

(19)



(11)

EP 3 543 459 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.09.2019 Patentblatt 2019/39

(51) Int Cl.:
E21D 11/10^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18162942.9**

(22) Anmeldetag: **20.03.2018**

(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

(71) Anmelder: **Kern Tunneltechnik SA**
6900 Lugano-Paradiso (CH)

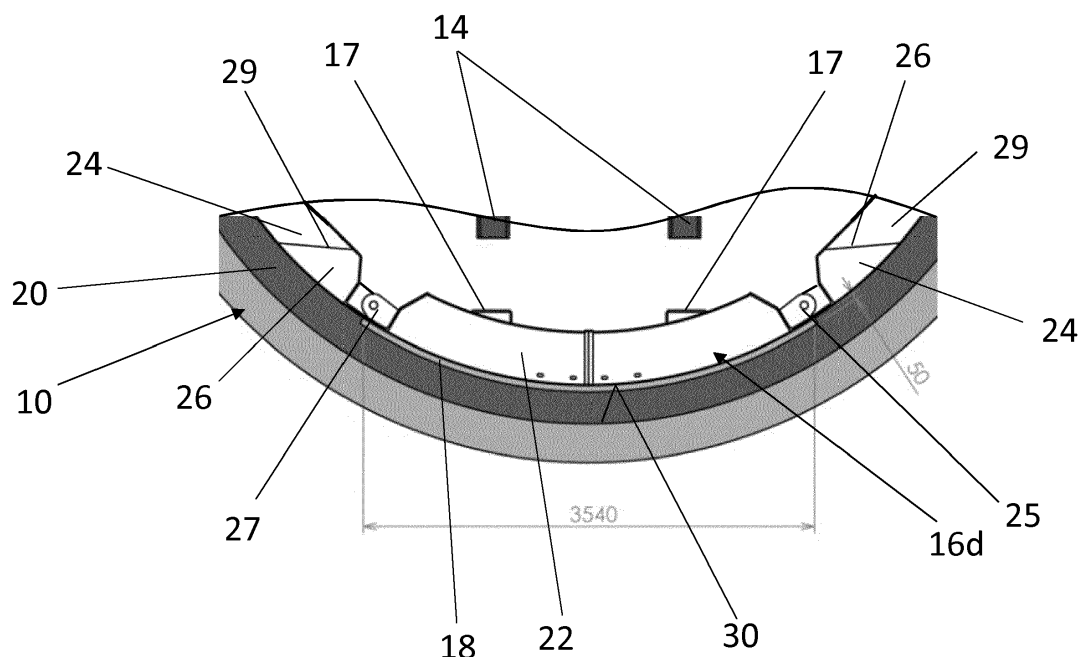
(72) Erfinder: **KERN, Reiner**
6900 Lugano-Paradiso (CH)

(74) Vertreter: **Glück Kritzenberger Patentanwälte
PartGmbH**
Hermann-Köhl-Strasse 2a
93049 Regensburg (DE)

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR AUSSCHALUNG EINER TUNNELRÖHRE

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ausschalen einer insbesondere kreisrunden Tunnelröhre (10), bei welchem eine Schalungsvorrichtung (12; 40) verwendet wird, die Schalungselemente (16a-d; 48a-c) mit einer Schalungsfläche (30) aufweist, wobei die Schalungsflächen (30) der Schalungselemente (16a-d; 48a-c) einer Tunnelwand zugewandt angeordnet werden und anschließend der Zwischenraum zwischen der Schalungsfläche der Schalungselemente (16a-d; 48a-c) und

der Tunnelwand mit Beton vergossen wird. Gemäß der Erfindung wird zumindest in einem Sektor der Schalungsvorrichtung (12; 40) wenigstens ein Schalungsteil (18) als verlorene Schalung (20) der Tunnelwand zugewandt angeordnet, wobei das Schalungsteil (18) beim Vergießen des Zwischenraums mit dem Beton integriert verbunden wird und die Oberfläche der Schalung (20) bildet.

Fig. 2**EP 3 543 459 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ausschalung einer insbesondere kreisrunden Tunnelröhre. Die Tunnelröhre kann auch andere Querschnittsflächen haben wie ellipsoid oder rechteckig. Derzeit werden für die Ausschalung von Tunneln Schalungsvorrichtungen verwendet, die Schalungselemente mit einer zylindersegmentartigen Schalungsfläche aufweisen. Die Schalungsflächen der Schalungselemente werden einer Tunnelwand zugewandt angeordnet und anschließend wird der Zwischenraum zwischen der Schalungsfläche der Schalungselemente und der Tunnelwand mit Beton vergossen. Auf diese Weise wird im Stand der Technik eine Tunnelröhre mit einer Schalung versehen. Ein Problem bei dem Vergießen des Betons besteht darin, dass an bestimmten Stellen, insbesondere im Bodenbereich der Tunnelröhre eingeschlossene Blasen im Beton nach oben steigen und dann an der Oberfläche der Schalung sichtbar sind. Derartige Blasen können nur mit hohem Aufwand eliminiert werden können, so dass entweder Blasen im Beton verbleiben, die dann an die Oberfläche steigen oder zur Entgasung des Betons in dem Bereich ein extrem hoher Aufwand betrieben werden muss.

[0002] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ausschalung einer Tunnelröhre zu schaffen, die mit vergleichsweise geringem Aufwand über die gesamte Tunnelschalung eine gute Schalungsqualität liefern.

[0003] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß Anspruch 6 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der nebengeordneten Ansprüche. Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind weiterhin in der Beschreibung und in den Zeichnungen beschrieben.

[0004] Erfindungsgemäß wird insbesondere im unteren Bereich der Schalungsvorrichtung wenigstens ein Schalungsteil als verlorene Schalung der Tunnelwand zugewandt angeordnet. Beim Vergießen des Zwischenraums zwischen den Schalungselementen bzw. dem Schalungsteil und der Tunnelwand wird das Schalungsteil als verlorene Schalung mit dem Beton integriert verbunden und bildet somit die Oberfläche der Schalung insbesondere im unteren Bereich der Tunnelröhre. Das Schalungsteil kann somit unter günstigsten Bedingungen in einer Fabrik vorfabriziert werden und ist damit frei von irgendwelchen Einschlüssen oder Luftblasen. Das Schalungsteil kann zum Beispiel aus einem UHPC-Beton (Ultrahochleistungsbeton) bestehen. In der fertiggestellten Tunnelschalung bildet somit dieses Schalungsteil in einem Bereich, insbesondere dem Bodenbereich, die Oberfläche der Tunnelschalung. Da dieses Schalungsteil in der Herstellung sehr hochwertig ist, wird somit auch in schwierig handzuhabenden Bereichen, wie z.B. den Bodenbereich eine Schalung mit einer blasenfreien Oberfläche erreicht, und das Problem von Blasen oder Einschlüssen insbesondere im unteren Bereich der Tun-

nelröhre spielt keine Rolle mehr, da die Oberfläche der Schalung durch das Schalungsteil gebildet wird.

[0005] Das Schalungsteil ist demgemäß vorzugsweise entsprechend der Form der Tunnelröhre als kreissegmentförmiges Teil ausgebildet, welches einen gewissen Winkelabschnitt im Bodenbereich der Tunnelröhre abdeckt, zum Beispiel 5 bis 90°, insbesondere 8 bis 45°, insbesondere um die 10° bis 25°. Es gibt prinzipiell zwei unterschiedliche Möglichkeiten, das Schalungsteil im unteren Bereich der Tunnelröhre anzuordnen. Die erste Möglichkeit besteht darin, das Schalungsteil an dem z. B. dem Tunnelboden zugewandten Schalungselement anzulegen, so dass sich beim Vergießen des Bereichs zwischen Tunnelwand bzw. Tunnelboden und Schalungselement das Schalungsteil mit dem eingegossenen Beton verbindet und nach dem Entfernen der Schalungselemente das Schalungsteil die Schalung des Tunnels im Bodenbereich bildet.

[0006] Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Schalungsteil selbst als Schalungselement zu verwenden, so dass z.B. im Bodenbereich der Tunnelröhre das Schalungsteil selbst ein Schalungselement bildet, was in Verbindung mit den anderen Schalungselementen im Umfang der Tunnelröhre eine vollumfängliche Schalungsvorrichtung bildet, so dass die Tunnelröhre im Vollkreis verschalt werden kann. Wie bereits gesagt, ist eine Kreisform optional, es können auch elliptische Tunnelformen oder gar rechteckige Tunnelquerschnitte durch die Erfindung hergestellt werden.

