

(21) Anmeldenummer: A 1354/2011  
(22) Anmeldetag: 20.09.2011  
(45) Veröffentlicht am: 15.10.2012

(51) Int. Cl. : **E21D 9/06** (2006.01)

(73) Patentinhaber:  
ILF BERATENDE INGENIEURE ZT  
GESELLSCHAFT MBH  
6063 RUM (AT)

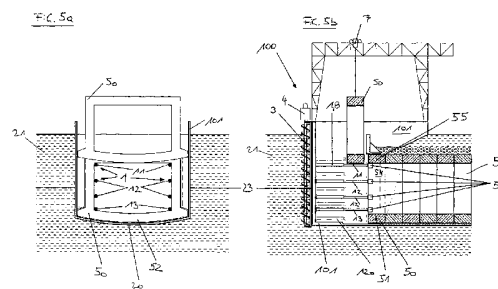
(72) Erfinder:  
STARJAKOB FRANZ  
GRINS 6C (AT)

(54) **SCHILDVORTRIEBSVORRICHTUNG**

(57) Schildvortriebsvorrichtung (100) zur Herstellung eines Tunnels (5) in offener Bauweise in einer Baugrube (20), mit:

- einem Schild (101), wobei der Schild (101) ein einem Boden der Baugrube (20) zugewandten Unterteil (110), zwei den beiden Seitenwänden der Baugrube (20) zugewandten Seitenteilen (111) und einen einer Ortsbrust (22) der Baugrube (20) zugewandten Vorderteil (112) aufweist,
- einer Vortriebsvorrichtung (102) mit einem - insbesondere hydraulischen Antrieb zum Vortreiben der Schildvortriebsvorrichtung (100), wobei sich die Vortriebsvorrichtung (102) mit einer Abstützvorrichtung (120) an einem in der Baugrube (20) verbautem Tunnelsegment (50) an dessen Stirnseite (52) abstützt,

wobei eine weitere Abstützvorrichtung (1) vorgesehen ist, die die Schildvortriebsvorrichtung (100) am verbauten Tunnelsegment (50) außerhalb von dessen Stirnseite (52) abstützt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Schildvortriebsvorrichtung zur Herstellung eines Tunnels in offener Bauweise in einer Baugrube, mit

**[0002]** - einem Schild, wobei der Schild ein einem Boden der Baugrube zugewandten Unter- teil, zwei den beiden Seitenwänden der Baugrube zugewandten Seitenteilen und ei- nen einer Ortsbrust der Baugrube zugewandten Vorderteil aufweist,

**[0003]** - einer Vortriebsvorrichtung mit einem - insbesondere hydraulischen - Antrieb zum Vortreiben der Schildvortriebsvorrichtung, wobei sich die Vortriebsvorrichtung mit ei- ner Abstützvorrichtung an einem in der Baugrube verbauten Tunnelsegment an des- sen Stirnseite abstützt.

**[0004]** Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Tunnels in offener Bauweise, wobei an einer Ortsbrust nach und nach abgegraben wird und das Bodenmaterial nach oben ausgetragen wird, und in der korrespondierend zum Aushub vorgefertigte Tun- nelsegmente aneinandergereiht werden, wobei jedes Tunnelsegment von oben abgesenkt wird, wobei auf Tunnelniveau eine Schildvortriebsvorrichtung vorgesehen ist die sich jeweils gegen das letzte Tunnelsegment abstützt, wobei in einem Schritt ein Vorschub der Schildvortriebsvor- richtung über mindestens eine Tunnelsegmentlänge durch eine Abstützvorrichtung zwischen der Schildvortriebsvorrichtung und einer Stirnseite des Tunnelsegments bewirkt wird.

**[0005]** Schildvortriebsvorrichtungen zur Herstellung eines Tunnels in offener Bauweise in einer Baugrube sind aus dem Stande der Technik heraus bereits bekannt. So zeigt etwa die JP 2006- 169909 A vom 29. Juni 2006 eine solche Schildvortriebsvorrichtung. Mithilfe von Schaufelbag- gern wird dabei an der offenen Ortsbrust der Baugrube das Bodenmaterial ausgehoben. An- schließend wird über eine Vortriebsvorrichtung die Schildvortriebsvorrichtung verschoben, wobei sich die Abstützvorrichtung der Vortriebsvorrichtung an den bereits verbauten Tun- nelsegmenten abstützt. Nach erfolgtem Vorschub der Schildvortriebsvorrichtung wird die Ab- stützvorrichtung der Vortriebsvorrichtung eingefahren, wodurch es ermöglicht wird, dass ein weiteres Tunnelsegment in die Baugrube abgelassen werden und an ein bereits verbautes Tunnelsegment angeschlossen werden kann. Von diesem eingebrachten Tunnelsegment kann sich dann anschließend die Abstützvorrichtung der Vortriebsvorrichtung wieder erneut abstüt- zen und somit einen weiteren Vorschub der Schildvortriebsvorrichtung bewirken.

**[0006]** Ebenfalls werden entsprechend dem Stand der Technik für die Herstellung von Tunnel- röhren in offener Bauweise Baugruben ausgehoben und deren Wände und die Sohle abhängig von den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen temporär gesichert. Der Boden innerhalb der Baugrubensicherung wird ausgehoben, anstehendes Wasser wird entsorgt, die Tunnelröhre errichtet und anschließend hinterfüllt und überschüttet. Teile von Baugrubensiche- rungen werden - insbesondere im Raum direkt unter der Geländekante - abhängig von deren Störmwirkung entfernt.

**[0007]** Nachteilig bei dieser Baumethode nach dem Stand der Technik sind:

**[0008]** - Die Aufwendungen für die Baugrubensicherungen

**[0009]** - Die Störmwirkung der im Boden verbleibenden Baugrubensicherungen bezogen auf die Grundwasserströmung

**[0010]** - Die Störmwirkung der im Boden verbleibenden Baugrubensicherungen bezogen auf künftige Untertagebauwerke

**[0011]** - Lange Bauzeit und damit

**[0012]** - Langanhaltende nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt wie Lärm, Staub, Erschüt- terungen, Erscheinungsbild

**[0013]** - Langanhaltende Präsenz von Baurisiken

**[0014]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Schildvortriebsvorrichtung zur Herstellung eines Tunnels in offener Bauweise in einer Baugrube anzugeben.

**[0015]** Dies wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

**[0016]** Dadurch, dass eine weitere Abstützvorrichtung vorgesehen ist, die die Schildvortriebsvorrichtung am verbauten Tunnelsegment außerhalb von dessen Stirnseite abstützt, kann eine Abstützung der Schildvortriebsvorrichtung am letzten Tunnelsegment auch dann erfolgen, wenn die Abstützvorrichtung der Vortriebsvorrichtung sich nicht mehr am letzten Tunnelsegment abstützt.

**[0017]** Dadurch, dass sich die weitere Abstützvorrichtung außerhalb der Stirnseite des Tunnelsegments abstützt, kann ein weiteres Tunnelsegment an ein bereits verbautes Tunnelsegment angeordnet werden, ohne dass die weitere Abstützvorrichtung vom bereits verbauten Tunnelsegment vollständig gelöst werden müsste.

**[0018]** Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

**[0019]** Als besonders vorteilhaft hat es sich herausgestellt, wenn die weitere Abstützvorrichtung eine - vorzugsweise hydraulische - Antriebsvorrichtung zum Abstützen der Schildvortriebsvorrichtung am verbauten Tunnelsegment aufweist.

**[0020]** Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel kann vorgesehen sein, dass Stützelemente vorgesehen sind, an denen sich die weitere Abstützvorrichtung am verbauten Tunnelsegment abstützt, wobei die Stützelemente an einer Innenseite des Tunnelsegments lösbar befestigbar sind. Durch die Ausbildung der Stützelemente an einer Innenseite des Tunnelsegments können diese auf einfache Art und Weise im bereits bestehenden Tunnel verbaut bzw. befestigt und auch wieder abgenommen werden.

**[0021]** Weiters kann bevorzugt vorgesehen sein, dass die Stützelemente an einem Tunnelsegmentboden und/oder an Tunnelsegmentseitenwänden und/oder an einer Tunnelsegmentdecke an der Innenseite des Tunnelsegments lösbar befestigbar sind.

**[0022]** Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn die Antriebsvorrichtung der Abstützvorrichtung wenigstens zwei oder mehrere - vorzugsweise hydraulisch betätigbare - Abstützzylinder aufweist, wobei die Abstützzylinder mit den Stützelementen im verbauten Tunnelsegment korrespondieren.

**[0023]** Besonders bevorzugt kann vorgesehen sein, dass die weitere Abstützvorrichtung eine Ablaufsteuerung aufweist, die wenigstens zwei oder mehrere Abstützzylinder zeitlich nacheinander einfährt und ausfährt. Durch die Verwendung einer solchen Ablaufsteuerung, welche die Abstützzylinder nacheinander ein- und ausfährt, kann ein weiteres Tunnelsegment, welches in die Baugrube abgesenkt wird, an den Abstützzylindern vorbeibewegt werden, ohne dass dabei die Abstützung des bereits verbauten Tunnelsegments unterbrochen wird.

**[0024]** Als besonders vorteilhaft hat es sich dabei herausgestellt, wenn der Schild der Schildvortriebsvorrichtung im Wesentlichen vollständig wasserdicht ausgebildet ist. Durch die Ausgestaltung einer im Wesentlichen wasserdichten Wanne kann das Eindringen von Grundwasser in die Schildvortriebsvorrichtung verhindert werden.

**[0025]** Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel kann vorgesehen sein, dass die Schildvortriebsvorrichtung eine Abdichtvorrichtung aufweist, wobei die Abdichtvorrichtung den Schild und das verbaute Tunnelsegment zur Baugrube hin im Wesentlichen vollständig wasserdicht abdichtet. Durch eine Abdichtvorrichtung zwischen dem Schild und dem verbauten Tunnelsegment kann verhindert werden, dass Wasser in die Schildvortriebsvorrichtung und auch in den Tunnel eindringt.

**[0026]** Als vorteilhaft hat es sich weiters herausgestellt, wenn die Schildvortriebsvorrichtung eine Hubvorrichtung zum Absenken von Tunnelsegmenten in die Schildvortriebsvorrichtung

aufweist. Durch die Ausgestaltung einer Hubvorrichtung kann das Absenken vom Tunnelsegment durch die Schildvortriebsvorrichtung zügig erfolgen.

**[0027]** Als vorteilhaft hat es sich herausgestellt, wenn die Schildvortriebsvorrichtung eine Aushubvorrichtung zum Ausheben des Bodenmaterials an der Ortsbrust aufweist, wobei die Aushubvorrichtung an dem Vorderteil des Schildes montiert ist. Durch die Ausbildung einer Aushubvorrichtung, welche an dem Vorderteil des Schildes montiert ist, kann das Bodenmaterial an der Ortsbrust ausgehoben werden, ohne dass dazu weitere Maschinen wie etwa Bagger notwendig wären.

**[0028]** Konkret wird auch schutzbegehrt für ein Verfahren zur Herstellung eines Tunnels in offener Bauweise, wobei an einer Ortsbrust nach und nach abgegraben wird und das Material nach oben ausgetragen wird, und in der korrespondierend zum Aushub vorgefertigte Tunnelsegmente aneinandergereiht werden, wobei jedes Tunnelsegment von oben abgesenkt wird, wobei auf Tunnelniveau eine Schildvortriebsvorrichtung vorgesehen ist, die sich jeweils gegen das letzte Tunnelsegment abstützt, wobei in einem Schritt ein Vorschub der Schildvortriebsvorrichtung über mindestens eine Tunnelsegmentlänge durch eine Abstützvorrichtung zwischen der Schildvortriebsvorrichtung und einer Stirnseite des Tunnelsegments bewirkt wird, wobei

- [0029]** - in einem weiteren Schritt die Schildvortriebsvorrichtung durch Abstützzylinder einer weiteren Abstützvorrichtung vom letzten Tunnelsegment außerhalb dessen Stirnseite abgestützt wird, und
- [0030]** - in einem weiteren Schritt - nach erfolgter Beendigung der Abstützung der einen Abstützvorrichtung - die obersten Abstützzylinder der weiteren Abstützvorrichtung beim Absenken eines nächsten Tunnelsegments eingezogen werden, um die Passage eines Tunnelsegmentbodens zu ermöglichen, und
- [0031]** - in einem weiteren Schritt die obersten Abstützzylinder durch das nächste Tunnelsegment hindurch wieder in ihre Stützstellung ausgefahren werden, und
- [0032]** - in einem weiteren Schritt die nächst tieferen Abstützzylinder beim Absenken des Tunnelsegments eingezogen werden, um die Passage des Tunnelsegmentbodens zu ermöglichen, und
- [0033]** - in einem weiteren Schritt die nächst tieferen Abstützzylinder durch das nächste Tunnelsegment hindurch wieder in ihre Stützstellung ausgefahren werden, und
- [0034]** - gegebenenfalls die Wiederholung der beiden vorangegangenen Schritte bis sich das nächste Tunnelsegment fast vollständig abgesenkt hat, und
- [0035]** - in einem weiteren Schritt die untersten Abstützzylinder der weiteren Abstützvorrichtung eingezogen werden, um die Passage des Tunnelsegmentbodens zu ermöglichen,
- [0036]** - in einem weiteren Schritt die eine Abstützvorrichtung am neu abgesenkten Tunnelsegment angesetzt wird, um zuerst dieses Tunnelsegment an dem zuvor abgesenkten Tunnelsegment anzureihen und um anschließend die Schildvortriebsvorrichtung für den nächsten Vorschub über mindestens eine Tunnelsegmentlänge zu beaufschlagen.

