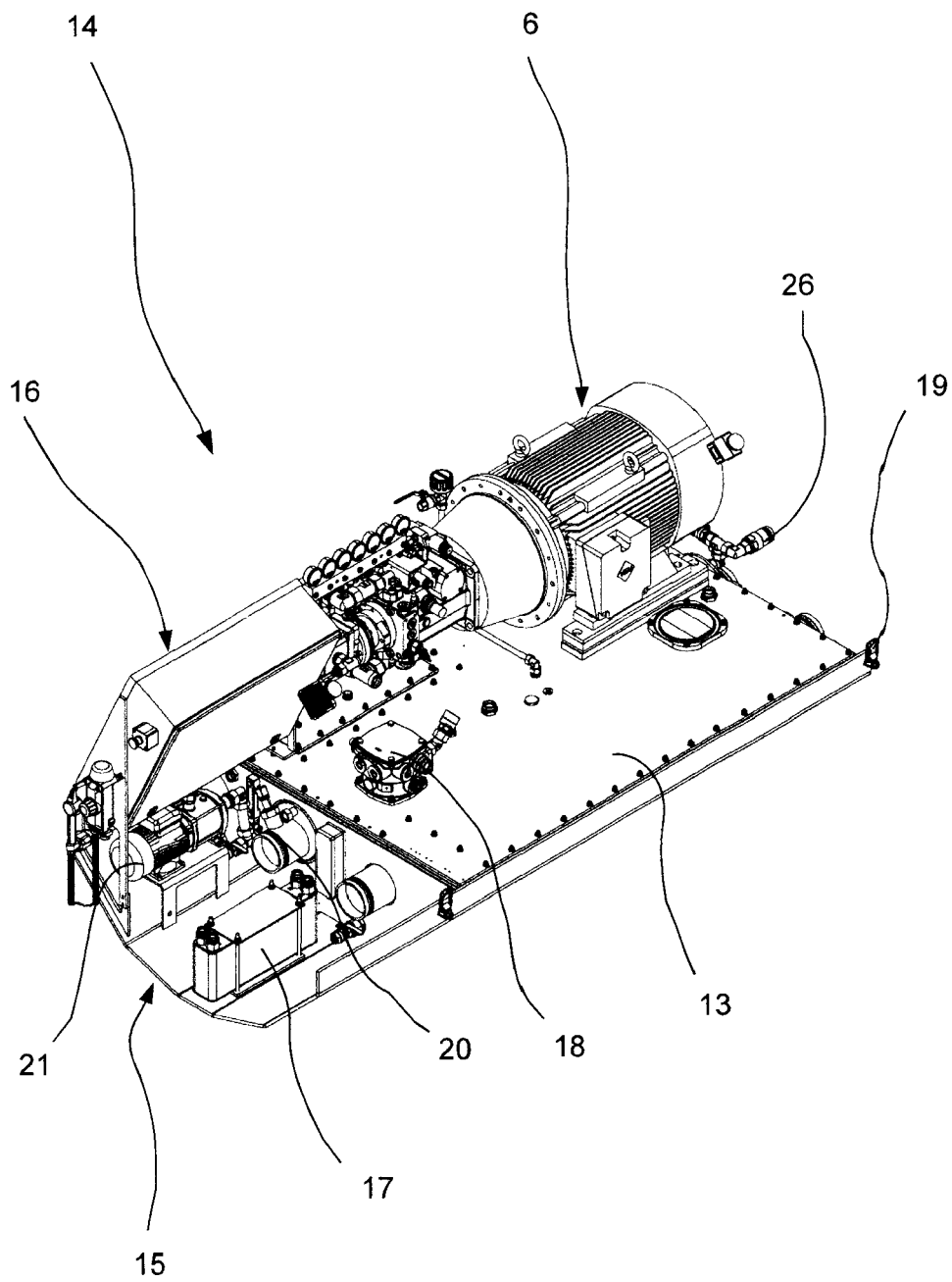


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 17 3881

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 445 137 A (LAUBER ERNST) 20. Mai 1969 (1969-05-20)	10,11,15	INV. E21D9/10
A	* Zusammenfassung * * Abbildungen 1-2 * * Spalte 3, Zeile 63 - Zeile 66 * * Spalte 4, Zeile 11 - Zeile 16 * * Spalte 4, Zeile 44 - Zeile 55 * * Spalte 5, Zeile 5 - Zeile 25 *	1-9, 12-14	
A	US 2010/148566 A1 (HOME LOK [US] ET AL) 17. Juni 2010 (2010-06-17) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-2,6-15 * * Absatz [0102] - Absatz [0104] *	1-15	
A	JP 2008 169683 A (OHBAYASHI CORP) 24. Juli 2008 (2008-07-24) * Zusammenfassung * * Abbildung 19 * * Absatz [0109] - Absatz [0110] *	1-15	
A	JP H10 220173 A (FUSO GIKEN KK) 18. August 1998 (1998-08-18) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E21D E21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 5. Oktober 2018	Prüfer Hustedt, Bernhard
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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 18 17 3881

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.

05-10-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 3445137	A	20-05-1969	AT	271551 B	10-06-1969
				BE	695434 A	14-08-1967
				CH	448155 A	15-12-1967
15				CS	150179 B2	04-09-1973
				DE	1534649 A1	27-02-1969
				ES	339093 A1	16-05-1968
				FR	1514566 A	23-02-1968
				GB	1171192 A	19-11-1969
20				US	3445137 A	20-05-1969
	US 2010148566	A1	17-06-2010	US	2010148566 A1	17-06-2010
				WO	2010078033 A2	08-07-2010
	JP 2008169683	A	24-07-2008	JP	4990042 B2	01-08-2012
25				JP	2008169683 A	24-07-2008
	JP H10220173	A	18-08-1998	KEINE		

EPO FORM P0461

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