[0007] In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Schalungsteil mit einer Vakuumhebevorrichtung auf seine Endposition herabgelassen, woraufhin das Schalungsteil durch die Schalungsvorrichtung relativ zu den Schalungselementen in Position gehalten wird. Anschließend wird der Zwischenraum zwischen den Schalungselementen bzw. dem Schalungsteil und der Tunnelwand mit Beton vergossen, wobei eine innige Verbindung zwischen dem Schalungsteil und dem Beton entsteht. Danach werden die Schalungselemente entfernt und das Schalungsteil bildet dann insbesondere im Bodenbereich einen die Oberfläche aufweisenden Bestandteil der Tunnelschalung. Mit einer derartigen Vakuumhebevorrichtung lässt sich das Schalungsteil insbesondere aus UHPC-Beton trotz eines Gewichts von mehreren 100 kg bis Tonnen sehr gut handhaben als auch durch Wegnahme des Vakuums lösen. Die Vakuumhebevorrichtung hat vorzugsweise eine großflächige Vakuumanlagefläche, so dass bereits vergleichsweise geringe Unterdrücke zur Erzielung der erforderlichen Ansaugkraft ausreichen. Bei einer Vakuumkontaktfläche von 1 m² reicht zum Beispiel ein Druck von 0,1 bar aus, um ein Schalungsteil mit einem Gewicht von 1 t zu heben.

[0008] Die Erfindung betrifft ebenfalls eine Schalungsvorrichtung zur Ausschalung einer Tunnelröhre, die eine Tragstruktur zum Abstützen mehrerer Schalungselemente der Schalungsvorrichtung umfasst. Die Schalungsvorrichtung ist insbesondere als Rundschalungs-

vorrichtung mit rundem, insbesondere kreisrundem Querschnitt ausgebildet. Die Schalungselemente, insbesondere Sektorschalungselemente, decken aneinandergesetzt zumindest einen Teil des Umfangs des Tunnels, ab und sind zeitweise, das heißt während des Bildens der Tunnelschalung, an der Tragstruktur abgestützt sind. Die Schalungsvorrichtung enthält ein unteres Schalungsteil als verlorene Schalung, welches von der Tragstruktur und/oder von wenigstens einem angrenzenden Schalungselement während des Bildens der Schalung in Position gehalten wird, so dass vorzugsweise die dem Tunnelinnenraum zugewandte Oberfläche des Schalungsteils mit der der Tunnelwand zugewandten Schalungsfläche der Schalungselemente fluchtet. Das Schalungsteil ist dazu konzipiert, sich beim Vergießen der Tunnelröhre mit dem Schalungsbeton innig zu verbinden und dabei einen Teil der Tunnelschalung zu bilden. Das Schalungsteil bildet somit während der Verschalung der Tunnelröhre einen Teil der Schalungsvorrichtung, während es nach Fertigstellung der Schalung einen Teil der Schalung bildet.

[0009] Vorzugsweise umfasst mindestens eines der Schalungselemente, vorzugsweise alle Schalungselemente einen festen Abschnitt und wenigstens einen bewegbaren Abschnitt, der relativ zu dem festen Abschnitt zwischen einer geschlossenen Schalungsstellung und einer offenen Montagestellung bewegbar, insbesondere schwenkbar ist, wobei in der Schalungsstellung die Schalungsflächen des festen und bewegbaren Abschnitts fluchten. Eine aus derartigen Schalungselementen gebildete Schalungsvorrichtung kann durch die Bewegung der entsprechenden beweglichen Abschnitte leicht zur Bildung einer geschlossenen Schalung montiert und aus der Schalungsstellung wieder durch Bewegung der beweglichen Abschnitte in eine Montagestellung bewegt werden, aus welcher die Schalungselemente von der gebildeten Tunnelschalung abgelöst werden können.

[0010] Vorzugsweise weist jedes Schalungselement in Umfangsrichtung einen festen Abschnitt und an seinen beiden einander abgewandten Enden jeweils mindestens einen bewegbaren Abschnitt auf. Auf diese Weise liegen sich bei aneinandergesetzten Schalungselementen immer die beiden entgegengesetzten bewegbaren Abschnitte zweier benachbarter Schalungselemente einander zugewandt und können durch gegensätzliche Bewegung leicht voneinander gelöst werden.

[0011] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der bewegbare Abschnitt wenigstens eines Schalungselements, insbesondere Sektorschalungselements, konzipiert, das Schalungsteil in seiner Schalungsstellung zur Tunnelmitte hin abzustützen, wodurch vermieden wird, dass nach dem Einfüllen von Beton in den Zwischenraum zwischen dem Schalungsteil und der Tunnelwand das Schalungsteil durch den Beton nach innen gedrückt wird. Alternativ oder zusätzlich kann das Schalungsteil auch durch die Tragstruktur der Schalungsvorrichtung in seiner Schalungsstellung gehalten

werden.

[0012] Die Tragstruktur weist aus diesem Grund vorzugsweise hydraulische Teleskopstreben auf, mittels derer die Schalungselemente und/oder die Schalungselemente und das Schalungsteil gegeneinander in Richtung der Tunnelwand und von dieser weg bewegt werden können. Die Teleskopstreben sind dabei vorzugsweise zum Zentrum der Tunnelröhre hin durch einen Support, z.B. die Tunnelmaschine abgestützt.

[0013] Vorzugsweise weist die Tragstruktur eine Hebevorrichtung auf, um das Schalungsteil in seine Schalungsposition zu bewegen. Eine derartige Hebevorrichtung kann insbesondere als Vakuumhebevorrichtung ausgebildet sein, die mit vergleichsweise geringem Aufwand ein lösbares Transportieren der teilweise schweren Schalungsteile auf einfache Weise ermöglicht.

[0014] Vorzugsweise ist das Schalungsteil als ein vorgefertigtes UHPC-Betonteil ausgebildet, welches mit hoher Qualität und porenfrei in einer Fabrik vor der Montage in der Tunnelröhre hergestellt werden kann. Dieses Schalungsteil bildet nach Fertigstellung der Schalung ein sehr hochwertiges Oberflächenteil des Tunnel, vorzugsweise den Tunnelboden nach dem Beenden des Schalungsvorgangs.

[0015] Das Schalungsteil überdeckt vorzugsweise zum Tunnelboden hin einen Sektor von 5 bis 90°, insbesondere 7 bis 45°, insbesondere 10 bis 25°, vorzugsweise um die 10°. Auf diese Weise wird ein sehr hochwertiger porenfreier Tunnelboden gebildet, was für die weiteren Arbeiten im Tunnel als auch für die Endverwendung des Tunnels wichtig ist.

[0016] Vorzugsweise sind in der Schalungsvorrichtung die Sektorschalungselemente oder das Sektorschalungselement im Bodenbereich durch das Schalungsteil ersetzt, so dass das Schalungsteil im Bodenbereich selbst ein Schalungselement bildet.

[0017] Vorzugsweise sind die Schalungselemente an ihren einander zugewandten Kanten über Gelenke verbunden oder verbindbar, um so eine zusammenhängende Schalung zu errichten, die leicht zusammengesetzt aber auch wieder abgebaut werden kann. Die Gelenke können auch durch Bolzen gebildet sein, die z.B. nach dem Positionieren der Schalungselemente in ihrer Schalungsstellung in fluchtende Löcher ihrer Verbindungsabschnitte gesteckt werden, womit die Schalungselemente zum Bilden einer zusammenhängenden Schalung miteinander verbunden sind. Das so gebildete Gelenk kann durch Ziehen der Bolzen gelöst werden, so dass die Schalungselemente vor und nach dem Herstellen der Schalung separat gehandhabt werden können.

[0018] Um eine Gesamtschalung einer Tunnelröhre zu bilden, bilden die Schalungselemente oder die Schalungselemente und das Schalungsteil zusammen einen Vollkreis. Dieser Vollkreis zwischen den der Schalungsfläche der Schalungselemente bzw. der Schalungsfläche der Schalungselemente bzw. des Schalungsteils und der Tunnelwand wird dann mit Beton verfüllt, wodurch sich eine geschlossene Tunnelschalung bildet.

[0019] Die Schalungsvorrichtung ist vorzugsweise an der Rückseite einer Tunnelmaschine mit einer Vortriebs-einrichtung und einem an der Vortriebs-einrichtung gehaltenen Tunnelfräskopf angeordnet, so dass die Schalung direkt nach der Tunnelfräsung durchgeführt werden kann, selbstverständlich in definierten Vortriebsabständen von z.B. 2 bis 10 m. Nach der Ausschalung ist der Tunnel sicher betretbar und für weitere Arbeiten zugänglich.