**[0037]** Weitere Einzelheiten und Vorteile der weiteren Erfindung werden anhand der Figurenbeschreibung unter Bezugnahme auf die, in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele im Folgenden näher erläutert.

**[0038]** Darin zeigt:

**[0039]** Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer Schildvortriebsvorrichtung

**[0040]** Fig. 2a einen Schnitt einer Vorderansicht einer Schildvortriebsvorrichtung mit daran angeordnetem Tunnelsegment

- [0041] Fig. 2b einen Schnitt durch eine Seitenansicht einer Schildvortriebsvorrichtung mit einer Aushubvorrichtung und einer Abstützvorrichtung
- [0042] Fig. 3a eine Darstellung wie in Fig. 2b
- [0043] Fig. 3b eine Darstellung wie in Fig. 2b mit ausgehobener Aushubvorrichtung
- [0044] Fig. 4 eine Ansicht von oben auf eine Schildvortriebsvorrichtung mit einer Abstützvorrichtung, einer weiteren Abstützvorrichtung und einer Aushubvorrichtung
- [0045] Fig. 5a einen Schnitt durch eine Vorderansicht einer Schildvortriebsvorrichtung mit einem teilweise in die Vortriebsvorrichtung abgesenkten Tunnelsegment
- [0046] Fig. 5b einen Schnitt durch eine Seitenansicht einer Schildvortriebsvorrichtung mit teilweise abgesenkten Tunnelsegment
- [0047] Fig. 6a eine Schnittdarstellung wie in Fig. 5a einem mit weiter abgesenkten Tunnelsegment
- [0048] Fig. 6b eine Darstellung wie in Fig. 5b mit einem weiter abgesenkten Tunnelsegment
- [0049] Fig. 7a eine Darstellung wie in Fig. 6a mit einem noch weiter abgesenkten Tunnelsegment
- [0050] Fig. 7b eine Darstellung wie in Fig. 6b mit einem noch weiter abgesenkten Tunnelsegment
- [0051] Fig. 8a eine Darstellung wie in Fig. 7a mit einem fast vollständig abgesenkten Tunnelsegment
- [0052] Fig. 8b eine Darstellung wie in Fig. 7b mit einem fast vollständig abgesenkten Tunnelsegment
- [0053] Fig. 9a eine Darstellung wie in Fig. 8a mit einem vollständig abgesenkten Tunnelsegment
- [0054] Fig. 9b eine Darstellung wie in Fig. 8b mit einem vollständig abgesenkten Tunnelsegment
- [0055] Fig. 10a eine Darstellung wie in Fig. 9a mit einem vollständig abgesenkten und am Tunnel angeordneten Tunnelsegment
- [0056] Fig. 10b eine Darstellung wie in Fig. 9b mit einem vollständig abgesenkten und am Tunnel angeordneten Tunnelsegment
- [0057] Fig. 11a einen Schnitt durch eine Seitenansicht einer Schildvortriebsvorrichtung mit einer alternativen Aushubvorrichtung und einer Abstützvorrichtung
- [0058] Fig. 11b ein weiterer Schnitt durch eine Seitenansicht einer Schildvortriebsvorrichtung wie in Fig. 11a
- [0059] Fig. 11c eine Vorderansicht einer Schildvortriebsvorrichtung mit einer alternativen Aushubvorrichtung
- [0060] Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Schildvortriebsvorrichtung 100 und einem daran angeordneten Tunnel 5.
- [0061] Die Schildvortriebsvorrichtung 100 weist dabei einen Schild 101 auf, welcher wiederum einen Unterteil 110, zwei Seitenteile 111 und einen Vorderteil 112 aufweist. Der Vorderteil 112 wiederum weist eine Außenseite 113 auf. An dieser Außenseite 113 ist die Aushubvorrichtung 2 montiert. Diese Aushubvorrichtung 2 erstreckt sich in diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen über die volle Breite und im Wesentlichen über die volle Höhe des Vorderteils 112 des Schildes 101. Dadurch wird es ermöglicht, dass die Aushubvorrichtung 2, welche als Fördervorrichtung 3, in diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel als Schneckenförderer 30 - ausgebildet ist, das hier nicht dargestellte Bodenmaterial 21 (siehe Figur 2b) an der Ortsbrust

22 der Baugrube 20 zu lösen und zu fördern.

**[0062]** Das Schild 101 der Schildvortriebsvorrichtung 100 ist in diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen vollständig wasserdicht ausgebildet, wodurch das Eindringen von Grundwasser verhindert werden kann. Der Tunnel 5, welcher durch die Schildvortriebsvorrichtung 100 errichtet wird, besteht aus einzelnen Tunnelsegmenten 50, welche durch die Schildvortriebsvorrichtung 100 aneinander gereiht werden. Ein Tunnelsegment 50 weist dabei jeweils eine Tunnelsegmentdecke 55 und gegenüberliegend einen Tunnelsegmentboden 51 auf. Verbunden sind diese über die beiden Tunnelsegmentseitenwände 54. Weiters weist das Tunnelsegment 50 zwei Stirnseiten 52 und 52' auf.

**[0063]** Zwischen der Schildvortriebsvorrichtung 100 und dem Tunnel 5 ist eine Abdichtvorrichtung 6 vorgesehen, welche ein Eindringen von Grundwasser zwischen dem Tunnel 5 und der Schildvortriebsvorrichtung 100 verhindern kann. Somit kann in diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel erzielt werden, dass die Errichtung eines Tunnels 5 mit einer Schildvortriebsvorrichtung 100 auch in einer Baugrube stattfinden kann, welche einen Grundwasserspiegel 23 (nicht dargestellt, siehe Figur 2b) aufweist, welcher höher als der Unterteil 110 des Schildes 101 der Schildvortriebsvorrichtung 100 liegt.

**[0064]** Figur 2a und Figur 2b zeigen eine Schildvortriebsvorrichtung 100 in einer Baugrube 20 und einen Tunnel 5 welcher durch die Schildvortriebsvorrichtung 100 errichtet wird.

**[0065]** Im Vorderteil 112 des Schildes 101 der Schildvortriebsvorrichtung 100 - genau genommen an dessen Außenseite 113 - ist die Aushubvorrichtung 2 montiert -welche in diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel als Fördervorrichtung 3 ausgebildet ist. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Fördervorrichtung 3 als Schneckenförderer 30 ausgebildet. Ebenso wäre es natürlich auch vorstellbar, dass die Fördervorrichtung 3 als Kettenförderer oder ähnliches ausgebildet wäre. Hierbei sei angemerkt, dass unter „Ausheben“ das Lösen und Fördern des Bodenmaterials 21 zu verstehen ist.

**[0066]** Die Fördervorrichtung 3 löst das Bodenmaterial 21 an der Ortsbrust 22 der Baugrube 20 aus und befördert es nach oben. Angetrieben wird dabei die Fördervorrichtung 3 durch die Antriebseinheit 4, welche in diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel über der Fördervorrichtung 3 ausgebildet ist.

**[0067]** Um einen Vortrieb zu erreichen, verfügt die Schildvortriebsvorrichtung 100 über eine Vortriebsvorrichtung 102, wobei sich die Vortriebsvorrichtung 102 mit ihrer Abstützvorrichtung 120 an einem in der Baugrube 20 verbauten Tunnelsegment 50 an dessen Stirnseite 52 abstützt. Die Abstützvorrichtung 120 weist dazu mehrere hydraulische Zylinder auf, welche von der Vortriebsvorrichtung 102 ausgefahren werden können und somit das Schild 101 bzw. die Schildvortriebsvorrichtung 100 verfahren.

**[0068]** Das Schild 101 der Schildvortriebsvorrichtung 100 weist einen Unterteil 110, einen Vorderteil 112, zwei Seitenteile 111 und eine Rückseite 114 mit einer Öffnung für Tunnelsegmente 50 auf, welche in diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel wasserdicht ausgebildet und wasserdicht aneinander befestigt sind. Diese ist besonders dann von Vorteil, wenn der Grundwasserspiegel 23 höher liegt als der Unterteil 110 des Schildes 101. Außerhalb des Schildes 101 ist dabei die der Fördervorrichtung 3 und deren Antriebseinheit 4 ausgebildet.

**[0069]** Weiters verfügt die Schildvortriebsvorrichtung 100 in diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel über eine Hubvorrichtung 7 um Tunnelemente 50 in die Baugrube 20 bzw. in die Schildvortriebsvorrichtung 100 abzusenken und um diese Tunnelsegmente 50 an den Tunnel 5 anzureihen und dort zu befestigen.

**[0070]** Die Abstützvorrichtung 120 stützt sich dabei mit ihren hydraulischen Zylindern an der Stirnseite 52 des Tunnelsegmentes 50 ab.

**[0071]** Wie in Figur 2b ersichtlich ist, verfügt die Schildvortriebsvorrichtung 100 darüber hinaus noch über eine weitere Abstützvorrichtung 1, welche in dieser Figur 2b nicht aktiv ist. Die Abstützvorrichtung 1 weist dabei eine in diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel hydraulische

Antriebsvorrichtung 8 auf, dazu mehr in der Figurenbeschreibung der Figur 5b.

**[0072]** Für die Figur 3a und 3b gilt im Wesentlichen das für die Figur 2b Erwähnte. In der Figur 3b ist ersichtlich, wie zur Wartung und Reparaturzwecken es vorgesehen ist, dass die Aushubvorrichtung 20 - welche in diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel als Fördervorrichtung 3 genau genommen als Schneckenförderer 30 ausgebildet ist - aus dem Bodenmaterial 21 nach oben hin ausgefahren werden kann. In dieser Position können einzelne Elemente der Aushubvorrichtung 2 ausgetauscht bzw. repariert werden, um anschließend die Aushubvorrichtung 2 wieder im Erdreich zu versenken.

**[0073]** Figur 4 zeigt eine Ansicht von oben auf eine Schildvortriebsvorrichtung 100 und darin angeordnetem Tunnelsegment 50, an welchem sich die Schildvortriebsvorrichtung 100 über eine Abstützvorrichtung 120 der Vortriebsvorrichtung 102 abstützt.

**[0074]** An der Außenseite 113 des Vorderteils 112 des Schildes 101 der Schildvortriebsvorrichtung 100 ist die Aushubvorrichtung 2 befestigt. Die Aushubvorrichtung 2 ist in diesem Ausführungsbeispiel als Fördervorrichtung 3 ausgebildet. Die Fördervorrichtung 3 weist dabei mehrere Förderschnecken 30 auf, welche bevorzugt im Wesentlichen vertikal angeordnet sind.

**[0075]** Die Fördervorrichtung 3 ist dabei im Wesentlichen vollständig über die gesamte Breite des Vorderteils 112 des Schildes 101 der Schildvortriebsvorrichtung 100 ausgebildet, wodurch gewährleistet werden kann, dass ein Aushub über die gesamte Breite der Schildvortriebsvorrichtung 100 stattfinden kann.

**[0076]** Weiters weist die Schildvortriebsvorrichtung 100 eine weitere Abstützvorrichtung 1 auf, welche eine Antriebsvorrichtung 8 aufweist, damit die Schildvortriebsvorrichtung 100 sich auch über die weitere Abstützvorrichtung 1 an einem verbauten Tunnelsegment 50 abstützen kann (siehe dazu Figurenbeschreibung der Figur 5a und 5b).

