



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.05.2017 Patentblatt 2017/20

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

(21) Anmeldenummer: **16196242.8**

(22) Anmeldetag: **28.10.2016**

(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:
MA MD

(30) Priorität: **16.11.2015 AT 509742015**

(71) Anmelder: **ÖSTU-STETTIN Hoch- und Tiefbau GmbH**
8700 Leoben (AT)

(72) Erfinder:
• **Lamprecht, Andreas**
8700 Leoben (AT)
• **Pacher, Harald**
8753 Hetzendorf (AT)

(74) Vertreter: **Wirnsberger, Gernot**
Wirnsberger & Lerchbaum Patentanwälte OG
Mühlgasse 3
8700 Leoben (AT)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM AUSBAU EINES TUNNELS**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zum Ausbau eines Tunnels, umfassend zumindest ein Schalungselement (3) mit zumindest einer Betonieröffnung (7), eine Einrichtung zum Transportieren von flüssigem Beton (4) durch die Betonieröffnung (7) in einen hinter dem Schalungselement (3) angeordneten Hohlraum, insbesondere eine Betonpumpe (5a). Um einen Ausbau eines Tunnels auch mit unerfahrenem Personal prozesssicher durchführen zu können, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass zumindest ein Sensor vorgesehen ist, mit welchem eine Zustandsgröße eines im Hohlraum befindlichen Betons (4) und/oder eine Belastung des Schalungselementes (3) kontinuierlich während eines Betoniervorganges messbar ist, wobei eine Überwachungseinrichtung vorgesehen ist, mit welcher ein Messwert des zumindest einen Sensors mit einem in einer Datenspeicher gespeicherten Sollwert vergleichbar ist, wobei der Sollwert abhängig von einem Fortschritt des Betoniervorganges ist, insbesondere abhängig von einer gemessenen Zeit und/oder von einer Menge eines bereits in den Hohlraum transportierten Betons (4).

Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Ausbau eines Tunnels, wobei flüssiger Beton (4) mittels einer Einrichtung, insbesondere einer Betonpumpe (5a), durch zumindest eine Betonieröffnung (7) in einen Hohlraum zwischen einem Schalungselement (3) und einem Gebirge (2) transportiert wird.

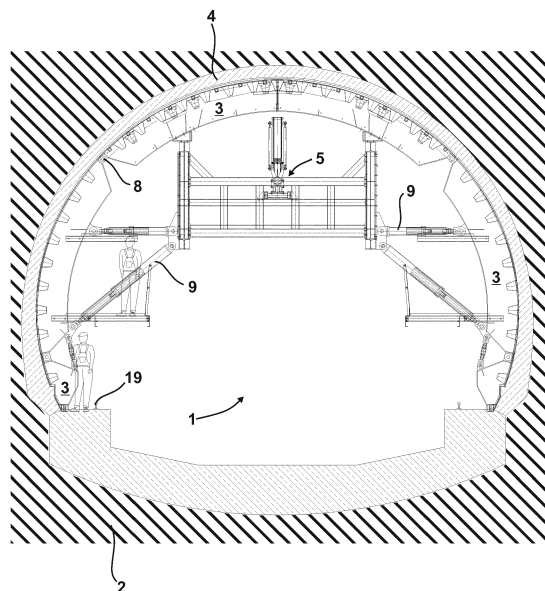


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ausbau eines Tunnels, umfassend zumindest ein Schalungselement mit zumindest einer Betonieröffnung, eine Einrichtung zum Transportieren von flüssigem Beton durch die Betonieröffnung in einen hinter dem Schalungselement angeordneten Hohlraum, insbesondere eine Betonpumpe.

[0002] Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Ausbau eines Tunnels, wobei flüssiger Beton mittels einer Einrichtung, insbesondere einer Betonpumpe, durch zumindest eine Betonieröffnung in einen Hohlraum zwischen einem Schalungselement und einem Gebirge transportiert wird.

[0003] Eine Einbringung von Beton ist ein entscheidender Prozessschritt bei einer Herstellung einer Innenschale eines Tunnels. Dabei wird ein Hohlraum zwischen einer Schalung und einem Gebirge bzw. einem Berg oder einer Gegenschalung, welche auch als Konterschaltung bezeichnet wird, mit Frischbeton aufgefüllt. In einem ersten Schritt wird der Hohlraum in der Regel gleichmäßig von beiden Seiten aus befüllt, wonach in einem zweiten Schritt der eingefüllte Beton mit einem Schließdruck verpresst wird. Während beider Prozessschritte ist darauf zu achten, einen zulässigen Schalungsdruck nicht zu überschreiten, da andernfalls die Schalung beschädigt werden kann.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Vorrichtungen und Verfahren der eingangs genannten Art zum Ausbau eines Tunnels bekannt geworden. Dabei wird in einem beispielsweise mittels Sprengung gebildeten Tunnel in einem Gebirge eine Schalung errichtet, wonach ein Hohlraum zwischen der Schalung und dem Gebirge, ein sogenannter Ringraum, mit Beton gefüllt wird, um einen stabilen bzw. ausgekleideten Tunnel zu erreichen. Weiter ist es aus dem Stand der Technik bekannt, hierzu sogenannte Schalwagen einzusetzen, welche nach Einbringung von Beton in den Ringraum und Aushärten des Betons entlang einer Ausbaurichtung des Tunnels verfahren werden können, um einen weiteren Abschnitt des Tunnels auszubauen.

[0005] Schwierigkeiten bei einem Tunnelausbau ergeben sich bei Vorrichtung und Verfahren des Standes der Technik insbesondere bei einem Einbringen eines flüssigen Betons in den Ringraum. Entsteht im Ringraum ein beispielsweise durch eine zu große Menge an flüssigem bzw. noch nicht ausgehärtetem Beton verursachter zu hoher hydrostatischer Druck, wird die Schalung mechanisch überbeansprucht und kann sich über ein zulässiges Maß hinaus verformen oder sogar brechen. Damit sind einerseits eine Verletzungsgefahr für vor Ort tätiges Personal und andererseits hohe Kosten verbunden. Wird in den Ringraum eine nicht ausreichende Menge Beton aufgrund eines zu geringen Schließdruckes eingebracht, bleiben Hohlräume bestehen, sodass der Ausbau eine gewünschte Festigkeit nicht erreicht und beispielsweise einem Gebirgsdruck nicht standhalten kann.

[0006] Das Ziel, den Ringraum sicher, vollständig und mit optimaler Geschwindigkeit zu befüllen, kann häufig nur durch Einsatz von Personal mit entsprechend großer Erfahrung erreicht werden, welches beispielsweise anhand von Geräuschen in der Schalung erkennt, ob ein aktueller Druck ausreichend bzw. welche Druckerhöhung erforderlich und zulässig ist, um ein optimales Befüllen des Ringraumes mit Beton zu erreichen.

[0007] Bisherige Versuche, eine Automatisierung durch Messung eines Druckes in der Schalung zu erreichen, sind gescheitert, da sich gezeigt hat, dass ein Druck insbesondere in einem oberen Bereich des Ringraumes, also im Bereich der Firste, bzw. auf der Schalung keine direkten Rückschlüsse auf eine Höhe des Betons bzw. einen Füllgrad zulässt, da ein lokaler Druck im flüssigen Beton aufgrund der besonderen rheologischen Eigenschaften von Beton zusätzlich zu einem hydrostatischen Druck von weiteren Faktoren abhängig ist.

[0008] Hier setzt die Erfindung an. Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, mit welcher ein Ausbau eines Tunnels auf qualitativ hochwertige, technisch verifizierbare und gleichzeitig effiziente Weise auch mit unerfahrenem Personal erfolgen kann.

[0009] Des Weiteren soll ein Verfahren der eingangs genannten Art angegeben werden, mit welchem ein Ausbau eines Tunnels prozesssicher auch mit unerfahrenem Personal hergestellt werden kann.

[0010] Die erste Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung der eingangs genannten Art gelöst, bei welcher zumindest ein Sensor vorgesehen ist, mit welchem eine Zustandsgröße eines im Hohlraum befindlichen Betons und/oder eine Belastung des Schalungselementes kontinuierlich während eines Betoniervorganges messbar ist, wobei eine Überwachungseinrichtung vorgesehen ist, mit welcher ein Messwert des zumindest einen Sensors mit einem in einer Datenspeicher gespeicherten Sollwert vergleichbar ist, wobei der Sollwert abhängig von einem Fortschritt des Betoniervorganges ist, insbesondere abhängig von einer gemessenen Zeit und/oder von einer Menge eines bereits in den Hohlraum transportierten Betons.

[0011] Im Rahmen der Erfindung wurde erkannt, dass eine direkte Messung eines Füllgrades des Ringraumes bzw. einer Höhe eines flüssigen Betons in einem oberen Bereich des Ringraumes zwar aufgrund der besonderen rheologischen Eigenschaften von Beton nicht möglich ist, jedoch auch die tatsächlich messbaren Werte für eine Überwachung eines Betoniervorganges im Rahmen eines Tunnelausbaues genutzt werden können.