[0020] Vorzugsweise ist die Tragstruktur der Schalungsvorrichtung von der Tunnelmaschine, insbesondere der Vortriebs-einrichtung gehalten ist, so dass sie zentriert in der gerade gefrästen Tunnelröhre abgestützt werden kann. Daher benötigt man neben der ohnehin notwendigen Tunnelmaschine keine zusätzliche Abstützung für die Tragstruktur in der Tunnelröhre, um die Schalung zentriert im Tunnel anzuordnen, ohne an der Tunnelwand abgestützt zu sein.

[0021] Vorzugsweise bilden die Schalungselemente oder die Schalungselemente und das Schalungsteil einen Vollkreis, so dass erfindungsgemäß eine komplette Tunnelröhre gefertigt werden kann.

[0022] Vorzugsweise ist das Schalungsteil im unteren Sektor der Schalungsvorrichtung angeordnet, wo die höchste Beanspruchung vorliegt und/oder wo die höchsten Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit der Tunnelwandung vorliegen.

[0023] Vorzugsweise hat das Schalungsteil eine geringere Stärke als die zur erstellende Tunnelschalung. Auf diese Weise kann das Schalungsteil während der Herstellung der Tunnelröhre an seiner der Röhre abgewandten Außenseite von Beton hinterfüllt werden und somit einen integrativen Bestandteil der Tunnelschalung bilden.

[0024] Vorzugsweise sind wenigstens zwei Schalungselemente gelenkig miteinander verbunden und können daher einfacher an der Baustelle montiert werden.

[0025] Selbstverständlich können über den Umfang verteilt mehrere Schalungsteile als verlorene Schalung verwendet werden. Die Schalungselemente können ein- oder mehrteilig sein.

[0026] Folgende Begriffe werden synonym verwendet: Schalungselement - Sektorschalungselement; Schalungsvorrichtung - Schalungsanordnung; Schalungsvorrichtung - Rundschalungsvorrichtung; Tunnelröhre - Tunnelwand - Röhre - Wand der Tunnelröhre; Schalung - Tunnelschalung;

[0027] Es ist für den Fachmann selbstverständlich, dass die Merkmale der oben beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtung und des oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens beliebig miteinander kombiniert werden können.

[0028] Die Erfindung wird nachfolgend beispielsweise anhand der schematischen Zeichnung beschrieben. In dieser zeigen:

vorrichtung zur Bildung der Schalung einer kreisrunden Tunnelröhre,

Fig. 2 einen Teilquerschnitt im Bodenbereich der Tunnelröhre aus Fig. 1,

Fig. 3 eine Querschnittsansicht einer Tunnelröhre mit einer Vollkreisrundschalungsmaschine mit vier aneinandergrenzenden Schalungselementen, wobei das Schalungsteil an einem unteren Schalungselement abgestützt ist,

Fig. 4 eine Querschnittsansicht gemäß Fig. 3, bei welcher die Schalungselemente in Schalungsstellung verbunden und Beton in den Zwischenraum zwischen der Schalungsfläche der Schalungselemente und der Tunnelröhre eingefüllt ist,

Fig. 5 das Endstadium der gebildeten Tunnelschalung gemäß Fig. 3 und 4, unter Entfernung der Schalungselemente nach Wegklappen der beweglichen Abschnitte der Schalungselemente

Fig. 6 eine Querschnittsansicht einer alternativen Ausführungsform der Erfindung, bei dem das Schalungsteil einen Teil der Schalung bildet, während der Montage eines Schalungsteils im Bodenbereich der Schalungsvorrichtung,

Fig. 7 eine Querschnittsansicht ähnlich Fig. 6, bei welcher das Schalungsteil sowohl an benachbarten Schalungselementen als auch an einer Tragstruktur der Schalungsvorrichtung abgestützt ist, nach dem Einfüllen des Schalungsbetons,

Fig. 8 eine Querschnittszeichnung gemäß Fig. 6 und 7 nach Fertigstellung der Tunnelschalung vor dem Abnehmen der Schalungselemente.

[0029] Fig. 1 zeigt eine Tunnelröhre 10, in welcher durch eine Rundschalungsvorrichtung 12 eine vollumfängliche Schalung gebildet werden soll. Die Rundschalungsvorrichtung 12 enthält eine z.B. von einer Tunnelmaschine getragene Tragstruktur 14, an der vollumfänglich mehrere Schalungselemente 16a, 16b, 16c, 16d in Umfangsrichtung aneinander angrenzend getragen sind, so dass vier Schalungselemente 16a bis 16d einen geschlossenen Vollkreis zur vollständigen Verschalung der Röhre 10 in einem Arbeitsgang bilden. Jedes Schalungselement 16a bis 16d hat eine bestimmte Länge in axialer Richtung des Tunnels, z.B. 1 bis 3 m, so dass entsprechend der zu verschalenden Länge der Tunnelröhre mehrere dieser Schalungselemente 16a bis 16d in axialer Richtung hintereinander angeordnet werden können. Die Schalungselemente 16a bis 16d werden mit ihrer der Wand der Tunnelröhre 10 zugewandten Scha-

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Schalungs-

lungsfläche 30 in einem möglichst gleichbleibenden Abstand zur Wand der Tunnelröhre 10 positioniert und der dazwischen entstehende Hohlraum wird durch Betonpumpen mit Beton verfüllt. Im Bodenbereich, das heißt an dem den Bodenbereich bildenden Schalungselement 16d, liegt ein Schalungsteil 18 an, welches an dem unteren Schalungselement 16d gehalten ist. Beim Verfüllen mit Beton verbindet sich dieses Schalungsteil 18, das vorzugsweise ebenfalls aus UHPC-Beton gebildet ist, mit dem vergossenen Beton und bildet nach dem Entfernen der Schalungsvorrichtung 12 die Bodenfläche der Tunnelschalung 20.

[0030] Ein Detail des Bodenbereichs aus Fig. 1 ist in Fig. 2 dargestellt. Gezeigt ist hier die Situation nach dem Einfüllen des Betons. Zu sehen ist die Wand der Tunnelröhre 10 mit dem unteren Schalungselement 16d und den beiden seitlichen Schalungselementen 16a und 16c und dem Schalungsteil 18, welches mit der Betonschalung 20 aus Beton eine innige Verbindung eingegangen ist, wobei die nach oben weisende Oberfläche des Schalungsteils 18 mit der sonstigen Oberfläche der Betonschalung 20 fluchtet. Auf diese Weise wird eine sehr hochwertige Tunnelschalung mit vergleichsweise geringem Aufwand erstellt, wobei eventuell noch vorhandene Einschlüsse oder Blasen in dem Beton im unteren Bereich unterhalb des Schalungsteils das optische Erscheinungsbild und die Gebrauchseigenschaften der Tunnelwand im Bodenbereich nicht beeinträchtigen.

[0031] Die Fig. 3 bis 5 zeigen noch einmal die Abfolge eines Herstellungsprozesses einer Tunnelröhre einer Rundschalungsvorrichtung gemäß den Fig. 1 und 2.

[0032] Gemäß Fig. 3 besteht jedes der Schalungselemente 16a bis 16d aus einem mittleren festen Abschnitt 22, an dessen äußeren Enden jeweils ein beweglicher Abschnitt 24, 26 über Gelenke 25, 27 schwenkbar angelenkt ist. Jedes der Sektorschalungselemente 16a bis 16d ist auf diese Weise aufgebaut. Die mittleren festen Abschnitte 22 sind dabei über Stützaufnahmen 17 mit der Tragstruktur 14 verbunden, welche hydraulische Stützzylinder 28 enthält, durch die die Sektorschalungselemente 16a bis 16d anhand der Stützaufnahmen 17 ihrer festen Abschnitte 22 aufeinander zu bzw. voneinander weg bewegt werden können, d.h. in Richtung auf die Wand der Tunnelröhre 10 oder von dieser weg. Fig. 3 zeigt die Rundschalungsvorrichtung 12 nach dem mittleren Positionieren in der Tunnelröhre, z.B. an einer Tunnelmaschine. Die Sektorschalungselemente 16a bis 16d werden dann, wie es in Fig. 4 gezeigt ist, nach außen gefahren, wo die beweglichen Abschnitte 24, 26 um die Gelenke 25, 27 in ihre Schalungsstellung geschwenkt werden, in welcher sie in Umfangsrichtung mit dem mittleren festen Abschnitt 22 fluchten. Auf diese Weise wird ein zusammenhängender Schalungs-Vollkreis gebildet. Zwischen den beweglichen Abschnitten 24, 26 einander zugewandter Sektorschalungselemente 16a bis 16d ist eine schräge Anlagefläche 29 gebildet, die gegenüber der entsprechenden angrenzenden Schalungsfläche in einem Winkel von 25 bis 60° geneigt ist, insbesondere

in einem Winkel von 45°, was eine bessere Dichtigkeit zwischen den beweglichen Abschnitten 24, 26 der benachbarten Sektorschalungselemente 16a - 16d mit sich bringt.