**[0077]** In dieser Darstellung der Figur 4 sind gut die einzelnen Teile des Schildes 101 der Schildvortriebsvorrichtung 100 erkennbar:

**[0078]** - der Unterteil 110,

**[0079]** - die beiden Seitenteile 111,

**[0080]** - der Vorderteil 112.

**[0081]** Die einzelnen Teile 110, 111, 112 sind im Wesentlichen vollständig wasserdicht ausgebildet, sowohl einzeln als auch zueinander, wodurch kein Grundwasser in die Schildvortriebsvorrichtung 100 durch den Schild 101 hindurch eindringen kann.

**[0082]** In den folgenden Figurenbeschreibungen der Figur 5a bis 10b wird nun ein Verfahren zur Herstellung eines Tunnels 5 in offener Bauweise geschildert, wobei an einer Ortsbrust 22 nach und nach abgegraben wird und das Bodenmaterial 21 nach oben ausgetragen wird, und in der korrespondierend zum Aushub vorgefertigte Tunnelsegmente 50 aneinandergereiht werden, wobei jedes Tunnelsegment 50 von oben abgesenkt wird, wobei auf Tunnelniveau eine Schildvortriebsvorrichtung 100 vorgesehen ist, die sich jeweils gegen das letzte Tunnelsegment 50 abstützt, wobei in einem Schritt ein Vorschub der Schildvortriebsvorrichtung 100 über mindestens eine Tunnelsegmentlänge durch eine Abstützvorrichtung 120 zwischen der Schildvortriebsvorrichtung 100 und einer Stirnseite 52 des Tunnelsegments 50 bewirkt wird, wobei

**[0083]** - in einem weiteren Schritt die Schildvortriebsvorrichtung 100 durch Abstützzylinder 11, 12, 13 einer weiteren Abstützvorrichtung 1 vom letzten Tunnelsegment 50 außerhalb dessen Stirnseite 52 abgestützt wird, und

**[0084]** - in einem weiteren Schritt - nach erfolgter Beendigung der Abstützung der einen Abstützvorrichtung 120 - die obersten Abstützzylinder 11 der weiteren Abstützvorrichtung 1 beim Absenken eines nächsten Tunnelsegments 50 eingezogen werden, um die Passage eines Tunnelsegmentbodens 51 zu ermöglichen, und

- [0085]** - in einem weiteren Schritt die obersten Abstützzylinder 11 durch das nächste Tunnelsegment 50 hindurch wieder in ihre Stützstellung ausgefahren werden, und
- [0086]** - in einem weiteren Schritt die nächst tieferen Abstützzylinder 12 beim Absenken des Tunnelsegments 50 eingezogen werden, um die Passage des Tunnelsegmentbodens 51 zu ermöglichen, und
- [0087]** - in einem weiteren Schritt die nächst tieferen Abstützzylinder 12 durch das nächste Tunnelsegment 50 hindurch wieder in ihre Stützstellung ausgefahren werden, und
- [0088]** - gegebenenfalls die Wiederholung der beiden vorangegangenen Schritte bis sich das nächste Tunnelsegment 50 fast vollständig abgesenkt hat, und
- [0089]** - in einem weiteren Schritt die untersten Abstützzylinder 13 der weiteren Abstützvorrichtung 1 eingezogen werden, um die Passage des Tunnelsegmentbodens 51 zu ermöglichen, und
- [0090]** - in einem weiteren Schritt die eine Abstützvorrichtung 120 am neu abgesenkten Tunnelsegment 50 angesetzt wird, um zuerst dieses Tunnelsegment 50 an dem zuvor abgesenkten Tunnelsegment 50 anzureihen und um anschließend die Schildvortriebsvorrichtung 100 für den nächsten Vorschub über mindestens eine Tunnelsegmentlänge zu beaufschlagen.

**[0091]** In den Figuren 5a und 5b ist eine Schildvortriebsvorrichtung 100 zur Herstellung eines Tunnels 5 in offener Bauweise in einer Baugrube 20 gezeigt, mit einem Schild 101, wobei der Schild 101 einen dem Boden der Baugrube 20 zugewandten Unterteil 110, zwei den beiden Seitenwänden der Baugrube 20 zugewandten Seitenteile 111 und einen der Ortsbrust 22 der Baugrube 20 zugewandten Vorderteil 112 aufweist und eine Vorzugsvorrichtung 102 mit einem - insbesondere hydraulischen - Antrieb zum Vortreiben der Schildvortriebsvorrichtung 100, wobei sich die Vortriebsvorrichtung 102 mit einer Abstützvorrichtung 120 an einem in der Baugrube 20 verbauten Tunnelsegment 50 an dessen Stirnseite 52 abstützt - wie dies in der Figur 2a und 2b beschrieben wurde.

**[0092]** In der Figur 5a und 5b nun hingegen stützt sich die Schildvortriebsvorrichtung 100 über eine weitere Abstützvorrichtung 1 am verbauten Tunnelsegment 50 ab und zwar außerhalb von der Stirnseite 52 des Tunnelsegmentes 50. Dadurch kann erreicht werden, dass ein weiteres Tunnelsegment 50 am bereits verbauten Tunnelsegmenten 50 angeordnet und befestigt werden kann, ohne dass dabei die Abstützung der Schildvortriebsvorrichtung 100 am verbauten Tunnelsegment 50 gänzlich aufgehoben werden müsste.

**[0093]** Die Abstützung durch die weitere Abstützvorrichtung 1 erfolgt dabei über einerseits hydraulisch betätigbare Abstützzylinder 11, 12 und 13 und andererseits über Stützelemente 53, welche im verbauten Tunnelsegment 50 lösbar befestigbar angeordnet sind.

**[0094]** In diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die Stützelemente 53 an den Tunnelsegmentseitenwänden 54 befestigt. Ebenso wäre es natürlich auch vorstellbar, die Stützelemente 53 an der Tunnelsegmentdecke 55 und/oder am Tunnelsegmentboden 51 zu befestigen. Weiters sind in diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel alle Stützelemente 53 an den Innenseiten des Tunnelsegments 50 lösbar befestigbar.

**[0095]** Wie in dieser Figur 5b dargestellt, wird für die nächsten Schritte die Fördervorrichtung 3 nicht benötigt. In den nächsten Arbeitsschritten wird ausschließlich ein neues Tunnelsegment 50 an den bereits bestehenden Tunnelsegmenten 50 bzw. dem Tunnel 5 angereiht.

**[0096]** Um ein weiteres Tunnelsegment 50 an der Abstützvorrichtung 1 der Schildvortriebsvorrichtung 100 passieren lassen zu können, weist die Abstützvorrichtung 1 eine Ablaufsteuerung auf, die die Abstützzylinder 11, 12 und 13 zeitlich nacheinander aus- bzw. einfährt.

**[0097]** In Figur 6a und Figur 6b ist dargestellt, wie die oberen Abstützzylinder 11 der weiteren Abstützvorrichtung 1 eingefahren worden sind, wodurch sich der Tunnelsegmentboden 51 des Tunnelsegmentes 50, welches soeben von der Hubvorrichtung 7 herabgelassen wird, an den



Abstützzylinder 11 vorbeisenken kann. Die übrigen Abstützzylinder 12 und 13 korrespondieren zu diesem Zeitpunkt immer noch mit den Abstützelementen 53 in den bereits verbauten Tunnelsegment 50 und stützen die Schildvortriebsvorrichtung 100 am Tunnel 5 ab, wobei die Abstützvorrichtung 120 eingefahren ist, die Abstützung erfolgt also nur über die Abstützzylinder 12 und 13.

**[0098]** Nachdem sich der Tunnelsegmentboden 51 vom Tunnelsegment 50 an den oberen Stützzylinder 11 vorbeigesenkt hat, können erneut die oberen Abstützzylinder 11 -wie dies in den Figuren 7a und 7b dargestellt ist - wieder ausgefahren werden und es kann wieder eine vollständige Abstützung der weiteren Abstützvorrichtung 1 gegen die Stützelemente 53 im bereits verbauten Tunnelsegment 50 erzielt werden.

**[0099]** Aus der Figur 7a ist gut ersichtlich, dass sich die weitere Abstützvorrichtung 1 mit ihren Abstützzylindern 11, 12 und 13 nicht an der Stirnseite 52 des Tunnelsegmentes 50 abstützt, sondern dass diese Abstützung außerhalb der Stirnseite 52 des Tunnelsegmentes 50 erfolgt.

**[00100]** In weiterer Folge werden nun die beiden oberen der mittleren Abstützzylinder 12 eingefahren, um das Passieren des Tunnelsegmentbodens 51 des Tunnelsegmentes 50 zu ermöglichen. Nachdem der Tunnelsegmentboden 51 die oberen der mittleren Abstützzylinder 12 passiert hat, werden diese Abstützzylinder 12 wieder ausgefahren und stützen sich wiederum an den Stützelementen 53 im Tunnelsegment 50 ab.

**[00101]** Anschließend werden die beiden unteren der mittleren Abstützzylinder 12 eingefahren, das Tunnelsegment 50 kann abgesenkt und an den eingefahrenen Abstützzylindern 12 mit ihren Tunnelsegmentboden 51 vorbeigesenkt werden und anschließend können die unteren der mittleren Abstützzylinder 12 wieder ausgefahren und eine Abstützung mit den korrespondierenden Abstützelementen 53 im bereits verbauten Tunnelsegment 50 erreicht werden.

**[00102]** In den Figuren 8a und 8b ist nun dargestellt, wie die beiden untersten Abstützzylinder 13 der weiteren Abstützvorrichtung 1 eingefahren sind und der Tunnelsegmentboden 51 des Tunnelsegmentes 50, welches gerade von der Hubvorrichtung 7 abgesenkt wird, an diesen unteren Abstützzylindern 13 sich vorbeibewegt. Währenddessen ist eine Abstützung über die oberen Abstützzylinder 11 und über die mittleren Abstützzylinder 12 gegeben. Nachdem das Tunnelsegment 50 sich mit seinem Tunnelsegmentboden 51 an den unteren Abstützzylindern 13 vorbeibewegt hat, können diese Abstützzylinder 13 wieder ausgefahren werden und sich somit wieder an den Stützelementen 53 im verbauten Tunnelsegment 50 abstützen, wie dies in der Figur 9b ersichtlich ist.

**[00103]** Nun kann die Vortriebsvorrichtung 102 bzw. deren Abstützvorrichtung 120 wiederum ausgefahren werden und das Tunnelsegment 50 - welches soeben von der Hubvorrichtung 7 in die Schildvortriebsvorrichtung 100 herabgelassen wurde - kann an dem bereits verbauten Tunnelsegment 50 des Tunnels 5 angeordnet werden und sich an diesem Tunnelsegment 50 abstützen.

**[00104]** Nachdem dies erfolgt ist (siehe Figur 10a und 10b), kann die Abstützung durch die weitere Abstützvorrichtung 1 aufgehoben werden, was dadurch passiert, dass die Abstützzylinder 11, 12 und 13 der weiteren Abstützvorrichtung 1 eingefahren werden - wie dies in den Figuren 10a und 10b dargestellt ist.

**[00105]** Nun erfolgt die Abstützung wiederum ausschließlich über die Abstützvorrichtung 120 der Vortriebsvorrichtung 102, wobei die Abstützvorrichtung 120 sich dabei an der Stirnseite 52 des letzten Tunnelsegmentes 50 des Tunnels 5 abstützt. Mit dieser Abstützung kann nun ein weiterer Vortrieb der Schildvortriebsvorrichtung 101 erfolgen, das heißt die Aushubvorrichtung 2 kann wiederum Bodenmaterial 21 ausheben und die Vortriebsvorrichtung 102 kann die Schildvortriebsvorrichtung 100 verschieben.

**[00106]** Während des gesamten Prozesses des Absenkens eines weiteren Tunnelsegmentes 50 und Anordnen des weiteren Tunnelsegmentes 50 an den Tunnel 5 wurde zu jeder Zeit eine Abstützung der Schildvortriebsvorrichtung 100 am Tunnel 5 aufrecht erhalten. Somit kann auch der Erd- und Wasserdruk, welcher durch das Bodenmaterial 21 an dem Schild 101 der Schild-

vortriebsvorrichtung 100 anliegt, während des gesamten Absenkvorganges eines neuen Tunnelsegmentes 50 durch die Hubvorrichtung 7 aufrechterhalten werden.

**[00107]** Speziell bei Böden, die einen hohen Grundwasserspiegel 23 aufweisen, ist dies von Vorteil. Dazu ist es weiters von Vorteil, wenn die Schildvortriebsvorrichtung 100 bzw. dessen Schild 101 im Wesentlichen vollständig wasserdicht ausgebildet ist und weiters eine Abdichtvorrichtung 6 (siehe Figur 1) vorgesehen ist, die den bereits bestehenden Tunnel 5 gegenüber dem Schild 101 der Schildvortriebsvorrichtung 100 abdichtet und somit ein Eindringen von Grundwasser verhindert.