[0012] So können Zustandsgrößen wie Druck, Temperatur, Leitfähigkeit oder dergleichen im Beton im Ringraum oder Belastungen der Schalungselemente während eines Verfüllens des Ringraumes mit gemessenen Daten verglichen werden, welche zuvor bei einem erfolgreich abgeschlossenen Betoniervorgang gemessen wurden, um auf Abweichungen von einem Sollzustand zu schließen. Sobald Daten eines erfolgreichen Betonier-

vorganges vorliegen, welcher beispielsweise unter Anwesenheit von erfahrenem Personal durchgeführt wird und als Referenz-Betoniervorgang bezeichnet werden kann, kann das Verfahren somit auch ohne die Anwesenheit von erfahrenem Personal durchgeführt werden. Die gemessenen Zustandsgrößen können sämtliche Zustandsgrößen sein, welche einen Rückschluss auf einen Zustand des Betons im Hohlraum zulassen. Besonders bewährt hat es sich, einen lokalen Druck an verschiedenen Positionen im Ringraum zu messen. Die Belastung des Schalungselementes kann direkt im bzw. am Schalungselement, beispielsweise durch Dehnungssensoren, gemessen werden. Die Belastung kann jedoch auch indirekt gemessen werden, beispielsweise über Stützen und Streben, mit welchen das zumindest eine Schalungselement gegenüber einem Untergrund abgestützt wird.

[0013] Ein technisch verifizierbarer Ausbau eines Tunnels kann mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung durch laufende Überprüfung, Dokumentation und Überwachung des Ausbavorganges erreicht werden.

[0014] Als Betoniervorgang wird das Verfahren zur Einbringung und Aushärtung von Beton in den Hohlraum zwischen Schalung und Gebirge im Rahmen des Tunnelausbaues bezeichnet. Die Überwachungseinrichtung ist üblicherweise auch zur Erfassung eines Fortschrittes des Betoniervorganges eingerichtet. Ein Fortschritt des Betoniervorganges kann auf einfache Weise beispielsweise durch Messung einer Zeit ab Beginn des Betoniervorganges bzw. einer Betonierzeit und/oder durch Messung einer seit Beginn des Betoniervorganges in den Hohlraum transportierten Menge Beton erfolgen. Es kann dann einem Fortschritt des Betoniervorganges, beispielsweise einer bestimmten Zeit seit Beginn des Betoniervorganges, ein definierter Sollwert für den zumindest einen Sensor zugeordnet werden, sodass einfach feststellbar ist, ob ein aktueller Betoniervorgang dem Referenz-Betoniervorgang entspricht bzw. wann eine Abweichung erfolgt.

[0015] Günstig ist es, wenn mittels der Überwachungseinrichtung ein in den Hohlraum transportierter Volumenstrom des Betons abhängig von einer Abweichung des zumindest einen Messwertes vom Sollwert regelbar ist. Dies ermöglicht auf einfache Weise ein Wiederholen eines zuvor aufgezeichneten Referenz-Betoniervorganges, sodass gewährleistet werden kann, dass der Betoniervorgang beschädigungsfrei und effizient erfolgt, auch wenn kein erfahrenes Personal vor Ort ist. Die Regelung kann dabei beispielsweise mit manuellem Eingriff anhand eines von der Überwachungseinrichtung ausgegebenen Signals oder vollautomatisiert erfolgen.

[0016] Üblicherweise sind mehrere Sensoren zur Erfassung von Zustandsgrößen des Betons im Ringraum und Belastungen des oder der Schalungselemente vorgesehen, sodass für mehrere Sensoren entsprechende Messwerte während eines Betoniervorganges bzw. abhängig von einem Fortschritt des Betoniervorganges vorliegen. Es wird dann die Betonpumpe mit Vorteil derart

geregelt, dass an entsprechenden Sensoren während des Betoniervorganges Messwerte entsprechend jenen erzielt werden, welche während des Referenz-Betoniervorganges bei entsprechendem Fortschritt des Betoniervorganges aufgezeichnet wurden. Es versteht sich somit, dass die Regelung des Betoniervorganges in der Regel derart erfolgt, dass eine Abweichung der bei einem aktuellen Fortschritt des Betoniervorganges gemessenen Werte der Sensoren von den im Datenspeicher gespeicherten Werten bei entsprechendem Fortschritt reduziert wird oder gänzlich verschwindet.

[0017] Sofern ein Drucksensor als Sensor zur Erfassung einer Zustandsgröße des Betons im Ringraum eingesetzt wird, sind die mit diesem Drucksensor gemessenen Druckwerte im Ringraum einerseits abhängig von einem auf den Sensor wirkenden hydrostatischen Druck. Andererseits kann sich auch eine lokale Druckerhöhung aufgrund eines Einpressens des Betons in den Ringraum unter Druck abhängig von einem Abstand des Sensors von einer Betonieröffnung, durch welche der Beton in den Hohlraum gepresst wird, auf den mit dem Sensor gemessenen Druckwert auswirken. Die Messwerte geben somit insbesondere in einem oberen Bereich des Ringraumes unmittelbar keine genaue Auskunft über eine Höhe einer flüssigen Betonsäule über dem jeweiligen Sensor. Allerdings ist eine Regelung der Betonpumpe derart möglich, dass beispielsweise abhängig von einer verstrichenen Zeit eines Betoniervorganges oder einer Menge eines durch die jeweilige Betonieröffnung transportierten Betons ein Rückschluss darüber möglich ist, ob ein aktueller Betoniervorgang von einem als optimal definierten Betoniervorgang bzw. einem Referenz-Betoniervorgang abweicht, bei welchem weder Hohlräume im Ringraum noch ein unzulässig hoher Druck erzielt wurden. Anders ausgedrückt wird erfindungsgemäß eine Durchführung des Verfahrens ohne erfahrenes Personal dadurch erreicht, dass bei einem Betoniervorgang gezielt Messwerte an einem oder mehreren Sensoren durch eine entsprechende Regelung der Betonpumpe reproduziert werden, wenngleich die Messwerte selbst keinen direkten Rückschluss auf aktuelle Zustände im Ringraum zulassen. Beispielsweise kann ein an einem lokalen Drucksensor gemessener Druck während des Betoniervorganges zulässig sein, obwohl dieser Druck über einem maximal erträglichen Druck der Schalung liegt, wenn die gesamte Schalung entsprechend belastet wäre. Eine Regelung der Betonpumpe abhängig von einer Abweichung der gemessenen Werte von im Datenspeicher gespeicherten Werten kann automatisiert oder manuell erfolgen. Als Betonieröffnung wird hierbei jede Öffnung im Schalungselement verstanden, durch welche Beton transportierbar ist. In der Öffnung kann zum Transport von Beton durch das Schalungselement auch ein Pumpstutzen angeordnet sein.

[0018] Es versteht sich, dass verschiedenste Sensoren zur Erfassung von Zustandsgrößen und oder einer Belastung eines Schalungselementes vorgesehen sein können. Beispielsweise können Druck und Temperatur

eines im Ringraum befindlichen Betons gemessen werden. Des Weiteren kann auch eine Verformung des Schalungselementes bzw. eine Kraft in einer Abstützung des Schalungselementes gemessen werden, um für einen Betoniervorgang charakteristische Werte zu erfassen und mit Werten früherer Betoniervorgänge zu vergleichen bzw. vorgegebene Maximalwerte für die Belastbarkeit der Gesamtvorrichtung einzuhalten.

[0019] Ferner können Sensoren zur Erfassung einer Geschwindigkeit vorgesehen sein, mit welcher Beton durch die Betonieröffnung in den Hohlraum zwischen Schalung und Gebirge eingebracht wird, um einen Vergleich mit einem Referenz-Betoniervorgang herstellen und eine entsprechende Regelung durchführen zu können.

[0020] Es hat sich als günstig erwiesen, dass zumindest ein Drucksensor zur Messung eines Einpressdruckes in einer die Einrichtung mit der Betonieröffnung verbindenden Leitung vorgesehen ist. Wenngleich dieser Druck aufgrund besonderer rheologischer Eigenschaften von Beton in aller Regel nicht einem Druck im Ringraum entspricht, kann auch über diesen Druck ein Vergleich des Befüllvorganges in einem Referenz-Betoniervorgang und somit eine Regelung des Betoniervorganges erfolgen.

[0021] Günstig ist es, wenn der Sensor zur Messung einer Zustandsgröße eines im Hohlraum befindlichen Betons als Drucksensor, insbesondere als Membrandruckmittler, ausgebildet ist. Dadurch kann ein trotz der in einem Tunnelbau vorherrschenden Umgebungsbedingungen eine robuste Druckmessung erfolgen. Üblicherweise ist der Drucksensor bündig in einer Oberfläche der Schalung angeordnet, welche den Hohlraum bzw. den Ringraum innenseitig begrenzt.

[0022] Vorzugsweise ist der Sensor von der Betonieröffnung beabstandet. Es hat sich gezeigt, dass eine unmittelbar an der Betonieröffnung gemessene Zustandsgröße des Betons, insbesondere ein Druck, aufgrund lokaler Strömungseffekte nicht aussagekräftig ist. Vielmehr ist für einen Vergleich eines aktuellen Ausbaufahrens mit einem Referenzverfahren bzw. einem Referenz-Betoniervorgang ein von der Betonieröffnung beabstandet erfasster Messwert einer Zustandsgröße wie ein Druck oder eine Temperatur aussagekräftig, da bei einem entsprechenden Abstand von beispielsweise 15 cm bis 150 cm eine Beruhigung der Strömung auftritt.