[0033] Fig. 4 zeigt die Situation bereits nach dem Einfüllen des Betons, wobei das Schalungsteil 18 fest gegen die Schalungsfläche 30 des unteren Schalungselements 16d anliegt, so dass die Oberfläche des Schalungsteils 18 nach dem Entfernen der Schalungselemente 16a bis 16d, wie es in Fig. 5 gezeigt ist, mit der Oberfläche 34 des Schalungsteils 18 fluchtet. Das Schalungsteil 18 verbleibt somit nach dem Entfernen der Rundschalungsvorrichtung 12 als integrativer Bestandteil der Betonschalung 20 in der Tunnelröhre 10. Somit wird insbesondere im viel genutzten Bodenbereich des Tunnels ein sehr hochwertiger und porenfreier Bodenbereich durch das Schalungsteil 18 gebildet.

[0034] Die Fig. 6 bis 8 zeigen eine alternative Ausführungsform der Erfindung, bei der das Schalungsteil 18 selber ein unteres Schalungselement bildet und somit den Bodensektor des Tunnels in einem Sektor von etwa 20 bis 40° abdeckt.

[0035] Die Rundschalungsvorrichtung 40 aus Fig. 6 enthält eine Tragstruktur 42 mit einer Vakuumhebevorrichtung 44, die eine Vakuumansaugfläche 46 aufweist, um das Schalungsteil 18 großflächig anzusaugen. Die Rundschalungsvorrichtung 40 enthält weiterhin in Umfangsrichtung der Tunnelröhre 10 drei aneinandergrenzende Schalungselemente 48a bis c (der nicht abgebildete Bereich ist spiegelbildlich ausgebildet), nämlich zwei seitliche Schalungselemente 48a, 48c und ein oberes Schalungselement 48b, die vorzugsweise jeweils über Gelenke 49 miteinander schwenkbar verbunden sind. Die Gelenke 49 können auch durch Bolzen gebildet sein, die nach dem Positionieren der Schalungselemente 48a, 48b in fluchtende Löcher ihrer Verbindungsabschnitte gesteckt werden. Somit kann das Gelenk durch Ziehen der Bolzen gelöst werden, so dass die Schalungselemente 48a, b vor und nach dem Herstellen der Schalung separat gehandhabt werden können. Die beiden seitlichen Schalungselemente 48a, 48c haben jeweils an ihrer Unterkante einen beweglichen Abschnitt 50, der, wie es in Fig. 7 zu sehen ist, mit einem Andruckteil 51 an der Oberseite des Schalungsteils 18 anliegt und somit das Schalungsteil 18 zur Tunnelinnenseite hin abstützt. Zudem ist das Schalungsteil 18 an vorzugsweise an zwei Punkten durch relativ zueinander längenausfahrbare vertikale Abstützteile 52, 54 zur Tragstruktur 42 hin abgestützt.

[0036] Fig. 8 zeigt den Querschnitt nach dem Vergießen des Zwischenraums zwischen den Schalungsflächen 30, der Schalungselemente 48a bis 48c bzw. dem Schalungsteil 18 und der Wand der Tunnelröhre 10, wobei die so gebildete Tunnelwand 20 in ihrem Bodenbereich zur Tunnelmitte hin durch das Schalungsteil 18 gebildet ist. Das Schalungsteil 18 fungiert somit in dieser Ausführungsform während der Herstellung der Tunnelröhre als unteres Schalungselement, welches mit den

drei anderen Schalungselementen 48a bis 48c der Rundschalungsvorrichtung 40 zusammenwirkt.

[0037] Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern kann im Schutzbereich der nachfolgenden Patentansprüche variiert werden.

Bezugszeichenliste:

[0038]

10	Tunnelröhre	
12	erste Ausführungsform einer Rundschalungsvorrichtung	
14	Tragstruktur	
16a-d	Schalungselemente	
17	Stützaufnahmen der Schalungselemente für die Haltestruktur	
18	Schalungsteil	
20	Tunnelschalung - Betonschalung - Beton zwischen Wand der Tunnelröhre und Schalungselement/Schalungsteil	
22	(mittlerer) fester Abschnitt des Schalungselements	
24	erster beweglicher Abschnitt des Schalungselements	
25	Gelenk zwischen festem und erstem beweglichen Abschnitt	
26	zweiter beweglicher Abschnitt des Schalungselements	
27	Gelenk zwischen festem und zweitem beweglichen Abschnitt	
28a,b	hydraulische Stützzylinder der Tragstruktur	
29	schräge Anlagefläche zwischen zwei benachbarten beweglichen Abschnitten	
30	Schalungsfläche des Schalungselements	
40	zweite Ausführungsform einer Rundschalungsvorrichtung	
42	Tragstruktur	
44	Vakuumhebevorrichtung für das Schalungsteil	
46	Vakuumsaugfläche der Vakuumhebevorrichtung	
48a-c	Schalungselemente	
49	Gelenke zwischen den Schalungselementen	
50	beweglicher Abschnitt des Schalungselements	
51	Andruckteil	
52	erstes Teleskopabstützteil	
54	zweites Teleskopabstützteil	

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ausschalen einer insbesondere kreisrunden Tunnelröhre (10), bei welchem eine Schalungsvorrichtung (12; 40) verwendet wird, die Schalungselemente (16a-d; 48a-c) mit einer Schalungsfläche (30) aufweist, wobei die Schalungsflächen (30) der Schalungselemente (16a-d; 48a-c) ei-

ner Tunnelwand zugewandt angeordnet werden und anschließend der Zwischenraum zwischen der Schalungsfläche der Schalungselemente (16a-d; 48a-c) und der Tunnelwand mit Beton vergossen wird,

dadurch gekennzeichnet, dass zumindest in einem Sektor der Schalungsvorrichtung (12; 40) wenigstens ein Schalungsteil (18) als verlorene Schalung (20) der Tunnelwand zugewandt angeordnet wird, wobei das Schalungsteil (18) beim Vergießen des Zwischenraums mit dem Beton integriert verbunden wird und die Oberfläche der Schalung (20) bildet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Schalungsteil (18) ein vorgefertigtes Schalungsteil (18) in der Schalungsvorrichtung (12; 40) verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalungsvorrichtung (12; 40) das Schalungsteil (18) zum Tunnelinnenraum hin abstützt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schalungsteil (18) die Schalungsfläche der Schalungsvorrichtung (12; 40) im unteren Tunnelbereich bildet.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schalungsteil (18) mit einer Vakuumhebevorrichtung auf seine Endposition herabgelassen wird, woraufhin das Schalungsteil (18) durch die Schalungsvorrichtung (12; 40) relativ zu den Schalungselementen (16a-d; 48a-c) in Position gehalten wird und der Zwischenraum zwischen den Schalungselementen (16a-d; 48a-c) bzw. dem Schalungsteil (18) und der Tunnelwand mit Beton vergossen wird, wobei eine innige Verbindung zwischen dem Schalungsteil (18) und dem Beton entsteht, wonach die Schalungselemente (16a-d; 48a-c) entfernt werden.

6. Vorrichtung (12; 40) zur Ausschalung einer Tunnelröhre (10), umfassend eine Tragstruktur (14; 42) zum Abstützen von Schalungselementen (16a-d; 48a-c) der Schalungsvorrichtung (12; 40), welche Schalungselemente (16a-d; 48a-c) aneinandergesetzt zumindest einen Teilumfang der Tunnelröhre (10) abdecken und zumindest zeitweise an der Tragstruktur (14; 42) abgestützt sind, welche Schalungsvorrichtung (12; 40) ein unteres Schalungsteil (18) als verlorene Schalung aufweist, welches von der Tragstruktur (14; 42) und/oder wenigstens einem Schalungsteil (18) in einem Sektor der Tunnelröhre (10) während des Bildens der Schalung (20) in Position gehalten wird und dazu konzipiert ist, beim Vergießen der Tunnelröhre (10) sich mit dem Scha-

lungsbeton innig zu verbinden und dabei einen Teil der Tunnelschalung (20) zu bilden.