**[00108]** Figur 11a, 11b und 11c zeigen Seitenansichten in Schnittdarstellung und eine Vorderansicht einer Schildvortriebsvorrichtung 100 mit einer Variante einer Aushubvorrichtung 2 bzw. Fördervorrichtung 3.

**[00109]** Der einzige Unterschied zu den vorangegangenen Schildvortriebsvorrichtungen 100 ist hier, dass eine andere Aushubvorrichtung 2 zum Einsatz kommt. Diese Aushubvorrichtung 2 ist ebenfalls wieder als Fördervorrichtung 3 ausgebildet - in diesem Fall aber nicht als Schneckenförderer 30, (siehe Figur 1 und Figur 2b) sondern als Kettenförderer 31. Dieser Kettenförderer 31 weist mehrere Förderketten 32 auf (siehe dazu Figur 11c). Diese Förderketten 32 weisen wiederum einerseits mehrere Fördertaschen 41 auf, mit denen das gelöste Bodenmaterial 21 nach oben befördert werden kann. Gelöst wird das Bodenmaterial 21 in diesem Ausführungsbeispiel durch Reißzähne 42. Für den Transport der Förderketten 32 des Kettenförderers 31 sind Zahn- und Stützräder 33 vorgesehen (siehe Figur 11b). Angetrieben wird der Kettenförderer 31 wiederum über die Antriebseinheit 4.

**[00110]** Für den Rest der Schildvortriebsvorrichtung 100 gilt sinngemäß alles bezüglich der Figur 1 bis Figur 10b Erwähnte.

**[00111]** Weitere Details und Bemerkungen zum Bau eines Tunnels 5 in offener Bauweise mit vorgefertigten Tunnelsegmenten 50 in einer Baugrube 20 in Bezug zu den Figuren:

**[00112]** Der Einsatz der Schildvortriebsvorrichtung 100 ist in Lockermaterial oder lockergesteinsähnlichem Fels, bei unterschiedlichen Grundwasserständen oder Wasserständen über Geländeoberkante und Überlagerungen über Tunnelfirste bis zum 1,5-fachen der lichten Tunnelhöhe vorgesehen.

**[00113]** Die lichten Abmessungen der Schildvortriebsvorrichtung 100 ergeben sich aus folgenden Aspekten:

**[00114]** - Die Breite resultiert aus der Tunnelsegmentbreite an der breitesten Stelle und dem erforderlichen Manipulationsraum für das Absenken und Montieren der Tunnelsegmente 50

**[00115]** - Die Länge resultiert aus der Tunnelsegmentlänge, der Situation des letzten versetzten Tunnelsegmentes 50 in Relation zur Hinterkante der Schildvortriebsvorrichtung 100, der Länge der Pressen zum Vorschieben der Schildvortriebsvorrichtung 100 und der Länge von eventuellen Pressen zum Vorschieben von Verbauplatten abhängig von der Methode des Lösens und Förderns des Bodenmaterials 21 vor der Schildvortriebsvorrichtung 100 und den erforderlichen Manipulationsräumen für die einzelnen Arbeitsschritte

**[00116]** - Die Höhe resultiert aus der Höhe des Sohlausbaues unter der Gradienten der Tunnelröhre 5 und der Höhe der Geländelinie oder des Wasserstandes über der Gradienten der Tunnelröhre 5. Zur Reduzierung der Höhe der Schildvortriebsvorrichtung 100 kann der Boden oberhalb einer definierten Parallelen zur Gradienten der Tunnelröhre vorgängig abgetragen werden

**[00117]** Die Dicke der Wände und der Sohle der Schildvortriebsvorrichtung 100 ergeben sich aus den Abmessungen in Verbindung mit den einwirkenden Kräften aus Erd- und Wasserdruck sowie den Lasten von Geräten, die an der Schildvortriebsvorrichtung 100 montiert sind oder auf die Schildvortriebsvorrichtung 100 einwirken.

**[00118]** Zur Reduzierung der Dicke der Sohle kann es zweckmäßig sein diese gewölbt auszuführen. Aus statischen Erwägungen kann es zweckmäßig sein, die Front der Schildvortriebsvorrichtung 100 mit einem Stich oder gewölbt auszuführen.

**[00119]** Um das Vorschieben der Schildvortriebsvorrichtung 100 - im Folgenden auch als mobile Baugrube bezeichnet - zu ermöglichen, wird der Boden 21 vor dem der Schildvortriebsvorrichtung 100 gelöst und entfernt. Der Aushub des Bodens 21 erfolgt abhängig von der Lösemethode abschnittsweise unmittelbar vor dem Vorschieben oder gleichzeitig mit dem Vorschieben der mobilen Baugrube.

**[00120]** Abhängig von den anstehenden Bodenverhältnissen und dem Vorhandensein von Wasser werden folgende Aushubmethoden angewendet:

**[00121]** - Lösen und ausheben des Bodens 21 mit Anwendung der Technologie von konventionellen Schlitzwandgreifern oder -fräsen mit Flüssigkeitsstützung nach Erfordernis. Die Schlitzbreite ist auf die Länge der Tunnelsegmente abzustimmen, z.B. gleiche Länge oder halbe Länge der Tunnelsegmente. Abhängig von den anstehenden Boden- und Wasserverhältnissen kann es erforderlich sein, den Schlitz nicht über die gesamte Baugrubenbreite herzustellen, sondern Teilschlitzte auszuheben, die mechanisch mit ausfahrbaren - beim Vorschieben rückziehbaren - Verbauplatten gestützt werden. Ein Arbeitszyklus beinhaltet die Vorgänge:

Schritt 1: Ausheben des Schlitzes vor der mobilen Baugrube, gleichzeitig erfolgt das Absenken eines Tunnelsegmentes 50 in die mobile Baugrube und Montage des Tunnelsegmentes 50

Schritt 2: Vorschieben der mobilen Baugrube, nach Erfordernis Auffangen der verdrängten Stützflüssigkeit.

**[00122]** - Lösen und fördern des Bodens 21 mit einer Anzahl von Schneckenbohrern 30, nebeneinander über die gesamte Breite vor der mobilen Baugrube montiert. Die Schnecken 30 werden in einem vorne offenen Gehäuse an den Enden gehalten und sind mit dem Gehäuse vertikal verschiebbar mit der Vorderseite 113 der mobilen Baugrube verbunden. Aus Dimensionierungsgründen kann es erforderlich sein, neben den Endhalterungen Zwischenstützungen der Schnecken 30 vorzusehen. Die Schneckenränder werden mit Verschleißstahl bestückt, der nach Erfordernis Hartlinge zerreiben kann. Im Schneckengehäuse werden nach Erfordernis Wasserleitungen und Düsen eingebaut, um Verklebungen an der Schnecke 30 / dem Gehäuse mit Hochdruck zu lösen und das vertikale Fördern zu erleichtern. Je nach Boden und Grundwasserstand kann eine nach oben zunehmende Ganghöhe der Schnecken 30 zweckmäßig sein.

Die Schnecken 30 werden am oberen Ende einzeln oder in Gruppen von Elektromotoren mit Lärmkapselung angetrieben. Für Wartungszwecke wird die Schnecke 30 mit dem Gehäuse entlang der Führungsschienen an der Frontseite 113 der mobilen Baugrube aus dem Boden gehoben - erforderlichenfalls unter Einbringung von Stützflüssigkeit von unten- und ein erneuertes Gerät wieder in den Boden abgesenkt.

Der mit den Schnecken 30 laufend geförderte Boden 21 wird mit mobilem Gerät oder mit stationären Kettenscrapern quer abgeschoben, geladen und abtransportiert.

Ein Arbeitszyklus beinhaltet die Vorgänge:

Schritt 1: Lösen und Fördern des Bodens 21 vor der mobilen Baugrube entsprechend der Länge eines Tunnelsegmentes 50, gleichzeitig erfolgt das Vorschieben der mobilen Baugrube

Schritt 2: Absenken eines Tunnelsegmentes 50 in die mobile Baugrube und Montage des Tunnelsegmentes 50

Abhängig vom Boden und dem Grundwasserstand kann eine nach vorne geneigte Lage der Schnecken 30 vorteilhaft sein.

- [00123]** - Lösen und fördern des Bodens 21 mit einem Kettenförderer 31 - vergleichbar mit den Fahrwerken von Baugeräten oder Schneefahrzeugen - nebeneinander über die gesamte Breite vor der mobilen Baugrube montiert. Die Förderketten 32 bestehen aus gelenkig verbundenen Platten, in welche abhängig vom anstehenden Boden Meißel, Reißzähne 42, Disken zum Lösen des Bodens und Taschen 41 zum Fördern des Bodens in ein Querförderband integriert sind. Im Bereich des Querförderbandes werden nach Erfordernis Wasserleitungen und Düsen eingebaut, um Verklebungen an den Taschen 41 und Räubern mit Hochdruck zu lösen. Die Förderketten 32 werden mit Zahn- und Stützrädern 43, die in einem Rahmen eingelassen sind, in Position gehalten und einzeln von innenliegenden oder von außenliegenden Elektromotoren mit Lärmkapselung angetrieben. Der Rahmen ist vertikal verschiebbar mit der Vorderseite der mobilen Baugrube verbunden. Die Verschleißwerkzeuge können laufend in Förderpausen erneuert werden. Bei einem Kettenriss oder im Falle einer Generalerneuerung von Förderketten werden diese mit dem Rahmen entlang der Führungsschienen an der Frontseite der mobilen Baugrube aus dem Boden gehoben - erforderlichenfalls unter Einbringung von Stützflüssigkeit von unten- und ein erneuertes Gerät wieder in den Boden abgesenkt.

Abhängig vom Boden und dem Grundwasserstand kann eine nach vorne geneigte Lage der Kettenförderer vorteilhaft sein.

Ein Arbeitszyklus beinhaltet die Vorgänge:

Schritt 1: Lösen und Fördern des Bodens 21 vor der mobilen Baugrube entsprechend der Länge eines Tunnelsegmentes 50, gleichzeitig erfolgt das Vorschieben der mobilen Baugrube

Schritt 2: Absenken eines Tunnelsegmentes 50 in die mobile Baugrube und Montage des Tunnelsegmentes 50

- [00124]** - Lösen des Bodens 21 mit Wasserstrahl und Absaugen des Boden/Wassergemisches

**[00125]** Die Tunnelsegmente 50 werden vor Witterung geschützt in einer Halle aus Stahlbeton hergestellt, nachbehandelt und nach Erreichen der Transportfestigkeit und Aufbringen des Dichtringes zur Einbaustelle geliefert. Zur Erhöhung der Auftriebssicherheit können bei den Tunnelsegmenten 50 auf Sohlniveau seitliche Sporne vorgesehen werden. Wenn die Tunnelröhre 5 in betonaggressivem Milieu herzustellen ist, können besondere Schutzschichten aufgebracht werden. Soweit die Tunnelröhre 5 Krümmungen in Achse oder Gradienten aufweist sind im Grundriss oder Seitenriss konische Tunnelsegmente 50 erforderlich, soweit nicht durch Beilageplatten die Krümmungsanpassung ausgeführt werden kann. Die Länge der Tunnelsegmente 50 ergibt sich aus einer Optimierung der Faktoren wie Länge der mobilen Baugrube, Gewicht der Tunnelsegmente 50, Pressendimensionen, Aushubmethode, Bauzeit usw.

**[00126]** Die Tunnelsegmente 50 werden mit umlaufenden Dichtringen an den Stirnseiten 52 abgedichtet. Die Dichtwirkung wird durch beidseitige Verklebung und dem frontalen Anpressdruck durch die Aushubvorrichtung 2 erzielt. Zusätzlich kann eine Längsverspannung der Tunnelsegmente 50 erforderlich sein. Soweit in den Tunneleingangsstrecken Tröge vorgesehen sind entfallen beim Tunnelsegment 50 die Decke 55 und entsprechende Teile der Seitenwände 54.

**[00127]** Die hintere Öffnung des Schilds für den Austritt der Tunnelsegmente 50 aus der mobilen Baugrube wird auf die Geometrie der Tunnelsegmente 50 abgestimmt und berücksichtigt den Raum für die Dichtung zwischen dem Tunnelsegment 50 und der mobilen Baugrube. Die Dichtung besteht bevorzugt aus einem umlaufenden Schlauch mit einer Lippe zur Befestigung an der Austrittsöffnung in dem mit Luftdruck oder Wasserdruck der erforderliche Dichtdruck hergestellt wird. Zur Erneuerung bei Verschleiß wird ein Gleitmittel zwischen dem Schlauch und

der mobilen Baugrube vorgesehen, die Befestigung des Schlauches gelöst und die mobile Baugrube vorgeschoben. Dabei wird der Raum für die Montage der neuen Dichtung frei, die alte Dichtung wandert mit dem Tunnelsegment 50 aus.