[0023] In der Regel sind mehrere Sensoren in unterschiedlichen Abständen von der Betonieröffnung beabstandet angeordnet. Dadurch kann eine Ausbreitung eines über eine Betonieröffnung in den Hohlraum eingebrachten Betons besonders genau erfasst werden, insbesondere in einem oberen Bereich des Ringraumes, in welchem der Beton in verschiedene Richtungen fließen kann. Dies ermöglicht eine sehr genaue Ermittlung eines Füllgrades des Hohlraumes bzw. einen genauen Vergleich eines aktuellen Ausbaufahrens mit einem Referenz-Betoniervorgang, bei welchem eine hohe Festigkeit des Ausbaues erreicht wurde.

[0024] Mit Vorteil sind mehrere Sensoren über eine Länge des Schalungselementes verteilt angeordnet, um eine Druckverteilung über eine Länge der Schalung bzw. eine Länge des Schalungselementes besonders genau bestimmen zu können. Insbesondere in einem obersten Schalungselement, welches auch als Firstelement bezeichnet wird, sind üblicherweise entlang der Firste bzw. einer Länge des Schalungselementes mehrere Sensoren positioniert, um einen abschließenden Prozessschritt, wobei Beton von unten in den Hohlraum gepresst wird, besonders genau überwachen zu können.

[0025] Weiter ist es günstig, wenn mehrere Sensoren über eine Höhe des Schalungselementes verteilt angeordnet sind. Im Unterschied zu einem oberen Bereich des Hohlraumes kann eine Höhe des flüssigen Betons in einem seitlichen Bereich mit Drucksensoren auf einfache Weise genau erfasst werden, da Beton in die seitlichen Bereiche mithilfe der Schwerkraft eingebracht werden kann, sodass ein Einpressen wie im Bereich der Firste nicht erforderlich ist. Durch über eine Höhe des Schalungselementes verteilt angeordnete Sensoren, insbesondere Drucksensoren, kann somit einfach festgestellt werden, welche Höhe der flüssige Beton seitlich der Schalung bereits erreicht hat. Diese Höhe ist ausschlaggebend für einen Druck des Betons auf die Schalung und somit eine maximale Betoniergeschwindigkeit.

[0026] Üblicherweise weist die Vorrichtung eine etwa zylindrische Außenkontur auf, welche durch ein oder mehrere Schalungselemente gebildet ist, wobei mehrere, insbesondere drei bis 20, Sensoren über einen Umfang der zylindrischen Außenkontur verteilt in den Schalungselementen angeordnet sind. Dies ermöglicht eine besonders genaue Erfassung der Höhe des flüssigen Betons seitlich der Schalungselemente.

[0027] Günstig ist es, wenn eine Datenverarbeitungseinrichtung vorgesehen ist, mit welcher Messwerte des zumindest einen Sensors während eines Ausbaufahrens speicherbar sind. Es versteht sich, dass der oder die Sensoren hierzu über jeweils eine Datenverbindung mit der Datenverarbeitungseinrichtung verbunden sind, beispielsweise eine kabelgebundene Verbindung oder eine Funkverbindung. Ergänzend kann selbstverständlich auch eine direkte Ausgabe der Messergebnisse an den jeweiligen Sensoren bzw. Messvorrichtungen vorgesehen sein, beispielsweise eine analoge Anzeige. Dadurch können mit erfindungsgemäßen Vorrichtungen Werte eines Ausbaufahrens aufgezeichnet werden, welcher von erfahrenem Personal überwacht wird. Derart aufgezeichnete Messwerte können in weiterer Folge als Basis bzw. Vergleichswerte für ein teil- oder vollautomatisiertes Ausbauen bzw. ein Befüllen eines Hohlraumes dienen, wenn kein entsprechend erfahrenes Personal mehr vor Ort ist. Dadurch ist es ausreichend, wenn Personen mit Erfahrung, welche beispielsweise über Geräusche im Ausbau bzw. in der Schalung auf ein erforderliches Erhöhen bzw. Reduzieren einer Förderleistung der Betonpumpe schließen können, einen Ausbau- bzw. Betoniervorgang eines Teilabschnittes ein einziges Mal beglei-

ten, wobei charakteristische Werte über die Sensoren aufgezeichnet werden. Nach Abschluss des Betoniervorganges, welcher auch als Referenz-Betoniervorgang bezeichnet werden kann, wird die Schalung üblicherweise in einen weiteren Teilabschnitt bewegt, in welchem der Ausbauvorgang durch Vergleich aktuell gemessener Werte mit entsprechenden Sollwerten unterstützt durchgeführt werden kann. Dabei wird die Betonpumpe normalerweise derart geregelt, dass an den einzelnen Sensoren Messwerte entsprechend jenen Sollwerten erreicht werden, welche während des Referenz-Betoniervorganges unter Anwesenheit des erfahrenen Personals erzielt wurden.

[0028] Für eine effiziente Durchführung eines Ausbauvorganges hat es sich bewährt, dass das Schalungselement mehrere, insbesondere regelmäßig beabstandete, Betonieröffnungen und Sensoren aufweist. Dies ermöglicht ein Befüllen des Hohlraumes über mehrere Betonieröffnungen, und ein sehr genaues Erfassen eines Betoniervorganges über mehrere Sensoren. Insbesondere kann dadurch eine optimale Geschwindigkeit erreicht werden. Bei Verfahren des Standes der Technik musste hierfür abgeschätzt werden, wann ein in einem unteren Bereich des Hohlraumes eingebrachter Beton ausgehärtet ist, bevor weiterer Beton in den Hohlraum eingebracht wurde, um zu verhindern, dass die Schalung durch flüssigen Beton im Hohlraum überlastet wird, sich unzulässig verformt oder sogar bricht. Durch Einsatz mehrerer Sensoren, insbesondere durch Einsatz von Drucksensoren, im Schalungselement kann präzise festgestellt werden, wann ein Beton ausgehärtet ist, da bei einem Aushärten des Betons ein auf die Schalung wirkender Druck signifikant sinkt. Eine Geschwindigkeit des Betoniervorganges kann somit präzise auf einen aktuellen Zustand des Betons im Hohlraum abgestimmt und dadurch optimiert werden.

[0029] Um ein Betonierverfahren bzw. einen Betoniervorgang automatisiert besonders genau entsprechend einem Referenz-Betoniervorgang durchführen zu können, ist es günstig, wenn mehrere Sensoren vorgesehen sind und in einem Datenspeicher Sollwerte für jeden Sensor in Abhängigkeit einer gemessenen Zeit und/oder einer Menge eines bereits in den Hohlraum transportierten Betons gespeichert sind, wobei die Vorrichtung zur manuellen, teil- oder vollautomatisierten Regelung der Einrichtung abhängig von Abweichungen der Messwerte von den einzelnen Sollwerten eingerichtet ist.

[0030] Günstig ist es, wenn die Vorrichtung als verfahrbarer Schalwagen ausgebildet ist. Üblicherweise wird die als Schalwagen ausgebildete Vorrichtung während eines Tunnelausbaues von einem Teilabschnitt in einem nächsten Teilabschnitt auf Schienen verfahren. So kann auf einfache Weise eine abschnittsweise Betonierung im Tunnel bzw. ein abschnittsweiser Ausbau erfolgen.

[0031] Mit Vorteil ist eine Signaleinrichtung vorgesehen, mit welcher ein akustisches und/oder visuelles Signal abgebar ist, wenn eine Änderung einer Förderleistung der Einrichtung erforderlich ist, um eine Abweichung

des zumindest einen Messwertes vom zumindest einen entsprechenden Sollwert zu reduzieren. Ein Eingriff zur Änderung einer Förderleistung der Einrichtung kann dann manuell auch durch ungeschultes Personal erfolgen, wenn ein entsprechendes Signal durch die Signaleinrichtung abgegeben wird. Insbesondere kann die Signaleinrichtung Leuchten oder einen Bildschirm zur Abgabe visueller Signale und einen Lautsprecher zur Abgabe akustischer Signale aufweisen.

[0032] Es kann auch vorgesehen sein, dass die Einrichtung vollautomatisiert regelbar ist. In diesem Fall ist die Regelung unmittelbar mit der Einrichtung bzw. der Betonpumpe verbunden, sodass für eine Änderung einer Förderleistung der Betonpumpe kein manueller Eingriff erforderlich ist. Eine teilautomatisierte Regelung ergibt sich beispielsweise, wenn mittels der Überwachungseinrichtung einem unerfahrenen Personal mitgeteilt wird, wie die Förderleistung zu ändern ist, um eine Abweichung des Verfahrens von einem Referenz-Verfahren zu minimieren.