7. Vorrichtung (12; 40) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eines der Sektorschalungselemente (16a-d; 48a-c) einen festen Abschnitt (22) umfasst und wenigstens einen bewegbaren Abschnitt (24, 26), der relativ zu dem festen Abschnitt (22) zwischen einer geschlossenen Schalungsstellung und einer offenen Montagestellung bewegbar, insbesondere schwenkbar ist, wobei in der Schalungsstellung die Schalungsflächen des festen und bewegbaren Abschnitts (22, 24, 26) fluchten. 5
10
8. Vorrichtung (12; 40) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Sektorschalungselement einen festen Abschnitt (22) und an seinen beiden in Umfangsrichtung einander abgewandten Enden jeweils mindestens einen bewegbaren Abschnitt (24, 26) umfasst. 15
20
9. Vorrichtung (12; 40) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bewegbare Abschnitt (24, 26; 50) konzipiert ist, das Schalungsteil (18) in der Schalungsstellung zur Tunnelmitte hin abzustützen. 25
10. Vorrichtung (12; 40) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragstruktur (14; 42) eine Hebevorrichtung (44) aufweist, um das Schalungsteil (18) in seine Schalungsposition zu bewegen. 30
11. Vorrichtung (12; 40) nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hebevorrichtung (44) als Vakuumhebevorrichtung ausgebildet ist. 35
12. Vorrichtung (12; 40) nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schalungsteil (18) ein vorgefertigtes Schalungsteil, insbesondere ein UHPC-Betonteil ist. 40
13. Vorrichtung (12; 40) nach einem der Ansprüche 6 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schalungsteil (18) einen Sektor von 5 bis 20°, insbesondere 10° überspannt. 45
14. Vorrichtung (12; 40) nach einem der Ansprüche 6 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sektorschalungselemente (16a-d; 48a-c) im Bodenbereich durch das Schalungsteil (18) ersetzt sind. 50
15. Tunnelmaschine mit einer Vortriebseinrichtung und einem an der Vortriebseinrichtung gehaltenen Tunnelfräskopf und einer relativ zur Vortriebsrichtung der Vortriebseinrichtung an dessen Rückseite angeordneten Schalungsvorrichtung (12; 40) nach einem 55

der Ansprüche 6 bis 14.

16. Tunnelmaschine nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragstruktur (14; 42) der Schalungsvorrichtung (12; 40) von der Vortriebseinrichtung gehalten ist.

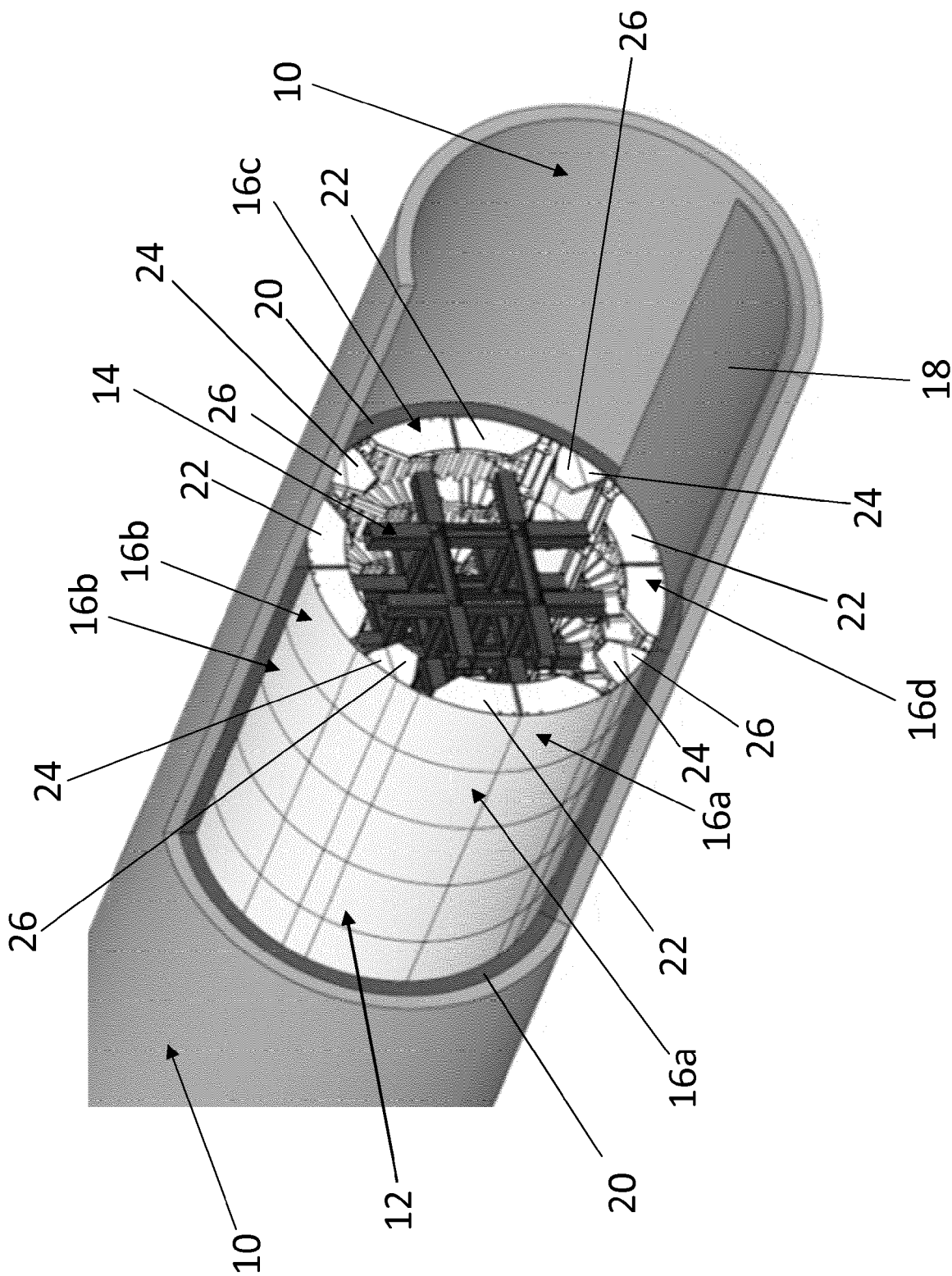
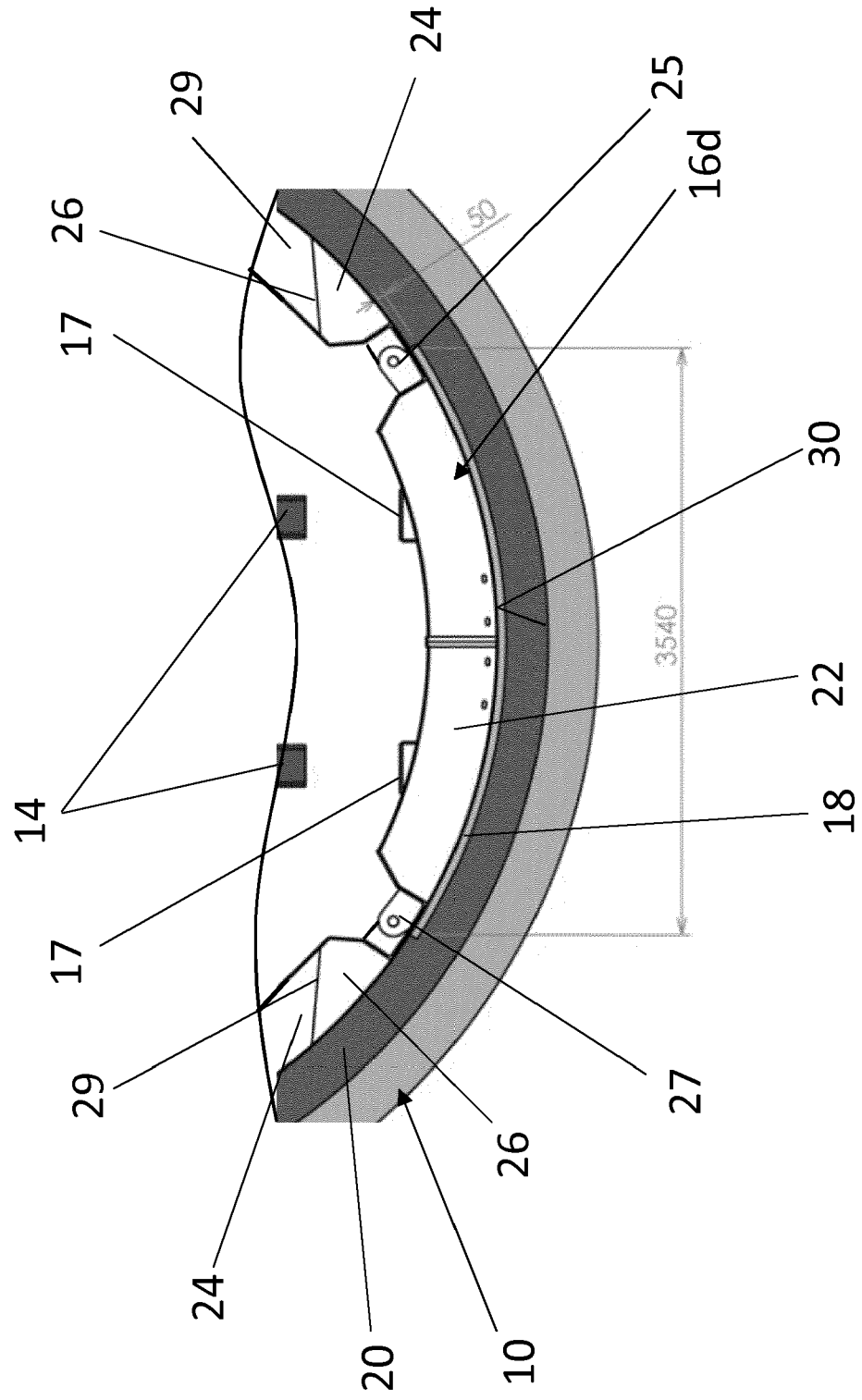