**[00128]** Der Raum, den die Sohle der mobilen Baugrube unter der Tunnelsegmentsohle einnimmt, wird laufend während dem Vorschub der mobilen Baugrube mit Mörtel über Pumpleitungen, die in der Sohle der mobilen Baugrube eingelassen sind, verpresst.

**[00129]** Die Tunnelsegmente 50 werden gleichzeitig mit dem Vorschub der mobilen Baugrube bei Anordnung von Spornen seitlich hinterfüllt und mit geeignetem Material überschüttet, wobei entsprechende Verdichtungsgeräte eingesetzt werden. Soweit keine Sporne für die Auftriebssicherung vorgesehen sind, erfolgt die Verfüllung des Raumes, den die Seitenwand der mobilen Baugrube und der Dichtungsschlauch einnehmen laufend während dem Vorschub der mobilen Baugrube mit Mörtel über Pumpleitungen, die in der Seitenwand der mobilen Baugrube eingelassen sind.

**[00130]** Bei Anordnung von seitlichen Spornen erfolgt die Hinterfüllung des Raumes zwischen der Seitenwand der mobilen Baugrube und der Seitenwand des Tunnelsegmentes 50 von oben zum Beispiel mit Perlkies. Bei besonderen Verdichtungsanforderungen können an der hinteren Baugrubenwand über den Spornen zum Beispiel Rüttelflaschen parallel zur Vortriebsrichtung montiert werden. Der Einbau und die Verdichtung der Hinterfüllung über den Spornen kann auch durch eine Schnecke 60 (siehe Figur 1) mit nach unten abnehmender Ganghöhe, unmittelbar hinter der Rückseite 114 (siehe Figur 2a und 2b) der mobilen Baugrube montiert, erfolgen.

**[00131]** Im Bereich zwischen der hinteren Wand der Baugrube und der vollständigen Überschüttung ergibt sich abhängig vom Grundwasserstand ein Defizit an Auftriebssicherheit. Dieses Defizit kann durch einen mobilen Ballastwagen in der Tunnelröhre 5, der dem Vortrieb folgt, ausgeglichen werden.

**[00132]** Die lateralen Erd- und Wasserdrücke werden durch die mobile Baugrube aufgenommen. Der frontale Erd- und Wasserdruck, der nicht durch Reibung in der Sohle und den Seitenwänden der mobilen Baugrube aufgenommen wird, ist während des Absenkens und der Montage der Tunnelsegmente 50 durch Pressen auf die Seitenwände der zuletzt eingebauten Tunnelsegmente 50 zu übertragen.

**[00133]** Der Vorschub der mobilen Baugrube erfolgt mittels Pressen, die auf die Frontflächen der Tunnelsegmente 50 wirken, wobei neben dem frontalen Erd- und Wasserdruck auch die Reibung in der Sohle und den Seitenwänden der mobilen Baugrube zu überwinden ist.

**[00134]** Ein Arbeitszyklus für den Bau der Tunnelröhre 5 beinhaltet die Vorgänge:

**[00135]** Schritt 1: Ansetzen der seitlichen Innenlaibungspressen (Abstützzylinder 11, 12, 13)

**[00136]** Schritt 2: Einziehen der Stirnpresen (120)

**[00137]** Schritt 3: Absenken des Tunnelsegmentes 50 unter abwechselndem Einziehen und Ausfahren der betroffenen Innenlaibungspressen (Abstützzylinder 11, 12, 13) während des Vorbeiganges der Tunnelsegmentsohle (Tunnelsegmentboden 51)

**[00138]** Schritt 4: Justieren des Tunnelsegmentes 50 und ggf. mit dem zuletzt eingebauten Tunnelsegment 50 verspannen

**[00139]** Schritt 5: Ausfahren der Stirnpresen und Verschieben der mobilen Baugrube

**[00140]** Zur Steuerung der mobilen Baugrube in Vortriebsrichtung sind einzeln oder in Kombination folgende Maßnahmen erforderlich:

**[00141]** - Konizität der mobilen Baugrubenwände

**[00142]** - Verstellbare Sohl- und Seitenschneiden

- [00143] - Im Querschnitt variable Pressendrucke
- [00144] - Unterschiedliche Bodenförderaten quer zur Ortsbrust/Tunnelröhre 5
- [00145] - Einpressen von Mörtel unter die Baugrubensohle
- [00146] - Aufbringen von Ballast
- [00147] - Seilverspannung mit Verankerung in der gebauten Tunnelröhre 5
- [00148] Der Anfahrvorgang mit der mobilen Baugrube ist von der Situation des vorgesehenen Einsatzes und den vorbereitenden Maßnahmen abhängig. Beispielsweise sind im Folgenden zwei Situationen dargestellt:
- [00149] - Geböschter Einschnitt ohne Stützmaßnahmen in der geneigten Anfahrwand: Die mobile Baugrube und der Startbock zur Aufnahme der Reaktionskräfte für den Vortrieb werden im Einschnitt montiert und der Vortrieb gestartet
- [00150] - Baugrube mit Stützmaßnahmen:
- Die Stützmaßnahmen in der Anfahrwand müssen mit den vorgesehenen Lösegeräte span- oder lösbar sein, alternativ ist eine Entfernung der Stützmaßnahmen in der Anfahrwand unter Übernahme der Erddruckkräfte durch die mobile Baugrube vorzusehen. Die mobile Baugrube und der Startbock zur Aufnahme der Reaktionskräfte für den Vortrieb werden in der Baugrube montiert und der Vortrieb gestartet

## BEZUGSZEICHENLISTE:

- |     |                           |
|-----|---------------------------|
| 1   | Weitere Abstützvorrückung |
| 2   | Aushubvorrückung          |
| 3   | Fördervorrückung          |
| 4   | Antriebseinheit           |
| 5   | Tunnel                    |
| 6   | Abdichtvorrückung         |
| 7   | Hubvorrückung             |
| 8   | Antriebsvorrückung        |
| 11  | Obere Abstützzylinder     |
| 12  | Mittlere Abstützzylinder  |
| 13  | Untere Abstützzylinder    |
| 20  | Baugrube                  |
| 21  | Bodenmaterial             |
| 22  | Ortsbrust                 |
| 23  | Grundwasserspiegel        |
| 30  | Schneckenförderer         |
| 31  | Kettenförderer            |
| 32  | Förderketten              |
| 41  | Fördertaschen             |
| 42  | Reißzähne                 |
| 43  | Zahn- und Stützräder      |
| 50  | Tunnelsegmente            |
| 51  | Tunnelsegmentboden        |
| 52  | Stirnseite Tunnelsegment  |
| 53  | Stützelemente             |
| 54  | Tunnelsegmentseitenwände  |
| 55  | Tunnelsegmentdecke        |
| 60  | Schnecke                  |
| 100 | Schildvortriebsvorrückung |
| 101 | Schild                    |
| 102 | Vortriebsvorrückung       |
| 110 | Unterteil Schild          |

- 111 Seitenteile Schild
- 112 Vorderteil Schild
- 113 Außenseite Schild
- 114 Rückseite Schild
- 120 Abstützvorrichtung

### Patentansprüche

1. Schildvortriebsvorrichtung (100) zur Herstellung eines Tunnels (5) in offener Bauweise in einer Baugrube (20), mit:
  - einem Schild (101), wobei der Schild (101) ein einem Boden der Baugrube (20) zugewandten Unterteil (110), zwei den beiden Seitenwänden der Baugrube (20) zugewandten Seitenteilen (111) und einen einer Ortsbrust (22) der Baugrube (20) zugewandten Vorderteil (112) aufweist,
  - einer Vortriebsvorrichtung (102) mit einem - insbesondere hydraulischen -Antrieb zum Vortreiben der Schildvortriebsvorrichtung (100), wobei sich die Vortriebsvorrichtung (102) mit einer Abstützvorrichtung (120) an einem in der Baugrube (20) verbautem Tunnelsegment (50) an dessen Stirnseite (52) abstützt,**dadurch gekennzeichnet**, dass eine weitere Abstützvorrichtung (1) vorgesehen ist, die die Schildvortriebsvorrichtung (100) am verbauten Tunnelsegment (50) außerhalb von dessen Stirnseite (52) abstützt.
2. Schildvortriebsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die weitere Abstützvorrichtung (1) eine - vorzugsweise hydraulische -Antriebsvorrichtung (8) zum Abstützen der Schildvortriebsvorrichtung (100) am verbauten Tunnelsegment (50) aufweist.
3. Schildvortriebsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass Stützelemente (53) vorgesehen sind an denen sich die weitere Abstützvorrichtung (1) am verbauten Tunnelsegment (50) abstützt, wobei die Stützelemente (53) an einer Innenseite des Tunnelsegments (50) lösbar befestigbar sind.
4. Schildvortriebsvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stützelemente (53) an einem Tunnelsegmentboden (51) und/oder an Tunnelsegmentseitenwänden (54) und/oder an einer Tunnelsegmentdecke (55) an der Innenseite des Tunnelsegments (50) lösbar befestigbar sind.
5. Schildvortriebsvorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebsvorrichtung (8) der weiteren Abstützvorrichtung (1) wenigstens zwei oder mehrere - vorzugsweise hydraulisch betätigbare -Abstützzylinder (11, 12, 13) aufweist, wobei die Abstützzylinder (11, 12, 13) mit den Stützelementen (53) im verbauten Tunnelsegment (50) korrespondieren.
6. Schildvortriebsvorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die weitere Abstützvorrichtung (1) eine Ablaufsteuerung aufweist, die die wenigstens zwei oder mehreren Abstützzylinder (11, 12, 13) zeitlich nacheinander einfährt und ausfährt.
7. Schildvortriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schild (101) der Schildvortriebsvorrichtung (100) im Wesentlichen vollständig wasserdicht ausgebildet ist.
8. Schildvortriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schildvortriebsvorrichtung (100) eine Abdichtvorrichtung (6) aufweist, wobei die Abdichtvorrichtung (6) den Schild (101) und das verbaute Tunnelsegment (50) zur Baugrube (20) hin im Wesentlichen vollständig wasserdicht abdichtet.
9. Schildvortriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schildvortriebsvorrichtung (1) eine Hubvorrichtung (7) zum Absenken von Tunnelsegmenten (50) in die Schildvortriebsvorrichtung (100) aufweist.

10. Schildvortriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schildvortriebsvorrichtung (100) eine Aushubvorrichtung (2) zum Ausheben des Bodenmaterials (21) an der Ortsbrust (22) aufweist, wobei die Aushubvorrichtung (2) an dem Vorderteil (112) des Schildes (101) montiert ist.
11. Verfahren zur Herstellung eines Tunnels (5) in offener Bauweise, wobei an einer Ortsbrust (22) nach und nach abgegraben wird und das Bodenmaterial (21) nach oben ausgetragen wird, und in der korrespondierend zum Aushub vorgefertigte Tunnelsegmente (50) aneinandergereiht werden, wobei jedes Tunnelsegment (50) von oben abgesenkt wird, wobei auf Tunnelniveau eine Schildvortriebsvorrichtung (100) vorgesehen ist - insbesondere eine Schildvortriebsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 - die sich jeweils gegen das letzte Tunnelsegment (50) abstützt, wobei in einem Schritt ein Vorschub der Schildvortriebsvorrichtung (100) über mindestens eine Tunnelsegmentlänge durch eine Abstützvorrichtung (120) zwischen der Schildvortriebsvorrichtung (100) und einer Stirnseite (52) des Tunnelsegments (50) bewirkt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- in einem weiteren Schritt die Schildvortriebsvorrichtung (100) durch Abstützzylinder (11, 12, 13) einer weiteren Abstützvorrichtung (1) vom letzten Tunnelsegment (50) außerhalb dessen Stirnseite (52) abgestützt wird, und
  - in einem weiteren Schritt - nach erfolgter Beendigung der Abstützung der einen Abstützvorrichtung (120) - die obersten Abstützzylinder (11) der weiteren Abstützvorrichtung (1) beim Absenken eines nächsten Tunnelsegments (50) eingezogen werden, um die Passage eines Tunnelsegmentbodens (51) zu ermöglichen, und
  - in einem weiteren Schritt die obersten Abstützzylinder (11) durch das nächste Tunnelsegment (50) hindurch wieder in ihre Stützstellung ausgefahren werden, und
  - in einem weiteren Schritt die nächst tieferen Abstützzylinder (12) beim Absenken des Tunnelsegments (50) eingezogen werden, um die Passage des Tunnelsegmentbodens (51) zu ermöglichen, und
  - in einem weiteren Schritt die nächst tieferen Abstützzylinder (12) durch das nächste Tunnelsegment (50) hindurch wieder in ihre Stützstellung ausgefahren werden, und
  - gegebenenfalls die Wiederholung der beiden vorangegangenen Schritte bis sich das nächste Tunnelsegment (50) fast vollständig abgesenkt hat, und
  - in einem weiteren Schritt die untersten Abstützzylinder (13) der weiteren Abstützvorrichtung (1) eingezogen werden, um die Passage des Tunnelsegmentbodens (51) zu ermöglichen, und
  - in einem weiteren Schritt die eine Abstützvorrichtung (120) am neu abgesenkten Tunnelsegment (50) angesetzt wird, um zuerst dieses Tunnelsegment (50) an dem zuvor abgesenkten Tunnelsegment (50) anzureihen und um anschließend die Schildvortriebsvorrichtung (100) für den nächsten Vorschub über mindestens eine Tunnelsegmentlänge zu beaufschlagen.