[0033] Eine Anpassung bzw. Änderung eines Volumenströmes eines in den Hohlraum transportierten Betons im Rahmen einer Regelung kann beispielsweise durch Änderung der Förderleistung der Betonpumpe selbst erfolgen. Allerdings kann auch bei gleichbleibender Leistung der Betonpumpe eine Drossel in einer Leitung zwischen der Betonpumpe und der Betonieröffnung aktiviert oder die Leitung zwischen Betonpumpe und Betonieröffnung teilweise oder gänzlich von der Betonieröffnung entfernt werden, um eine im Hohlraum wirksame Förderleistung derart zu beeinflussen, dass ein Betoniervorgang mit Messwerten gemäß dem Referenz-Betoniervorgang erreicht wird. Im Unterschied zu einem Abstellen der Betonpumpe wird bei einem kontinuierlichen Fördern von Beton und Entfernen der Leitung von der Betonieröffnung ein Verstopfen der Leitung auf einfache Weise vermieden.

[0034] Günstig ist es, wenn mehrere bewegbar verbundene Schalungselemente vorgesehen sind, wobei zumindest ein Sensor zur Messung einer Kraft in zumindest einem Verbindungsmittel vorgesehen ist, welches zwei Schalungselemente verbindet, und wobei der Sensor mit der Regelung verbunden ist, sodass die Einrichtung abhängig von einer Abweichung der Kraft im Verbindungsmittel von einem Sollwert, welcher gegebenenfalls abhängig von einem Fortschritt des Ausbaues ist, regelbar ist. Die Verbindungsmittel können beispielsweise als starre Stahlträger oder längenveränderliche Hydraulikzylinder ausgebildet sein.

[0035] Es hat sich gezeigt, dass insbesondere Kräfte in Streben und Stützen, welche Schalungselemente verbinden, zuverlässige Rückschlüsse auf einen Fortschritt eines Betonierverfahrens sowie eine Verteilung des Betons im Hohlraum erlauben. Insbesondere kann über derartige Messwerte auf einen Anteil eines noch flüssigen Betons im Hohlraum geschlossen werden, da dieser eine Schalungshaut anders belastet als ein bereits ausgehärteter und sich selbst stabilisierender Beton. Gemessene

Kräfte in Stützen und Streben eines Schalwagens können daher sehr gut zur Regelung des Betoniervorganges bzw. eines Ausbaurvorganges eingesetzt werden. Günstig ist es, wenn entsprechende Messwerte ebenfalls in einem Referenz-Betoniervorgang aufgezeichnet werden, sodass bei Durchführung des Verfahrens ohne erfahrenes Personal aktuelle Kräfte in Streben und Stützen des Schalwagens mit entsprechenden Kräften während Durchführung des Referenz-Betoniervorganges verglichen werden können.

[0036] Die weitere Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei welchem zumindest eine Zustandsgröße eines im Hohlraum befindlichen Betons und/oder eine Belastung des Schalungselementes mit zumindest einem Sensor gemessen wird und ein Betoniervorgang durch Vergleich eines Messwertes des Sensors mit einem Sollwert überwacht wird, wobei der Sollwert abhängig von einem Fortschritt des Ausbaues ist, insbesondere von einer gemessenen Zeit und/oder einer Menge eines bereits in den Hohlraum transportierten Betons. Dies ermöglicht einen abschnittswisen Tunnelausbau auch ohne Anwesenheit von erfahrenem Personal, wobei dennoch aufgrund der Überwachung verschiedener Zustandsgrößen eine hohe Prozesssicherheit erreicht wird. Üblicherweise wird hierzu eine erfindungsgemäße Vorrichtung eingesetzt.

[0037] In der Regel wird während eines Betoniervorganges eine gemessene Abweichung des mit dem zumindest einen Sensor gemessenen Messwertes von einem entsprechenden Sollwert durch Änderung eines Volumenstromes des in den Hohlraum transportierten Betons reduziert.

[0038] Es hat sich als günstig erwiesen, dass ein Einpressdruck des Betons in einer Leitung zwischen der Einrichtung und der Betonieröffnung gemessen wird und in eine Regelung des Volumenstromes eingeht. Dadurch kann einerseits ein zu Beschädigungen führender Überdruck in der Leitung vermieden werden. Andererseits kann somit auch überwacht werden, ob ein Einpressdruck in der Leitung einem bei einem entsprechenden Fortschritt des Ausbaues erwarteten Einpressdruck entspricht, welcher beispielsweise durch Messung bei einem Referenz-Betoniervorgang erfasst werden kann, oder ein Eingriff erforderlich ist, um den Volumenstrom entsprechend anzupassen. Eine Regelung bzw. Anpassung des in den Hohlraum transportierten Volumenstromes kann durch eine Änderung einer Leistung der Einrichtung, welche üblicherweise als Betonpumpe ausgebildet ist, oder durch teilweises oder gänzlich Entfernen der Leitung von der Betonieröffnung erfolgen, sodass beispielsweise weiterhin Beton durch die Betonpumpe gefördert wird, welche jedoch nicht in den Hohlraum transportiert wird. Dadurch werden Verstopfungen vermieden, welche bei einem Abstellen der Betonpumpe aufgrund eines Aushärtens des Betons in der Leitung eventuell hervorgerufen werden würden.

[0039] Ein besonders effizientes und prozesssicheres Verfahren ergibt sich, wenn an mehreren Positionen des

Schalungselementes mit unterschiedlichen Abständen zur Betonieröffnung Drücke gemessen werden und der Volumenstrom abhängig von einer Abweichung der gemessenen Drücke von entsprechenden Sollwerten geregelt wird. Nachdem das erfindungsgemäße Verfahren in der Regel abschnittsweise wiederholt wird, wobei die üblicherweise auf einem Schalwagen angeordnete Schalung entlang einer Ausbaurichtung in einen weiteren Abschnitt weiterbewegt wird, kann dadurch ein regelmäßiges Reproduzieren eines einmal durchgeführten Verfahrens erreicht werden, wenn bei dem einmal durchgeführten Verfahren, welches beispielweise unter Anwesenheit von erfahrenem Personal durchgeführt wird und als Referenz-Verfahren oder Referenz-Betoniervorgang bezeichnet werden kann, entsprechende Messwerte wie Drücke an einzelnen Sensoren aufgezeichnet werden. Es kann damit bei Wiederholung des Verfahrens jederzeit festgestellt werden, ob das Verfahren vom Referenz-Verfahren abweicht, sodass über eine Änderung des in den Hohlraum geförderten Volumenstromes zur Minimierung einer Abweichung entsprechend eingegriffen werden kann.

[0040] Günstig ist es, dass mehrere Sensoren vorgesehen sind, wobei für jeden Sensor ein von einer Zeit oder einem in den Hohlraum transportierten Beton abhängiger Sollwert definiert ist. Dies ermöglicht einen einfachen Vergleich eines aktuellen Betoniervorganges mit einem Referenz-Betoniervorgang.

[0041] Es hat sich bewährt, dass der von einem Fortschritt des Ausbaues abhängige Sollwert in einem vorgelagerten Prozessschritt während eines Ausbaues durch Aufzeichnung entsprechender Messwerte definiert wird. Es kann dann für den oder die Sensoren je nach Fortschritt des Ausbaues ein Zielwert definiert werden, mit welchem bei Wiederholung des Verfahrens in einem weiteren Streckenabschnitt auch mit unerfahrenem Personal einfach feststellbar ist, ob ein aktueller Betoniervorgang einem entsprechendem Referenz-Betoniervorgang entspricht.

[0042] Üblicherweise wird der Hohlraum über mehrere Betonieröffnungen befüllt, wobei mittels des zumindest einen Sensors auch festgestellt werden kann, wann ein Befüllen des Hohlraumes an einer anderen Betonieröffnung fortgesetzt wird, beispielsweise wenn eine Höhe des flüssigen Betons im Hohlraum eine seitliche Betonieröffnung erreicht.

[0043] Günstig ist es, wenn zur Regelung des Volumenstromes ein Signal abgegeben wird, wonach eine manuelle Änderung des in den Hohlraum transportierten Volumenstromes erfolgt, um eine Abweichung zu minimieren. Eine Änderung eines in den Hohlraum transportierten Volumenstromes kann durch Änderung einer Leistung der Einrichtung bzw. einer Änderung der Pumpleistung einer Betonpumpe erreicht werden. Alternativ oder ergänzend kann, um Verstopfungen in der Leitung zu vermeiden, auch die Leitung teilweise oder gänzlich von der Betonieröffnung entfernt werden, sodass Beton weiter durch die Betonpumpe gefördert wird, jedoch nicht

in den Hohlraum gelangt. Dadurch kann ein Überschreiten eines maximal zulässigen Innendruckes im Hohlraum aufgrund einer zu großen Menge an flüssigem und noch nicht ausgehärtetem Beton im Hohlraum vermieden werden. Beschädigungen der Schalung aufgrund eines unzulässig hohen Innendruckes im Hohlraum werden somit auf einfache Weise verhindert.

[0044] Die Regelung des Volumenstromes kann manuell, teil- oder vollautomatisiert erfolgen. Eine vollautomatisierte Regelung ermöglicht die Durchführung des Verfahrens mit reduziertem Personaleinsatz, sodass Kosten bei einer Durchführung des Verfahrens reduziert werden können. Eine manuelle oder teilautomatisierte Regelung ermöglicht ein rasches Reagieren auf sich im Tunnelbau häufig ändernde Umgebungsbedingungen.