Fig. 1

Fig. 2



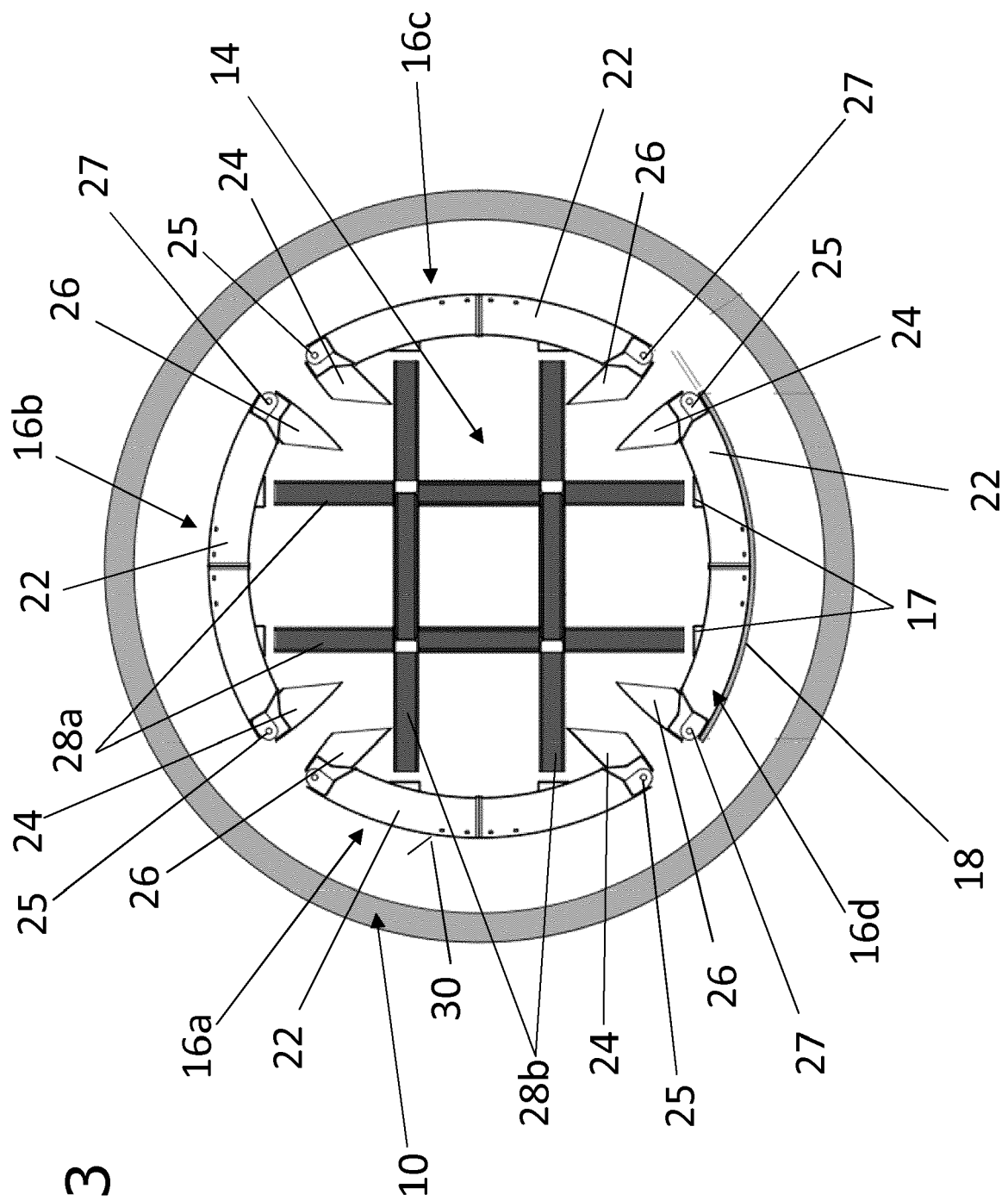


Fig. 3

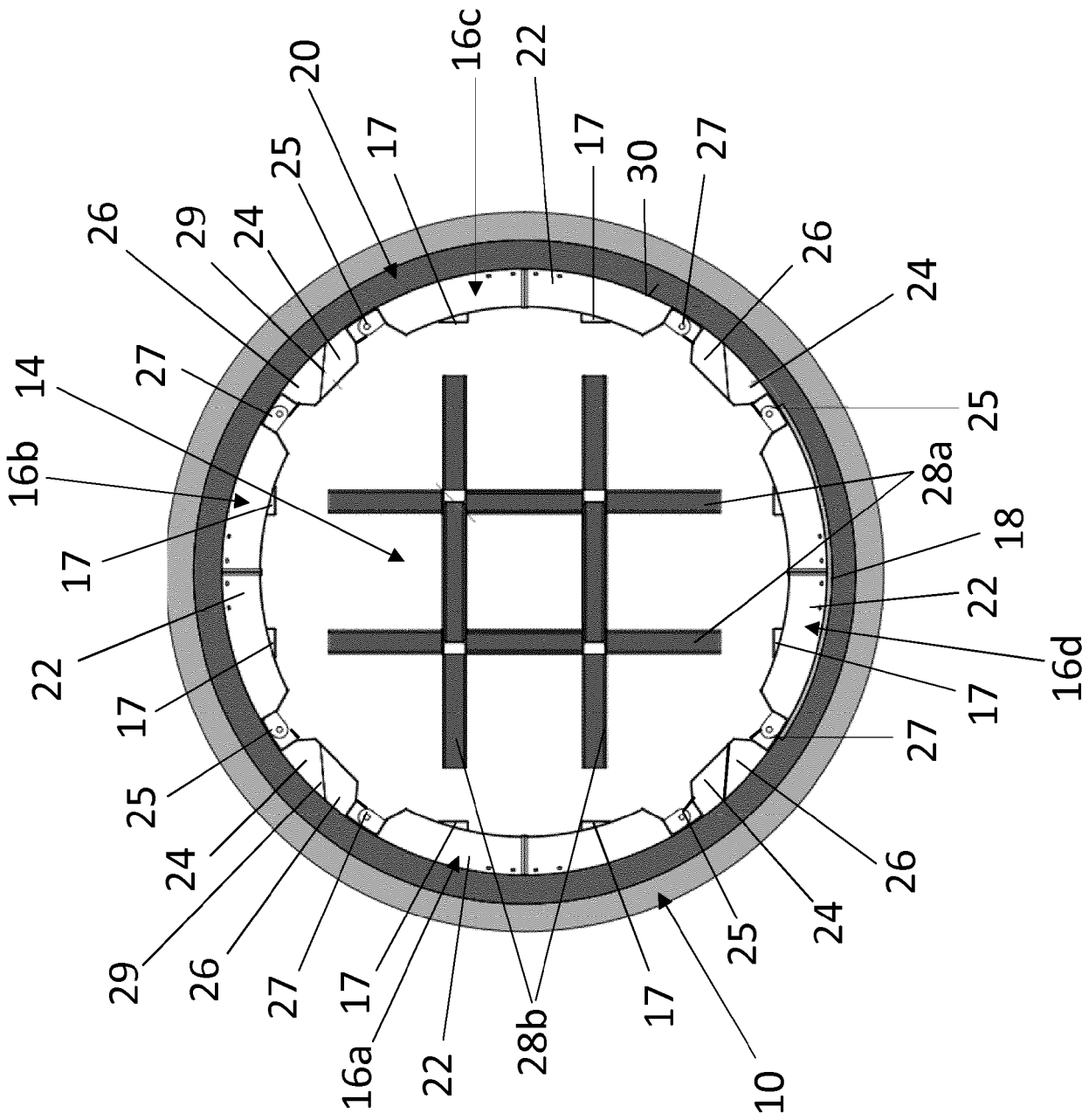
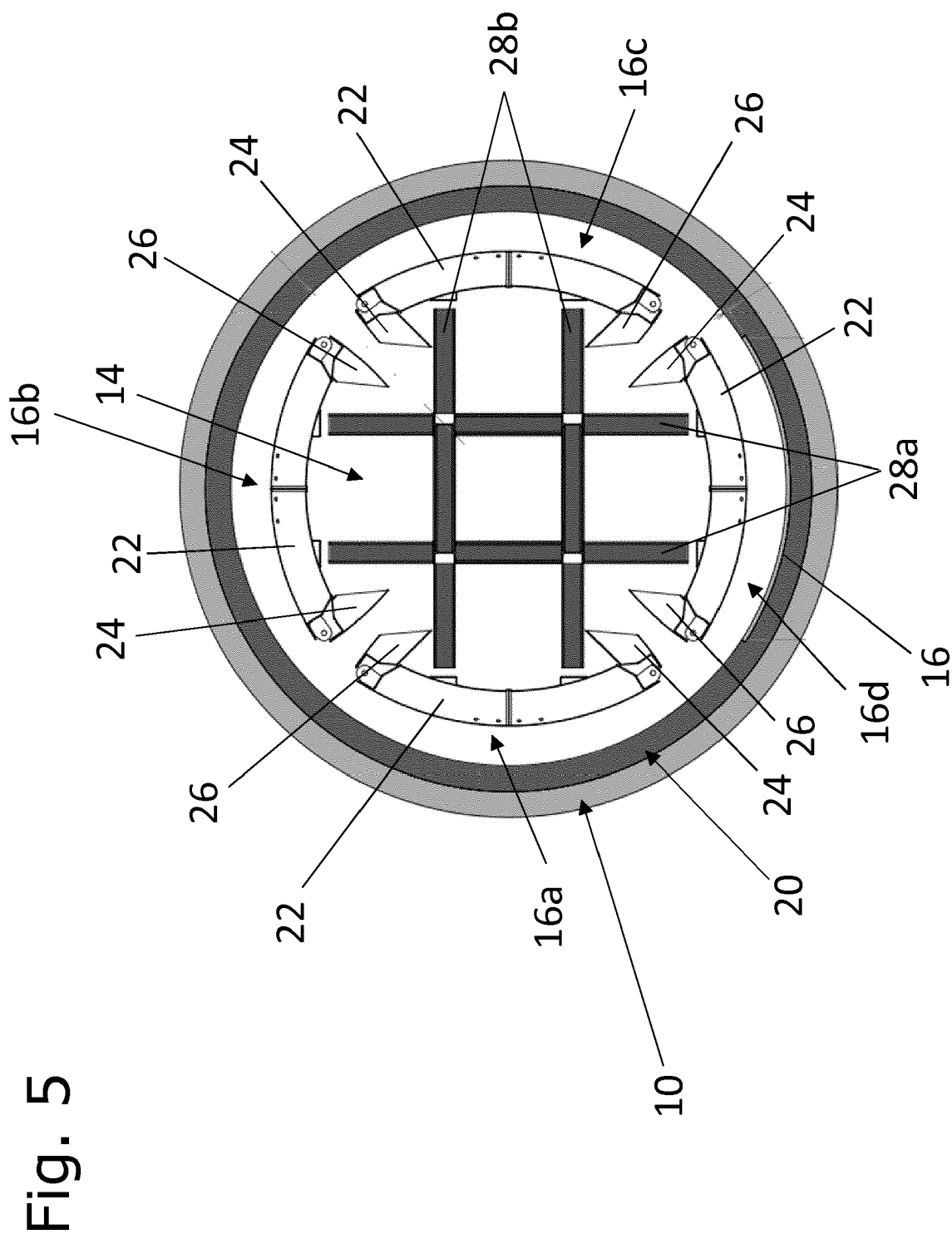