**Hierzu 13 Blatt Zeichnungen**



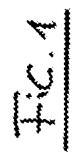


FIG. 2a

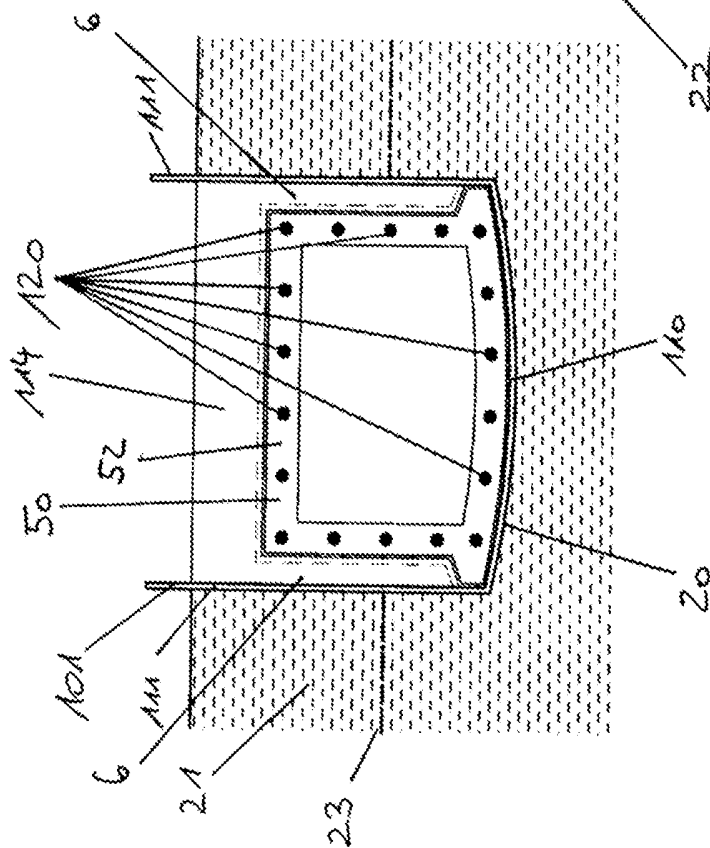


FIG. 2b

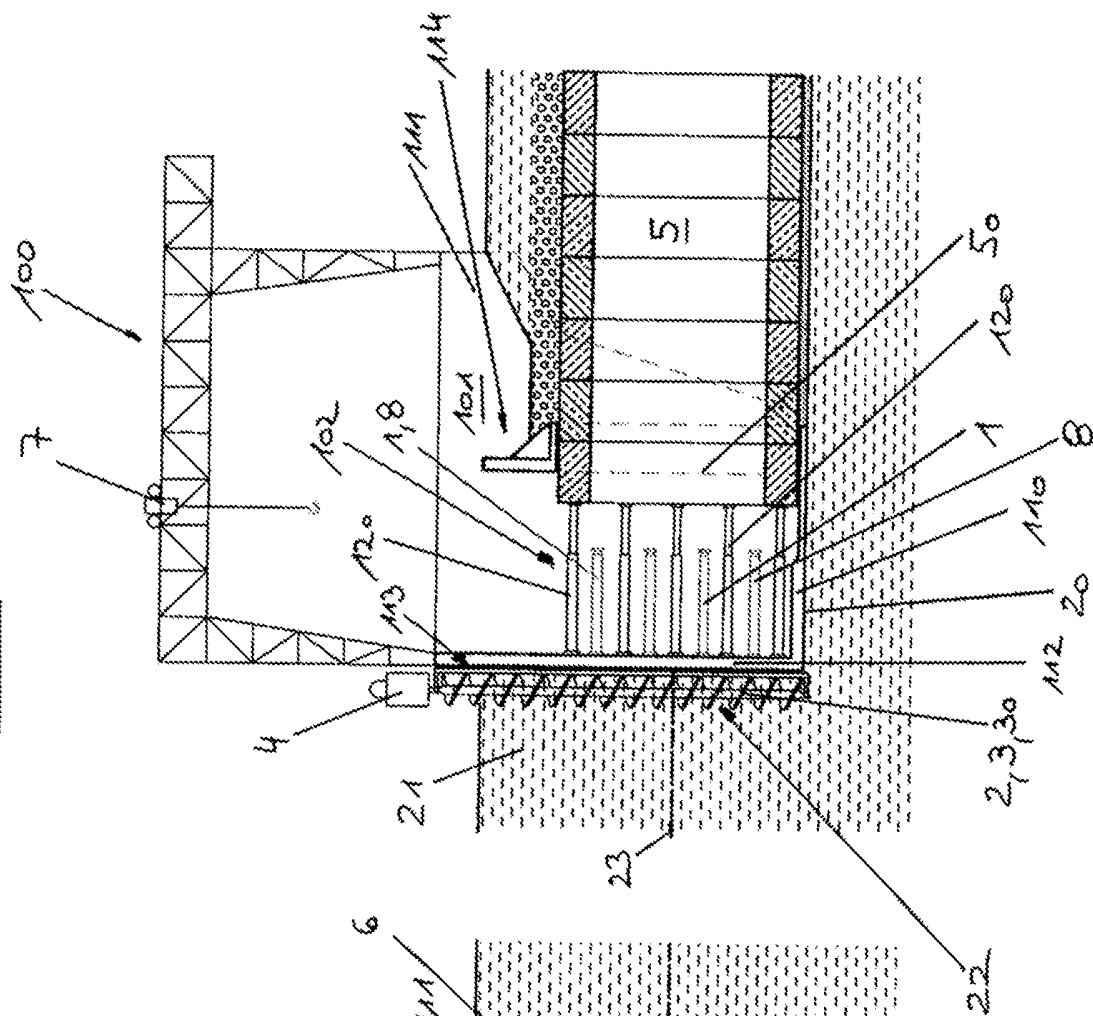


Fig. 3b

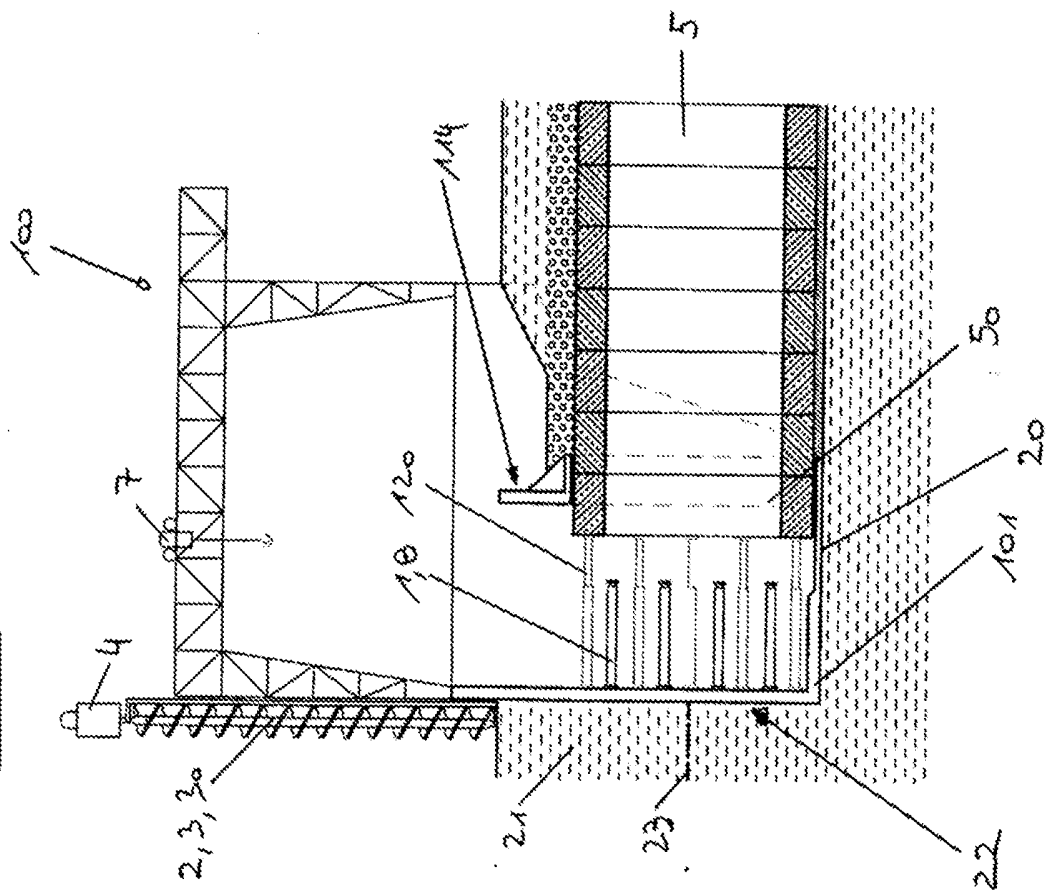


Fig. 3a

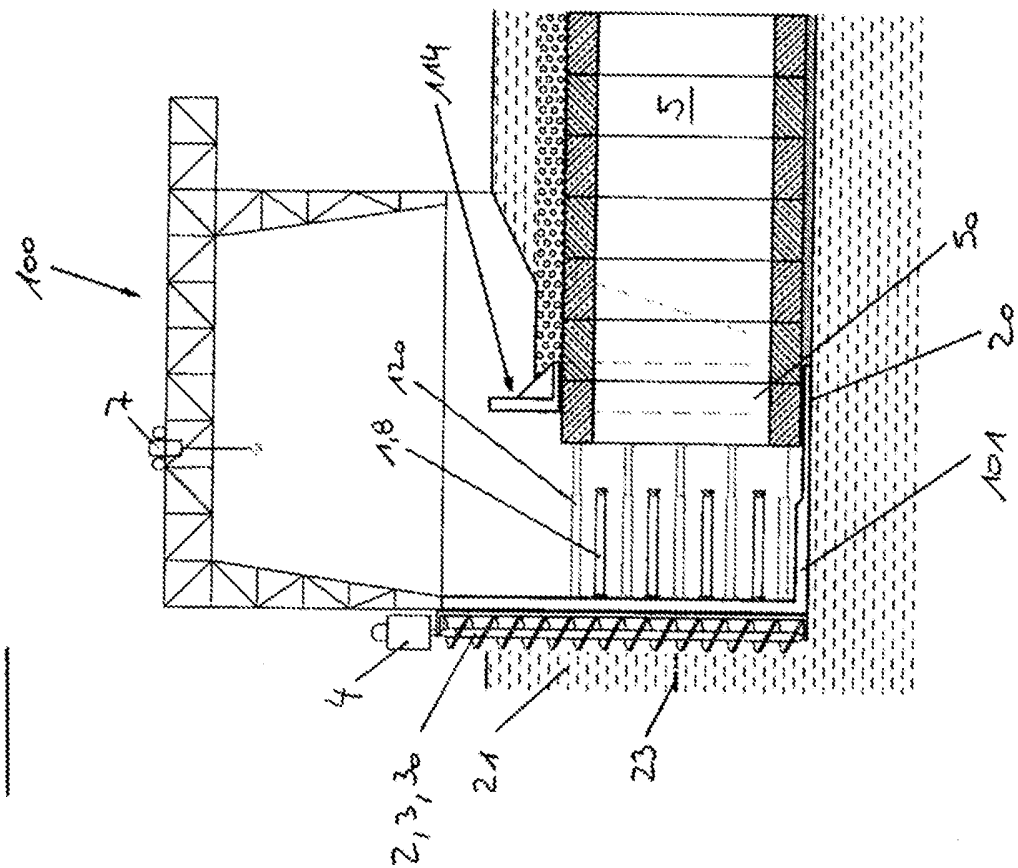