[0045] Um einen Betoniervorgang abschnittsweise auf einfache Weise zu wiederholen, wird üblicherweise eine bewegbare, insbesondere verfahrbare, Vorrichtung eingesetzt. In der Regel ist das Schalungselement mit einem entlang einer Ausbaurichtung zumeist auf Schienen verfahrbaren Schalwagen verbunden.

[0046] Günstig ist, wenn die Vorrichtung mit dem Schalungselement nach Aushärten des Betons in einer Ausbaurichtung in einen nicht ausgebauten Abschnitt verfahren wird, in welchem das Verfahren wiederholt wird. Über ein Wiederholen des Betonierverfahrens in den einzelnen Abschnitten, welches durch kontinuierliche Erfassung von Messwerten über die Sensoren und Vergleich der Messwerte mit Daten von einem Referenz-Betoniervorgang erreicht wird, wird eine hohe Prozesssicherheit und ein stabiler Tunnelausbau erzielt.

[0047] Alternativ zu einem derartigen abschnittweisen Ausbau des Tunnels kann das Verfahren natürlich auch im Rahmen eines kontinuierlichen Ausbaues eingesetzt werden. In dem Fall wird eine durch Schalungselemente gebildete Schalung laufend fortbewegt, wobei gleichzeitig die Einbringung von Beton erfolgt. Dabei wird in der Regel ein in Ausbaurichtung hinterer Bereich der Schalung vor einem in Ausbaurichtung weiter vorne liegenden Bereich betoniert, sodass der Beton im hinteren Bereich früher ausgehärtet ist und die Schalung verfahren werden kann, auch wenn der Beton im vorderen Bereich noch nicht ausgehärtet ist. Über kontinuierliche Verfolgung von Zustandsgrößen im Beton kann dabei eine optimale Geschwindigkeit erreicht werden, mit welcher die Schalung in Ausbaurichtung bewegt wird.

[0048] Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen ergeben sich anhand der nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispiele. In den Zeichnungen, auf welche dabei Bezug genommen wird, zeigen:

Fig. 1 und 2 eine Vorderansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bei einem Tunnelausbau;
Fig. 3 eine Seitenansicht der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung;
Fig. 4 bis 9 eine erfindungsgemäße Vorrichtung in einem Tunnel in verschiedenen Stadien eines Tunnelausbaues;

Fig. 10 eine mögliche Druckverteilung auf einem Schalungselement;

Fig. 11 bis 13 Details einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 14 eine Abwicklung einer Schalung;

Fig. 15 und 16 Diagramme betreffend einen zeitlichen Verlauf gemessener Drücke.

[0049] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zum Ausbau eines Tunnels. Die Vorrichtung 1 ist als ein auf Schienen 19 verfahrbarer Schalwagen ausgebildet und weist mehrere bewegbar verbundene Schalungselemente 3 auf. Wie dargestellt weisen die in einer Arbeitsposition befindlichen Schalungselemente 3 oberhalb der Schienen 19 etwa eine zylindrische bzw. teilzylindrische Außenkontur auf, sodass eine zylindrische Innenschale einer Tunnelröhre gebildet werden kann. In Fig. 1 ist eine Situation nach Abschluss eines Ausbauvorganges dargestellt, wobei ein Raum zwischen den Schalungselementen 3 und einem umgebenden Gebirge 2 gänzlich mit Beton 4 ausgefüllt ist. Dieser Beton 4 bildet samt einer gegebenenfalls vorhandenen Bewehrung eine Innenschale des Tunnels.

[0050] Wie ersichtlich sind die einzelnen Schalungselemente 3 über Gelenke 8 drehbar bzw. schwenkbar verbunden. Dadurch kann die Vorrichtung 1 nach Abschluss eines Ausbaues eines Abschnittes zusammengeklappt und im Tunnel weiterbewegt werden. Zur Bewegung der Schalungselemente 3 relativ zueinander sind Hydraulikzylinder vorgesehen. In den Hydraulikzylindern sowie Streben und Stützen 9, welche die Schalungselemente 3 verbinden und diese gegenüber einem Untergrund abstützen, können Sensoren angeordnet sein, um auf die Schalungselemente 3 wirkende Kräfte zu bestimmen. Des Weiteren können auch in den Schalungselementen 3 selbst Kraft- bzw. Drucksensoren 16 vorgesehen sein, um einen Betoniervorgang zu überwachen. Ferner ist in Fig. 1 auch eine als Betonpumpe 5a ausgebildete Einrichtung dargestellt, mit welcher Beton 4 mittels eines Betonverteilers 5 in einen Hohlraum 21 zwischen Gebirge 2 und Schalungselementen 3 einbringbar ist.

[0051] Fig. 2 zeigt ebenfalls eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1, wobei im Unterschied zu Fig. 1 auch Leitungen 6 dargestellt sind, mit welchen Beton 4 von der Betonpumpe 5a über einen Betonverteiler 5 zu in den Schalungselementen 3 angeordneten Betonieröffnungen 7 transportierbar ist, um Beton 4 durch die Schalungselemente 3 in einen Hohlraum 21 zwischen Schalungselementen 3 und Gebirge 2 zu transportieren. Die in die Betonieröffnungen 7 mündenden Leitungen 6 führen bis in einen Bereich des Betonverteilers 5, sodass der Betonverteiler 5 über eine drehbar gelagerte Anschlussleitung mit jeder Leitung 6 verbunden werden kann. Dies ermöglicht ein sequenzielles Befüllen des Hohlraumes 21 über mehrere Betonieröffnungen 7 mit einer Betonpumpe 5a, ohne die Betonpumpe 5a selbst zu bewegen.

[0052] Fig. 3 zeigt eine Seitenansicht einer erfindungs-

gemäßen Vorrichtung 1 in einem unmittelbar an einen ausgebauten Abschnitt des Tunnels, in welchem eine Innenschale durch Betonieren erstellt wurde, angrenzenden noch nicht ausgebauten Abschnitt des Tunnels. Wie ersichtlich kann ein Abschnitt des Tunnels mit einer Länge 18 entsprechend einer Länge 18 der durch die einzelnen Schalungselemente 3 gebildeten Schalung ausgebaut bzw. betoniert werden, ohne die Vorrichtung 1 zu bewegen. Während eines Ausbaues, wobei die Innenschale gebildet wird, wird ein Hohlraum 21 mit Beton 4 befüllt. Der Hohlraum 21 ist außen durch das Gebirge 2, innen durch die Schalung, welche durch die Schalungselemente 3 gebildet ist, rückseitig durch die Innenschale des zuvor ausgebauten Abschnittes und an einem vorderen Ende durch eine Abdichtung 26 begrenzt, welche auch als Stirnschalung bezeichnet wird. Nach Abschluss eines Ausbaumvorganges in einem Abschnitt wird die Vorrichtung 1 auf den Schienen 19 in einer Ausbaurichtung 10 um die Länge 18 der Schalung verfahren, sodass ein nächster Abschnitt ausgebaut werden kann.

[0053] Fig. 4 bis 9 zeigen einen Betoniervorgang bzw. ein Verfahren zum Bilden eines Tunnels in unterschiedlichen Verfahrensschritten, wobei eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 eingesetzt wird. Ersichtlich ist, dass die Vorrichtung 1 in aus einem nicht dargestellten Gebirge 2 ausgebrochenen Tunnel positioniert wird, wonach ein Hohlraum 21 zwischen Schalungselementen 3 der Vorrichtung 1 bzw. einer etwa zylindrischen Schalungshaut der Vorrichtung 1 und dem Gebirge 2 mit Beton 4 befüllt wird, welcher in weiterer Folge aushärtet und eine den Gebirgsdruck abstützende Innenschale bildet. Dabei kann im Hohlraum 21 auch eine Bewehrung angeordnet sein, um eine in Bezug auf Druck- und Zugkräfte gewünschte Festigkeit der Innenschale zu erreichen.

[0054] Wie ersichtlich wird der Hohlraum 21 zwischen Gebirge 2 und Schalungshaut schrittweise mit Beton 4 befüllt, wobei abwechselnd Beton 4 auf einer linken und einer rechten Seite des Tunnels in den Hohlraum 21 transportiert bzw. gepresst wird. Hierzu wird die Betonpumpe 5a über verschiedene Leitungen 6 abwechselnd mit Betonieröffnungen 7 auf der linken und der rechten Seite der Vorrichtung 1 verbunden. Dabei wird mit einem Befüllen über in einem unteren Bereich angeordnete Betonieröffnungen 7 begonnen und mit steigender Höhe des zwischen Schalungselement 3 und Gebirge 2 befindlichen Betons 4 die Befüllung über höher angeordnete Betonieröffnungen 7 durchgeführt. Abschließend wird ein oberer Bereich des Hohlraumes 21 bzw. eine Firste 12 mit Beton 4 befüllt. Ergänzend können Hohlräume 21 im Bereich der Firste 12 durch Einbringung von Mörtel unter Druck bzw. durch Einpressen von Mörtel durch Aussparungen, welche im Beton 4 durch Injektionsstutzen 14 gebildet wurden, ausgefüllt werden.