Fig. 4



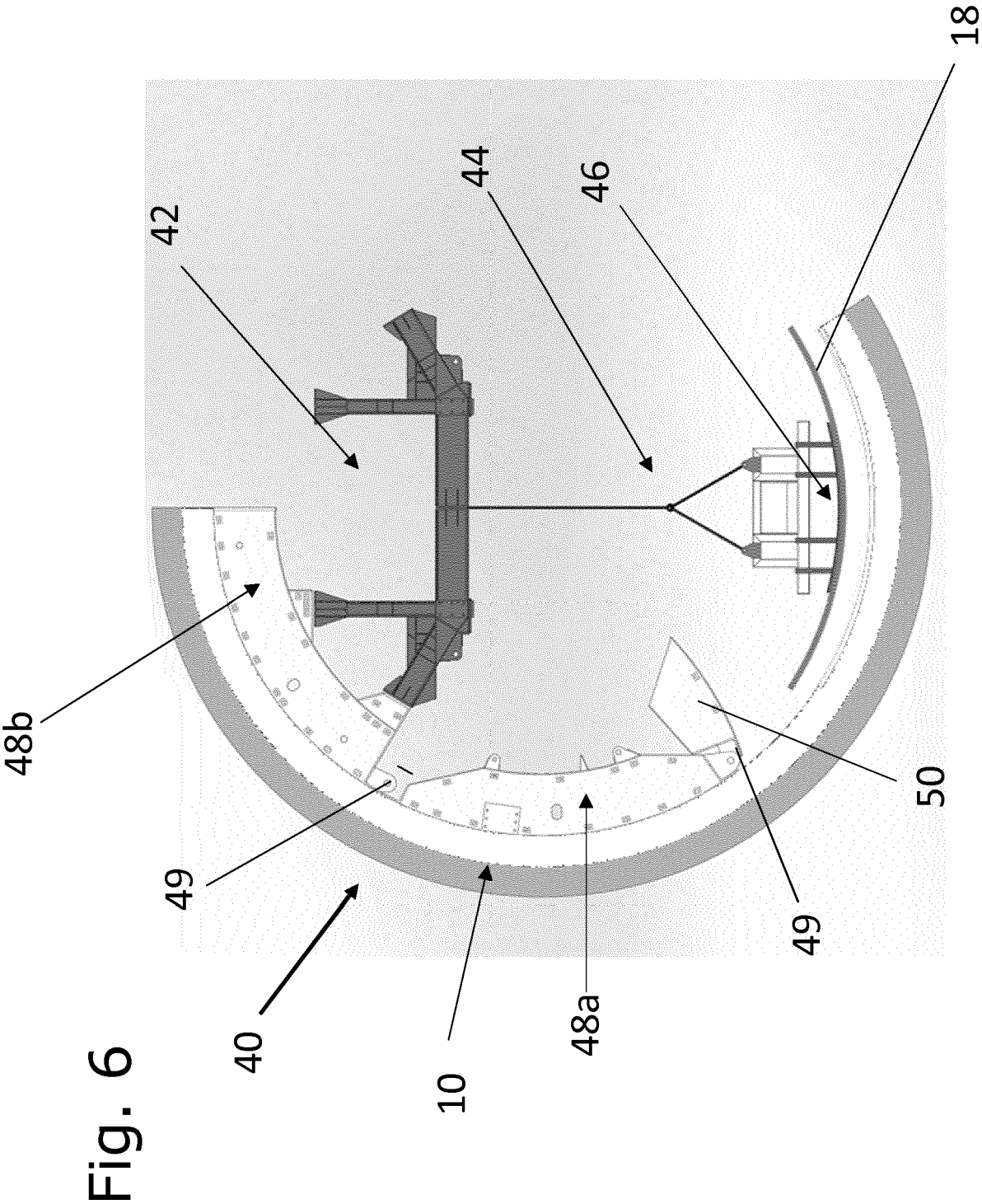
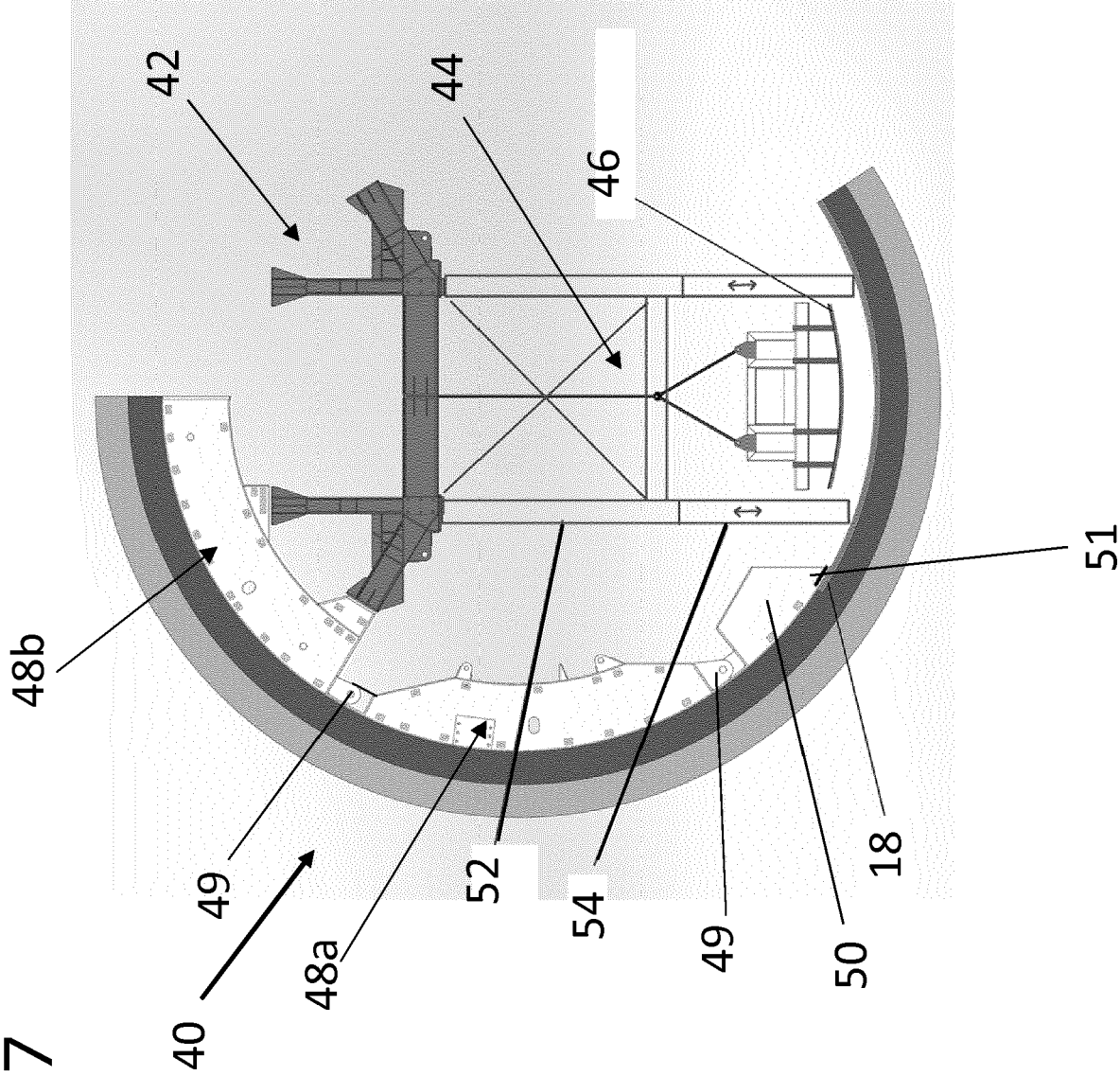
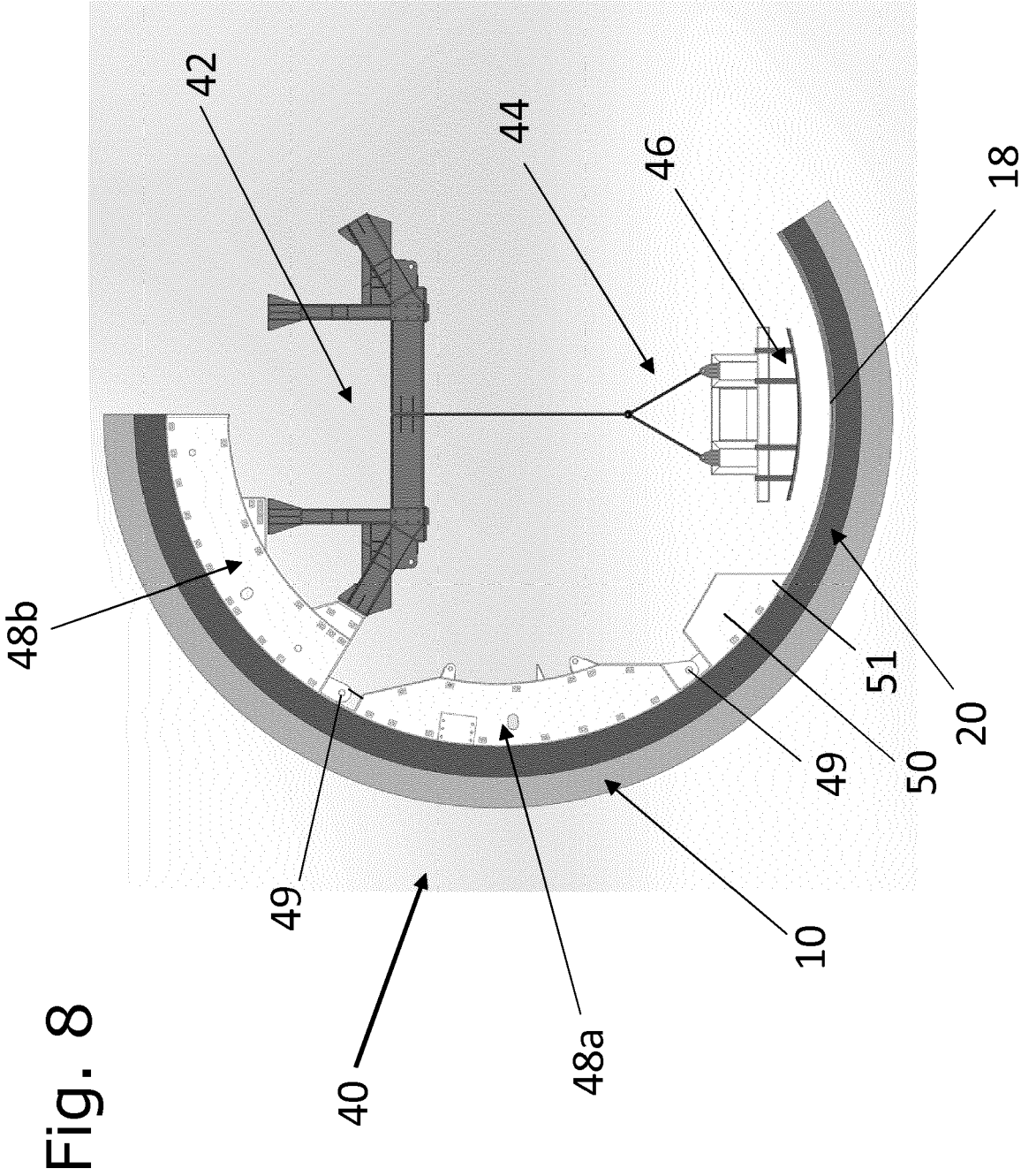


Fig. 7







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 16 2942

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 2012/121337 A1 (RICHARDSON GEORGE DAVID [CA] ET AL) 17. Mai 2012 (2012-05-17) * Absätze [0028] - [0035], [0040], [0043], [0045] - [0049], [0054], [0061], [0064], [0067], [0071], [0073] - [0074], [0076], [0079], [0081] * * Abbildungen 1b,2-6 *	1-16	INV. E21D11/10
X	US 2 264 054 A (SAROSDY LOUIS J) 25. November 1941 (1941-11-25) * Abbildungen 1-5,8 * * Seite 1, Spalte 1, Zeile 54 - Seite 2, Spalte 2, Zeile 6 *	1-13	
X	DE 25 50 030 B1 (KLEE OTTO) 31. März 1977 (1977-03-31) * Abbildungen 7-13 * * Spalte 10, Zeilen 40-43 * * Spalte 13, Zeile 36 - Spalte 15, Zeile 5 * * Spalte 16, Zeile 25 - Spalte 17, Zeile 43 *	1-13	
A	DE 38 11 585 A1 (STETTER GMBH [DE]) 19. Oktober 1989 (1989-10-19) * das ganze Dokument *	1-16	E21D E21F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		6. August 2018	Pasquini, Matteo
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 03.82 (P04C03)

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

EP 18 16 2942

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.

06-08-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 2012121337	A1	17-05-2012	CA 2714763 A1		20-03-2012
				US 2012121337 A1		17-05-2012
15	US 2264054	A	25-11-1941	----- KEINE -----		
	DE 2550030	B1	31-03-1977	----- KEINE -----		
20	DE 3811585	A1	19-10-1989	DE 3811585 A1		19-10-1989
				EP 0336331 A1		11-10-1989
				JP H0224496 A		26-01-1990
				US 4892441 A		09-01-1990
25	-----					
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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