Fig. 4

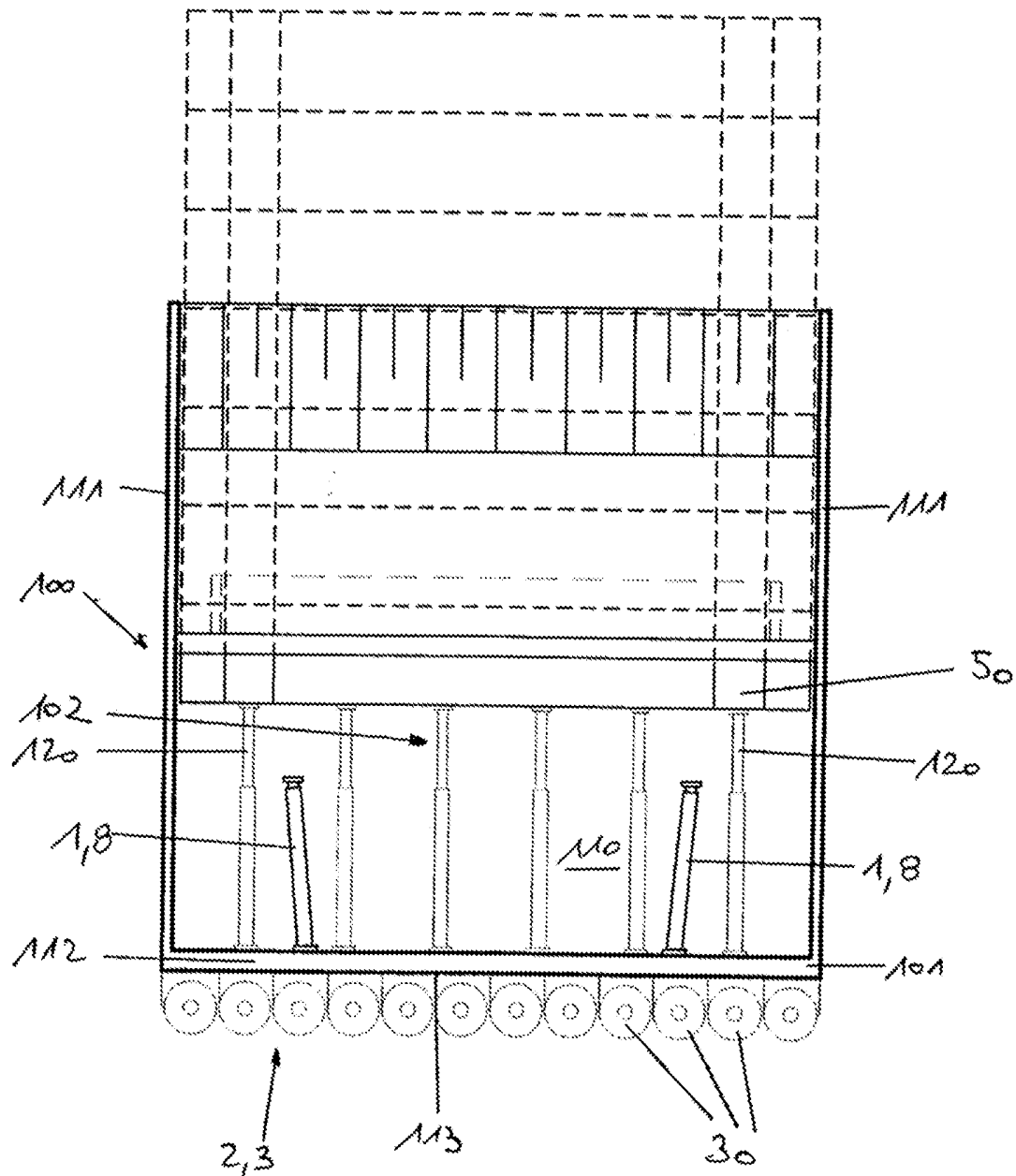


FIG. 5a

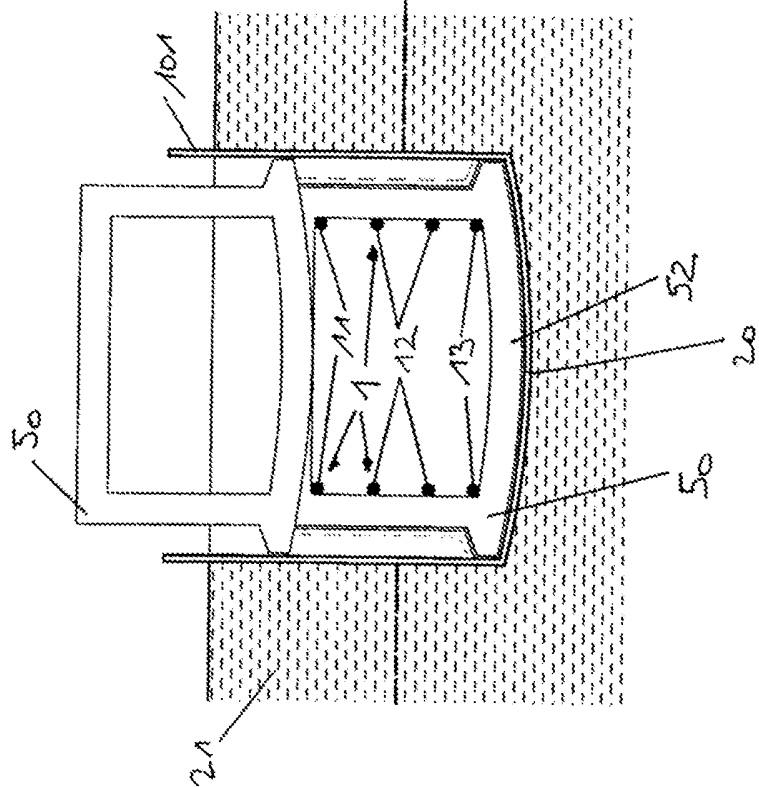


FIG. 5b

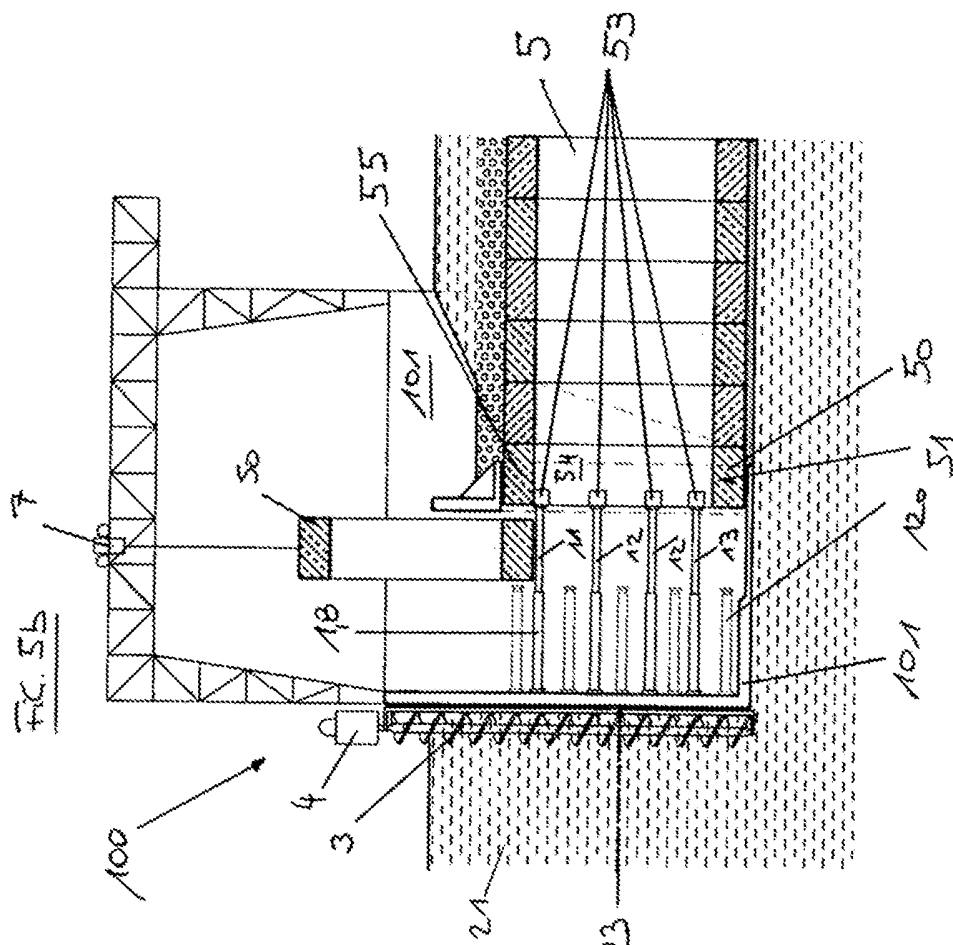




FIG. 7b

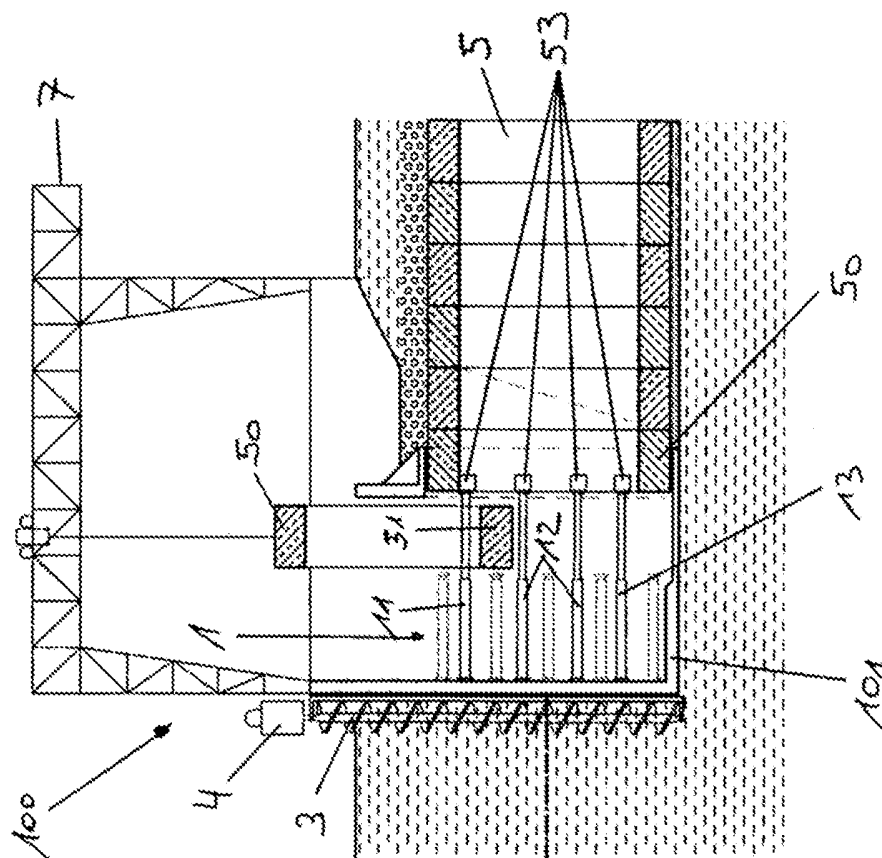


FIG. 7a

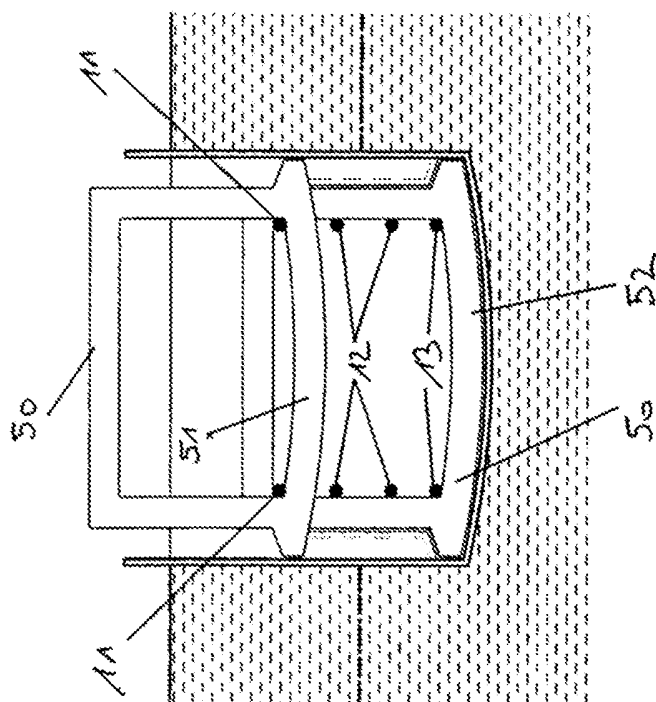