[0055] Ein Einbringen von Beton 4 in den Hohlraum 21 erfolgt in den in Fig. 4 bis Fig. 7 dargestellten Zuständen über als Betonschläuche ausgebildete Leitungen 6, welche in die in den Schalungselementen 3 angeordneten Betonieröffnungen 7 eingeführt sind. Ein Betonieren von

oberen Abschnitten der Innenschale erfolgt über Pumpstutzen 15, welche in den Betonieröffnungen 7 angeordnet sind. Es versteht sich, dass weitere Prozessschritte zwischen den in Fig. 4 bis 9 dargestellten Situationen vorgesehen sein können, um eine mechanische Überlastung der Vorrichtung 1 aufgrund zu hoher Unterschiede zwischen einem Füllstand auf der linken und rechten Seite zu vermeiden.

[0056] Eine Geschwindigkeit, mit welcher der Hohlraum 21 mit Beton 4 gefüllt werden kann, ist dabei begrenzt durch eine Aushärtegeschwindigkeit des Betons 4. Da flüssiger Beton 4 die Schalung bzw. die Schalungselemente 3 belastet, muss eine Geschwindigkeit, mit welcher Beton 4 in den Hohlraum 21 transportiert wird, derart gewählt werden, dass ein aufgrund des flüssigen Betons 4 im Hohlraum 21 hervorgerufener hydrostatischer Druck auf die Schalungselemente 3 einen maximal zulässigen Druck der Schalungselemente 3 nicht überschreitet.

[0057] Bei einem Betoniervorgang gemäß dem Stand der Technik muss abgeschätzt werden, wann ein Beton 4 in einem unteren Bereich ausgehärtet ist, sodass weiterer Beton 4 in den Hohlraum 21 gefüllt werden kann, da andernfalls die Schalung in einem unteren Bereich beschädigt werden kann.

[0058] Bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 sind hierzu mehrere als Drucksensoren 16 ausgebildete Sensoren in den Schalungselementen 3 vorgesehen. Da ein Aushärten des Betons 4 eine Druckänderung bewirkt, kann eine präzise Aussage über eine Höhe eines flüssigen Betons 4 in einem Bereich seitlich der Schalungselemente 3 getroffen und die Geschwindigkeit des Betonierens optimiert werden.

[0059] Während in einem unteren Bereich ein vollständiges Befüllen des Hohlraumes 21 durch ein Verteilen des flüssigen Betons 4 und entsprechende Druckmessung auf einfache Weise erreicht und überwacht werden kann, kann ein vollständiges Befüllen des Hohlraumes 21 in einem oberen Bereich aufgrund der besonderen rheologischen Eigenschaften von Beton 4 direkt nicht nur durch eine Druckmessung bestimmt werden. So ist ein lokaler Druck im Beton 4 während eines Einpressvorganges einerseits durch einen der jeweiligen Messposition befindlichen Beton 4 bzw. eine Flüssigkeitssäule und andererseits durch dynamische Effekte sowie eine Betoniergeschwindigkeit bestimmt. Eine mögliche Druckverteilung 13 auf einem Schalungselement 3 im Bereich der Firste 12 während eines Einbringens von Beton 4 ist in Fig. 10 dargestellt. Wie ersichtlich ist der lokale auf das Schalungselement 3 wirkende Druck im Bereich der Betonieröffnung 7 höher als in einem von der Betonieröffnung 7 weiter entfernten Bereich.

[0060] Bei Verfahren des Standes der Technik wird daher in einem oberen Bereich ein in Fig. 11 dargestellter sogenannter Injektionsstutzen 14 eingesetzt, welcher ein mit dem Schalungselement 3 verbundenes Außenrohr 20 sowie ein im Außenrohr 20 axial bewegbar gelagertes, endseitig offenes und in den Hohlraum 21 ragendes Innenrohr 22 aufweist. In der Regel werden Injektionsstut-

zen 14 in einem Abstand von ca. 2 m in Längsrichtung des obersten Schalungselementes 3 eingebaut, welches auch als Firstelement bezeichnet wird. Das Innenrohr 22 ist im Außenrohr 20 mittels einer Fixierung 23 derart fixiert, dass es entsprechend einer erforderlichen Betonstärke in den Hohlraum 21 ragt. Bei Erreichen der gewünschten Betonstärke oberhalb der Schalung fällt flüssiger Beton 4 von oben in das Rohr, sodass erkennbar ist, dass eine gewünschte Betondicke oberhalb der Schalung bzw. im Hohlraum 21 erreicht wurde und die Zufuhr von Beton 4 beendet werden kann. Nach Aushärten des Betons 4 werden die Rohre aus dem Beton 4 gezogen, wobei entsprechende Aussparungen im Beton 4 verbleiben. In diese Aussparungen wird anschließend Mörtel gepresst, um freibleibende Hohlräume 21 zwischen Beton 4 und Gebirge 2 zu füllen.

[0061] Eine derartige Bestimmung einer Erreichung einer gewünschten Betonhöhe ist jedoch nicht sehr zuverlässig, da die Spione verstopfen können, weiter kann eine ungleichmäßige Verteilung von flüssigem Beton 4 oberhalb der Schalung zu lokalen Druckspitzen führen, die Beschädigungen der Schalungselemente 3 bzw. einen Zusammenbruch der Schalung hervorrufen können. Bei Betonierverfahren des Standes der Technik sind daher stets erfahrene Personen vor Ort, die insbesondere anhand von Geräuschen in der Schalung bzw. im Gebirge 2 feststellen können, ob ein Hohlraum 21 zwischen Schalungshaut und Gebirge 2 ausreichend mit Beton 4 gefüllt ist, bzw. welcher Anteil des Betons 4 bereits ausgehärtet ist, um ein effizientes Betonieren ohne Gefahr von Beschädigungen zu erreichen.

[0062] Um ein effizientes und prozesssicheres Verfahren auch mit ungeschultem Personal durchführen zu können, sind in den im Ausführungsbeispiel dargestellten Schalungselementen 3 Drucksensoren 16 wie Membrandruckmittler, vorgesehen.

[0063] Fig. 12 zeigt eine Draufsicht auf einen Ausschnitt eines Schalungselementes 3, in welchem ein als Membrandruckmittler ausgebildeter Sensor angeordnet ist. Fig. 13 zeigt einen Schnitt durch den in Fig. 12 dargestellten Ausschnitt eines Schalungselementes 3 entlang der Linie XIII-XIII in Fig. 12. Wie dargestellt weist der Membrandruckmittler eine Membran 17 auf, welche eine mit einem Druckmessumformer 11 verbundene Hohlkammer begrenzt. Der Druckmessumformer 11 kann mit einer Überwachungseinrichtung zur kontinuierlichen Überwachung des Betoniervorganges über eine Datenverbindung verbunden sein.

[0064] Der Drucksensor 16 ist bündig in einer Oberfläche des Schalungselementes 3 zwischen zwei Versteifungselementen 24 angeordnet, sodass bei einem Betoniervorgang ein Druck im Beton 4 direkt auf die Membran 17 wirkt.

[0065] Alternativ oder ergänzend zu Drucksensoren 16 können andere Sensoren vorgesehen sein, mit welchen Zustandsgrößen des Betons 4 im Hohlraum 21 feststellbar sind, beispielsweise Temperatursensoren. Die Sensoren sind mit einer Datenverarbeitungseinrichtung

verbunden, sodass charakteristische Werte in verschiedenen Positionen der Schalung bei einem Ausbauvorgang aufgezeichnet werden können, um den Ausbauvorgang bzw. diese Werte in weiterer Folge mehrmals zu reproduzieren, wenn der Tunnel abschnittsweise ausgebaut wird.

[0066] Fig. 14 zeigt eine Abwicklung der durch die Schalungselemente 3 gebildeten Schalung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1. Wie ersichtlich sind in seitlichen Schalungselementen 3, welche auch als Umlenkelemente bezeichnet werden, insgesamt sechs Betonieröffnungen 7 angeordnet, um Beton 4 an unterschiedlichen Positionen durch die Schalungselemente 3 in den Hohlraum 21 zwischen Schalung und Gebirge 2 zu transportieren. Es versteht sich, dass auch mehr oder weniger Betonieröffnungen 7 sowie Pumpstutzen 15 vorgesehen sein können. In einem oberen Schalungselement 3, welches auch als Firstelement bezeichnet wird, sind Pumpstutzen 15 in Betonieröffnungen 7 angeordnet, um einen Transport von Beton 4 in einen Bereich oberhalb des Betonverteilers 5 zu ermöglichen. Im Ausführungsbeispiel sind im Firstelement neun Pumpstutzen 15 vorgesehen, welche in einer entsprechenden Anzahl von nicht dargestellten Betonieröffnungen 7 positioniert sind. Des Weiteren sind im Firstelement Injektionsstutzen 14 angeordnet.