FIG. 86

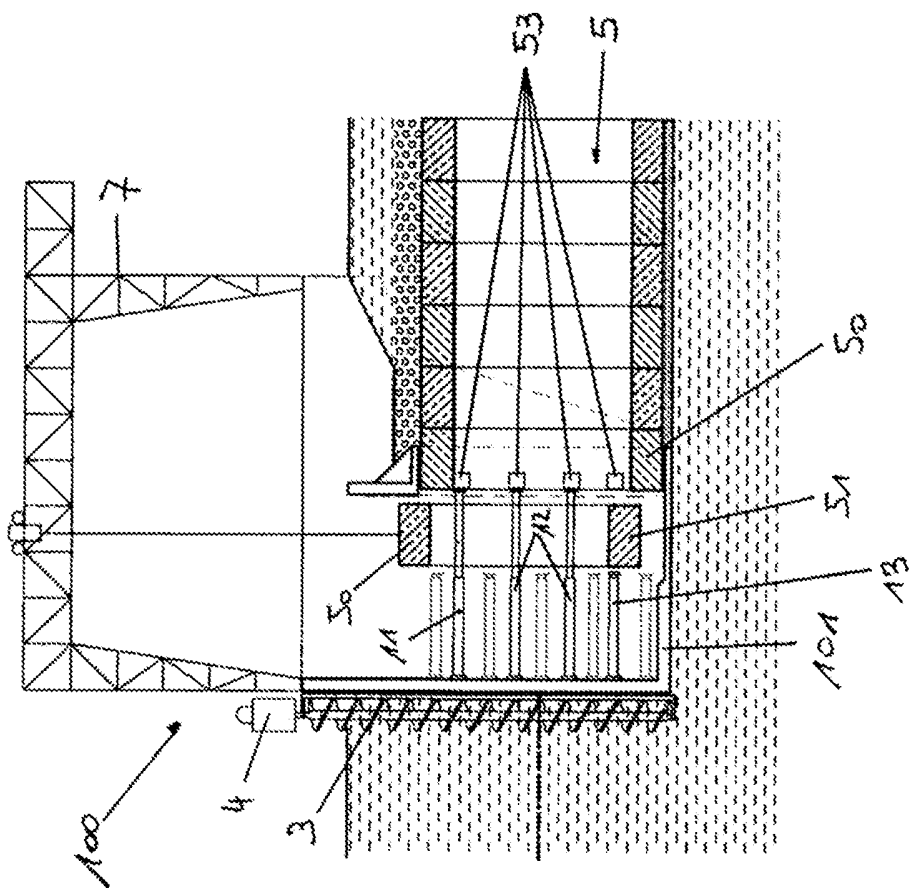
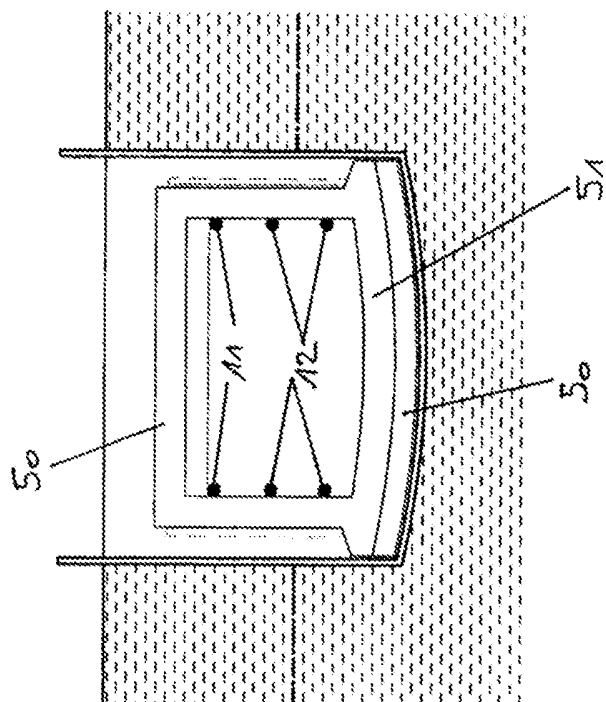


FIG. 88





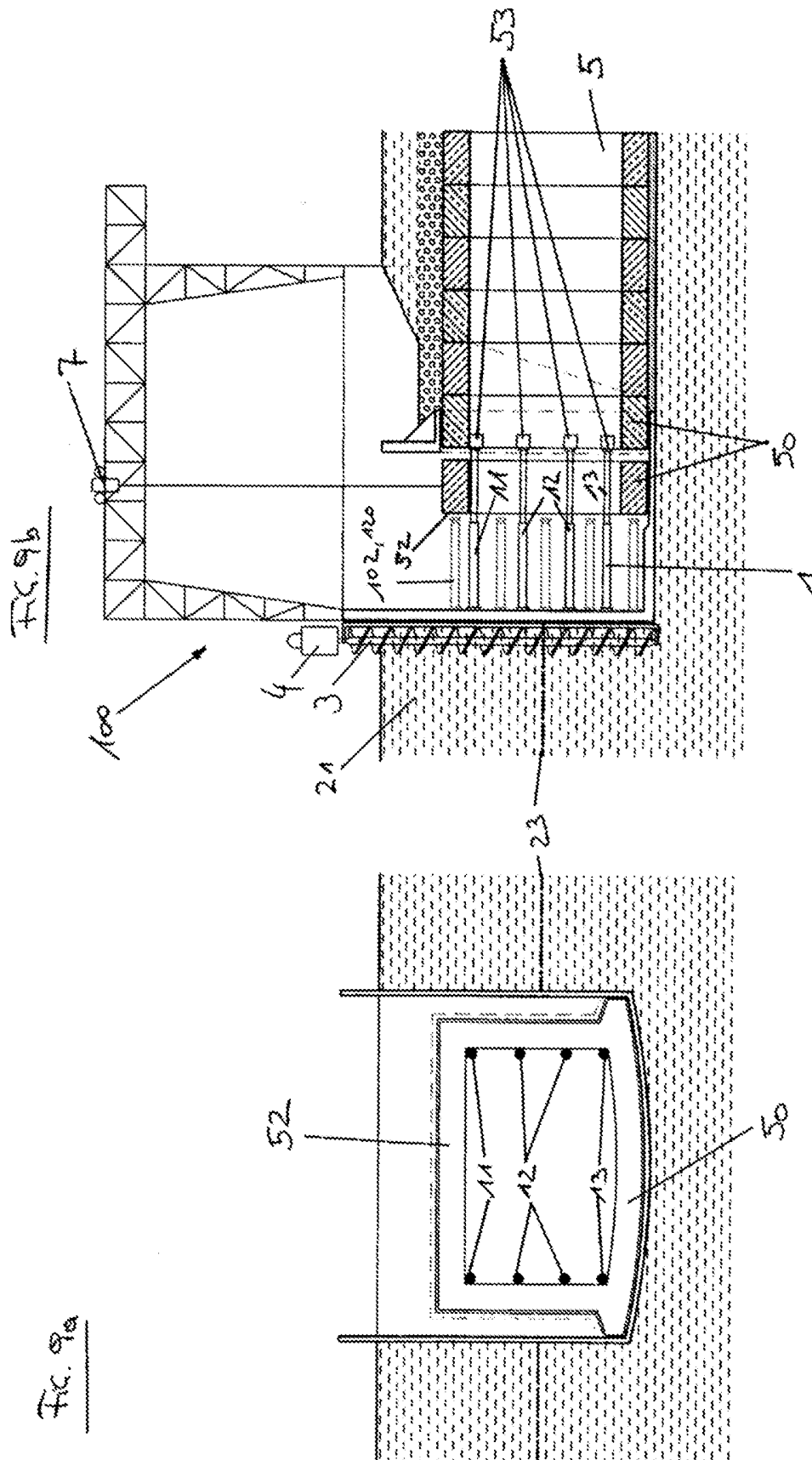


Fig. 10e

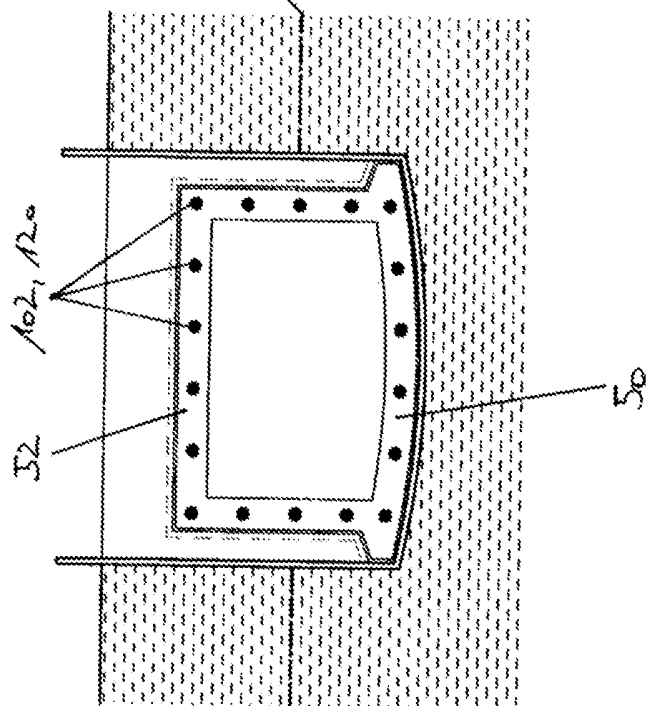
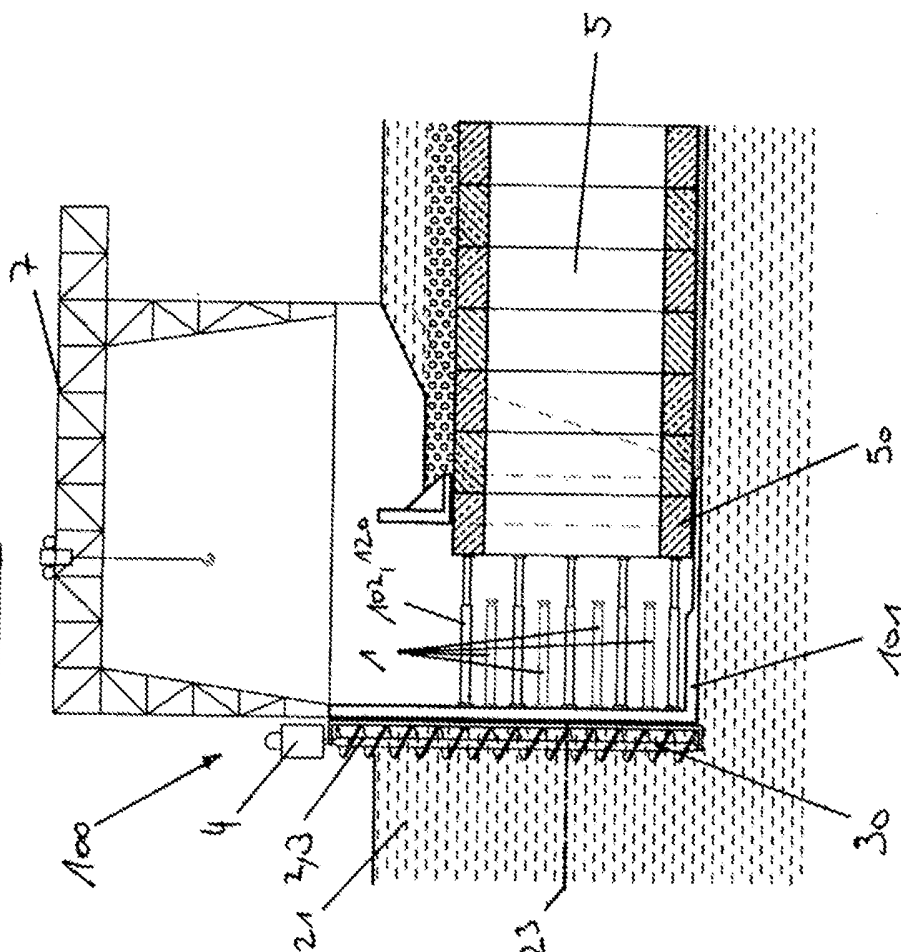


Fig. 10b



TK. 119