[0067] Wie ersichtlich sind ferner Drucksensoren 16 im oberen Schalungselement 3 im Bereich einer Firste 12 über eine Länge 18 der Schalungselemente 3 verteilt angeordnet, um den Betoniervorgang im Bereich der Firste 12 überwachen zu können, sodass Hohlräume 21 zwischen der Innenschale und dem Gebirge 2 sowie Beschädigungen der Schalungselemente 3 vermieden und eine optimale Geschwindigkeit erreicht werden können. Ferner sind die Drucksensoren 16 derart über einen Umfang der Schalung bzw. der Schalungselemente 3 verteilt, dass mit den Drucksensoren 16 Drücke auf unterschiedlichen Höhen gemessen werden können. Dadurch kann eine Füllhöhe des Betons 4 im Hohlraum 21 seitlich der Schalungselemente 3 sowie eine Höhe des bereits ausgehärteten Betons 4 in seitlichen Bereichen gemessen werden.

[0068] Des Weiteren sind im oberen Schalungselement 3 bzw. dem Firstelement Drucksensoren 16 auch über eine Länge 18 des Schalungselementes 3 verteilt angeordnet, etwa entlang einer gedachten Linie, welche parallel zur Firste 12 verläuft. Mit diesen Drucksensoren 16 im oberen Schalungselement 3 kann ein Abschluss eines Betoniervorganges überwacht werden.

[0069] Sämtliche Drucksensoren 16 sind bevorzugt von Betonieröffnungen 7 beabstandet, um einen Einfluss von Strömungseffekten auf das Messergebnis zu vermeiden oder zumindest zu reduzieren.

[0070] Es sind sowohl über eine Länge 18 als auch über eine Breite des Schalungselementes 3 mehrere Betonieröffnungen 7 sowie Sensoren verteilt, um den Hohlraum 21 zwischen Schalungshaut und Gebirge 2 von verschiedenen Positionen aus befüllen zu können.

[0071] Fig. 15 zeigt Messergebnisse bzw. Druckverläufe 25 jener über einen Umfang der Schalung verteilten Drucksensoren 16, welche auf unterschiedlichen Höhenpositionen der Schalung angeordnet sind während eines Betoniervorganges. Dabei ist auf der Ordinatenachse ein Druck und auf der Abszissenachse eine Zeit dargestellt. Wie ersichtlich steigt ein mit den Drucksensoren 16 gemessener Druck mit zunehmender Zeit an. Dies entspricht einem in den Fig. 4 bis 8 dargestellten Befüllen des seitlichen Hohlraumes 21 zwischen den Schalungselementen 3 und dem Gebirge 2. In einem nächsten Schritt nehmen die gemessenen Drücke ab einem bestimmten Niveau wieder ab. Dadurch ist erkennbar, dass der zwischen Schalungselement 3 und Gebirge 2 befindliche Beton 4 ausgehärtet ist, sodass in weiterer Folge weiterer Beton 4 eingebracht werden kann, ohne einen unzulässig hohen Druck auf die Schalung zu erreichen.

[0072] Im Diagramm ersichtliche Diskontinuitäten bzw. sprunghafte Drucksteigerungen resultieren aus Rüttelvorgängen und einer damit verbundenen Wiederverflüssigung des Betons 4 aufgrund der spezifischen rheologischen Eigenschaften von Frischbeton.

[0073] Durch die seitlichen Drucksensoren 16, welche über verschiedene Höhenpositionen der Schalung verteilt sind, ist somit über den gemessenen Druck ein direkter Rückschluss auf eine Höhe des flüssigen Betons 4 möglich, sodass der Betoniervorgang unmittelbar über die Drucksensoren 16 überwacht und geregelt werden kann. Gleichzeitig kann auch in diesem Bereich ein Vergleich mit historischen Daten sinnvoll sein, um einen aktuellen Betoniervorgang mit einem Referenz-Betoniervorgang zu vergleichen.

[0074] Ein Ausbauvorgang, welcher beispielsweise unter Anwesenheit von erfahrenem Personal durchgeführt wird, um Messwerte für eine Reproduktion des Ausbauvorganges aufzuzeichnen, kann auch als Referenzausbauvorgang bezeichnet werden. In einem nächsten Abschnitt des Tunnels kann eine Regelung einer Betonbringung in den Hohlraum 21 bzw. eines Volumenstromes des Betons 4 in den Hohlraum 21 teil- oder vollautomatisiert geregelt werden, sodass die Messwerte der einzelnen Sensoren möglichst jenen Messwerten entsprechen, welche während des Referenzausbauvorganges aufgezeichnet wurden. Anders ausgedrückt wird der Volumenstrom, mit welchem Beton 4 in den Hohlraum 21 eingebracht wird, derart geregelt, dass die Messwerte der Sensoren minimal von Sollwerten der einzelnen Sensoren abweichen, welche während des Referenzausbauvorganges aufgezeichnet wurden. Die Sollwerte der Sensoren sind somit abhängig von einer Zeit, in welcher betoniert wird. Alternativ oder ergänzend können die Sollwerte der Sensoren auch abhängig von einer Menge eines eingebrachten Betons 4 in den Hohlraum 21 sein. Die Sollwerte der Sensoren korrespondieren somit mit einem Fortschritt des Tunnelausbaues, sodass auf einfache Weise feststellbar ist, ob der Betoniervorgang zum jeweiligen Fortschrittzeitpunkt des Ausbaues dem Referenzausbauvorgang entspricht bzw. wann

eine Abweichung erfolgt, um rasch gegensteuern zu können.

[0075] Fig. 16 zeigt ebenfalls über eine Zeit eines Betoniervorganges aufgetragene Messwerte bzw. Druckverläufe 25 von Drucksensoren 16 eines oberen Schalungselementes 3 bzw. eines Firstelementes.

[0076] Eine optimale Regelung des Betoniervorganges ist möglich, wenn aktuelle Messwerte mit historischen Messwerten eines Referenz-Betoniervorganges verglichen werden und die geförderte Betonmenge bei Abweichungen entsprechend angepasst wird. Dadurch ist ein Wiederholen eines effizienten Referenz-Betoniervorganges auch mit unerfahrenem Personal möglich, ohne die Schalung zu beschädigen. Eine Regelung des in den Hohlraum 21 transportierten Volumenstromes kann dabei manuell erfolgen, wenn beispielsweise von einer Überwachungseinrichtung bei einer Abweichung ein entsprechendes Signal abgegeben wird. Alternativ ist auch eine vollautomatische Regelung möglich, wenn die Überwachungseinrichtung unmittelbar mit der Betonpumpe 5a, dem Betonverteiler 5 oder einem Leitungssystem verbunden ist, um einen in den Hohlraum 21 geförderten Volumenstrom zu beeinflussen.

[0077] Ergänzend oder alternativ zu Drucksensoren 16 in den Schalungselementen 3 können auch Kraftmesssensoren 16 in Stützen 9 der Schalung, Gelenken 8 zwischen den Schalungselementen 3 und dergleichen angeordnet sein, um auf eine Menge und Verteilung von im Hohlraum 21 befindlichen Beton 4 zu schließen und zur Regelung des Betoniervorganges diese Werte mit historischen Werten zu vergleichen. Ferner können alternativ oder ergänzend auch andere Zustandsgrößen wie Temperatur und Leitfähigkeit des Betons 4 im Hohlraum 21 an unterschiedlichen Positionen gemessen werden.

[0078] Nach Abschluss eines Ausbauvorganges in einem Teilabschnitt des Tunnels, wenn der im Hohlraum 21 befindliche Beton 4 ausgehärtet ist, wird der Schalwagen in der Ausbaurichtung 10 des Tunnels verfahren, und der nächste Teilabschnitt ausgebaut. Dabei wird der Betoniervorgang bzw. der Ausbauvorgang wiederholt, wobei die Regelung derart erfolgt, dass die Messwerte der einzelnen Sensoren den Sollwerten entsprechen, welche während des Referenz-Betoniervorganges aufgezeichnet wurden. Somit ist gewährleistet, dass jeder einzelne Teilabschnitt im Wesentlichen qualitativ dem Abschnitt entspricht, welcher während des Referenzausbauvorganges ausgebaut wurde, ohne dass die Anwesenheit von erfahrenem Personal erforderlich wäre.

[0079] Mit einem erfindungsgemäßen Verfahren sowie einer Vorrichtung 1 hierzu kann der Ausbau eines Tunnels prozesssicher und effizient teil- oder vollautomatisiert auch mit unerfahrenem Personal erfolgen. Dadurch wird einerseits eine besonders hohe Qualität bzw. Festigkeit des Ausbaues erreicht. Andererseits wird ein Beschädigungs- oder Verletzungsrisiko vermieden. Darüber hinaus können aufgrund der hohen Prozesssicherheit und optimierten Geschwindigkeit Kosten minimiert

werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Ausbau eines Tunnels, umfassend zumindest ein Schalungselement (3) mit zumindest einer Betonieröffnung (7), eine Einrichtung zum Transportieren von flüssigem Beton (4) durch die Betonieröffnung (7) in einen hinter dem Schalungselement (3) angeordneten Hohlraum (21), insbesondere eine Betonpumpe (5a), **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Sensor vorgesehen ist, mit welchem eine Zustandsgröße eines im Hohlraum (21) befindlichen Betons (4) und/oder eine Belastung des Schalungselementes (3) kontinuierlich während eines Betoniervorganges messbar ist, wobei eine Überwachungseinrichtung vorgesehen ist, mit welcher ein Messwert des zumindest einen Sensors mit einem in einem Datenspeicher gespeicherten Sollwert vergleichbar ist, wobei der Sollwert abhängig von einem Fortschritt des Betoniervorganges ist, insbesondere abhängig von einer gemessenen Zeit und/oder von einer Menge eines bereits in den Hohlraum (21) transportierten Betons (4).
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Überwachungseinrichtung ein in den Hohlraum (21) transportierter Volumenstrom des Betons (4) abhängig von einer Abweichung des zumindest einen Messwertes vom Sollwert regelbar ist.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Drucksensor (16) zur Messung eines Einpressdruckes in einer die Einrichtung mit der Betonieröffnung (7) verbindenden Leitung (6) vorgesehen ist.
4. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor zur Messung einer Zustandsgröße eines im Hohlraum (21) befindlichen Betons (4) als Drucksensor (16), insbesondere als Membrandruckmittler, ausgebildet ist.
5. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Sensoren und/oder Betonieröffnungen über eine Länge (18) und/oder über eine Höhe des Schalungselementes (3) verteilt angeordnet sind.
6. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1) eine etwa zylindrische Außenkontur aufweist, welche durch ein oder mehrere Schalungselemente (3) gebildet ist, wobei mehrere, insbesondere drei bis

20, Sensoren über einen Umfang der zylindrischen Außenkontur verteilt in den Schalungselementen (3) angeordnet sind.

7. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Datenverarbeitungseinrichtung vorgesehen ist, mit welcher Messwerte des zumindest einen Sensors während eines Ausbavorganges speicherbar sind.
8. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Sensoren vorgesehen sind und in einem Datenspeicher Sollwerte für jeden Sensor in Abhängigkeit einer gemessenen Zeit und/oder einer Menge eines bereits in den Hohlraum (21) transportierten Betons (4) gespeichert sind, wobei die Vorrichtung (1) zur manuellen, teil- oder vollautomatisierten Regelung der Einrichtung abhängig von Abweichungen der Messwerte von den einzelnen Sollwerten eingerichtet ist.
9. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Signaleinrichtung vorgesehen ist, mit welcher ein akustisches und/oder visuelles Signal abgebar ist, wenn eine Änderung einer Förderleistung der Einrichtung erforderlich ist, um eine Abweichung des zumindest einen Messwertes vom zumindest einen entsprechenden Sollwert zu reduzieren.
10. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere bewegbar verbundene Schalungselemente (3) vorgesehen sind, wobei zumindest ein Sensor zur Messung einer Kraft in zumindest einem Verbindungsmittel vorgesehen ist, welches zwei Schalungselemente (3) verbindet, und wobei der Sensor mit der Regelung verbunden ist, sodass die Einrichtung abhängig von einer Abweichung der Kraft im Verbindungsmittel von einem Sollwert, welcher gegebenenfalls abhängig von einem Fortschritt des Ausbaues ist, regelbar ist.
11. Verfahren zum Ausbau eines Tunnels, insbesondere mit einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei flüssiger Beton (4) mittels einer Einrichtung, insbesondere einer Betonpumpe (5a), durch zumindest eine Betonieröffnung (7) in einen Hohlraum (21) zwischen einem Schalungselement (3) und einem Gebirge (2) transportiert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Zustandsgröße eines im Hohlraum (21) befindlichen Betons (4) und/oder eine Belastung des Schalungselementes (3) mit zumindest einem Sensor gemessen wird und ein Betoniervorgang durch Vergleich eines Messwertes des Sensors mit einem Sollwert überwacht wird, wobei der Sollwert abhängig von einem Fortschritt des Ausbaues ist, insbesondere von einer gemessenen Zeit und/oder einer Menge

eines bereits in den Hohlraum (21) transportierten Betons (4).

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** während eines Betoniervorganges eine gemessene Abweichung des mit dem zumindest einen Sensor gemessenen Messwertes von einem entsprechenden Sollwert durch Änderung eines Volumenstromes des in den Hohlraum (21) transportierten Betons (4) reduziert wird. 5
10

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Einpressdruck des Betons (4) in einer Leitung (6) zwischen der Einrichtung und der Betonieröffnung (7) gemessen wird und in eine Regelung des Volumenstromes eingeht. 15

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** an mehreren Positionen des Schalungselementes (3) mit unterschiedlichen Abständen zur Betonieröffnung (7) Drücke gemessen werden und der Volumenstrom abhängig von einer Abweichung der gemessenen Drücke von entsprechenden Sollwerten geregelt wird. 20
25

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Sensoren vorgesehen sind, wobei für jeden Sensor ein von einer Zeit oder einem in den Hohlraum (21) transportierten Beton (4) abhängiger Sollwert definiert ist. 30

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der von einem Fortschritt des Ausbaues abhängige Sollwert in einem vorgelagerten Prozessschritt während eines Ausbaues durch Aufzeichnung entsprechender Messwerte definiert wird. 35

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Regelung des Volumenstromes ein Signal abgegeben wird, wonach eine manuelle Änderung des in den Hohlraum (21) transportierten Volumenstromes erfolgt, um eine Abweichung zu minimieren. 40
45

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine bewegbare, insbesondere verfahrbare, Vorrichtung (1) eingesetzt wird. 50

19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1) mit dem Schalungselement (3) nach Aushärten des Betons (4) in einer Ausbaurichtung (10) in einen nicht ausgebauten Abschnitt verfahren wird, in welchem das Verfahren wiederholt wird. 55

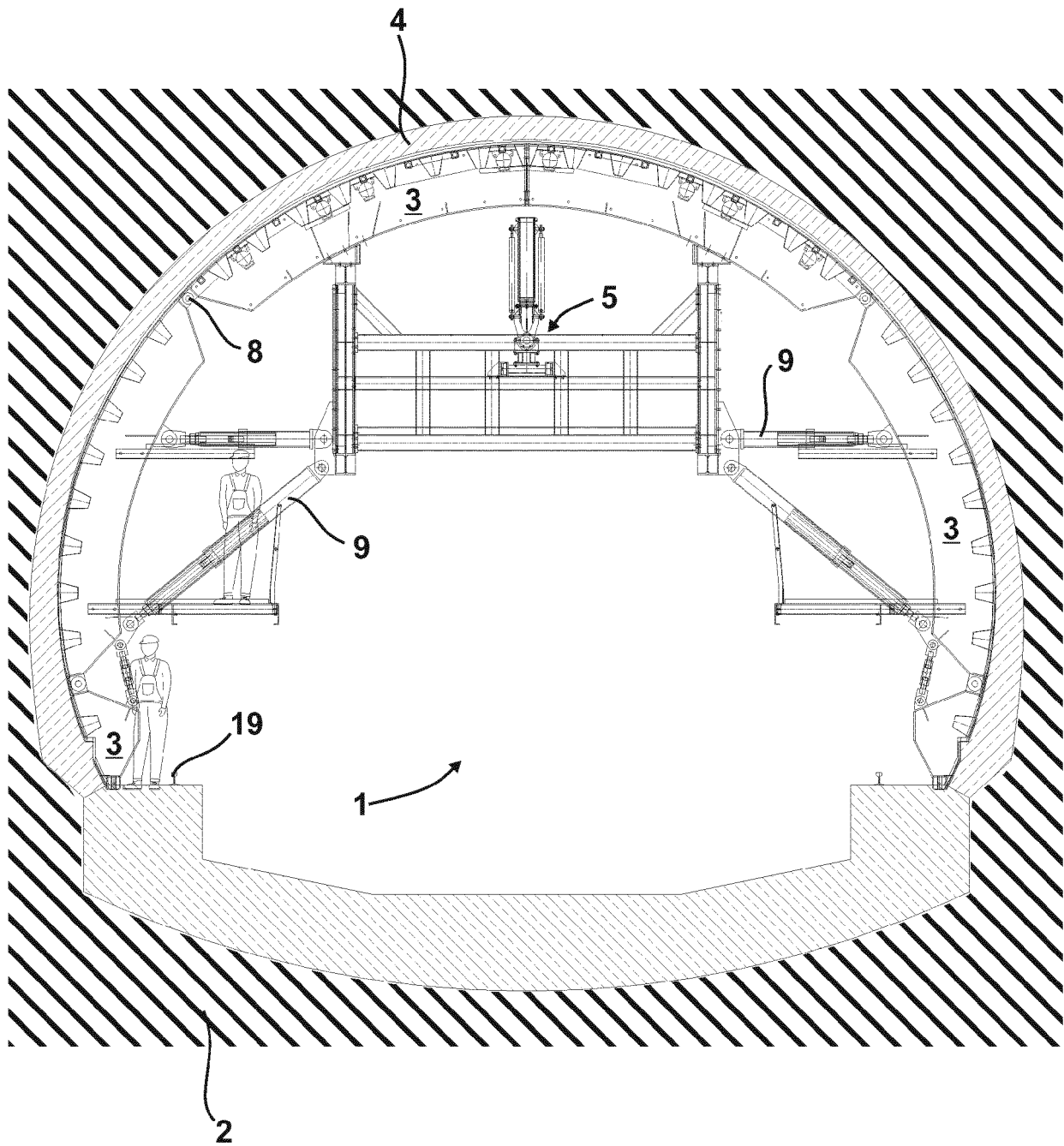
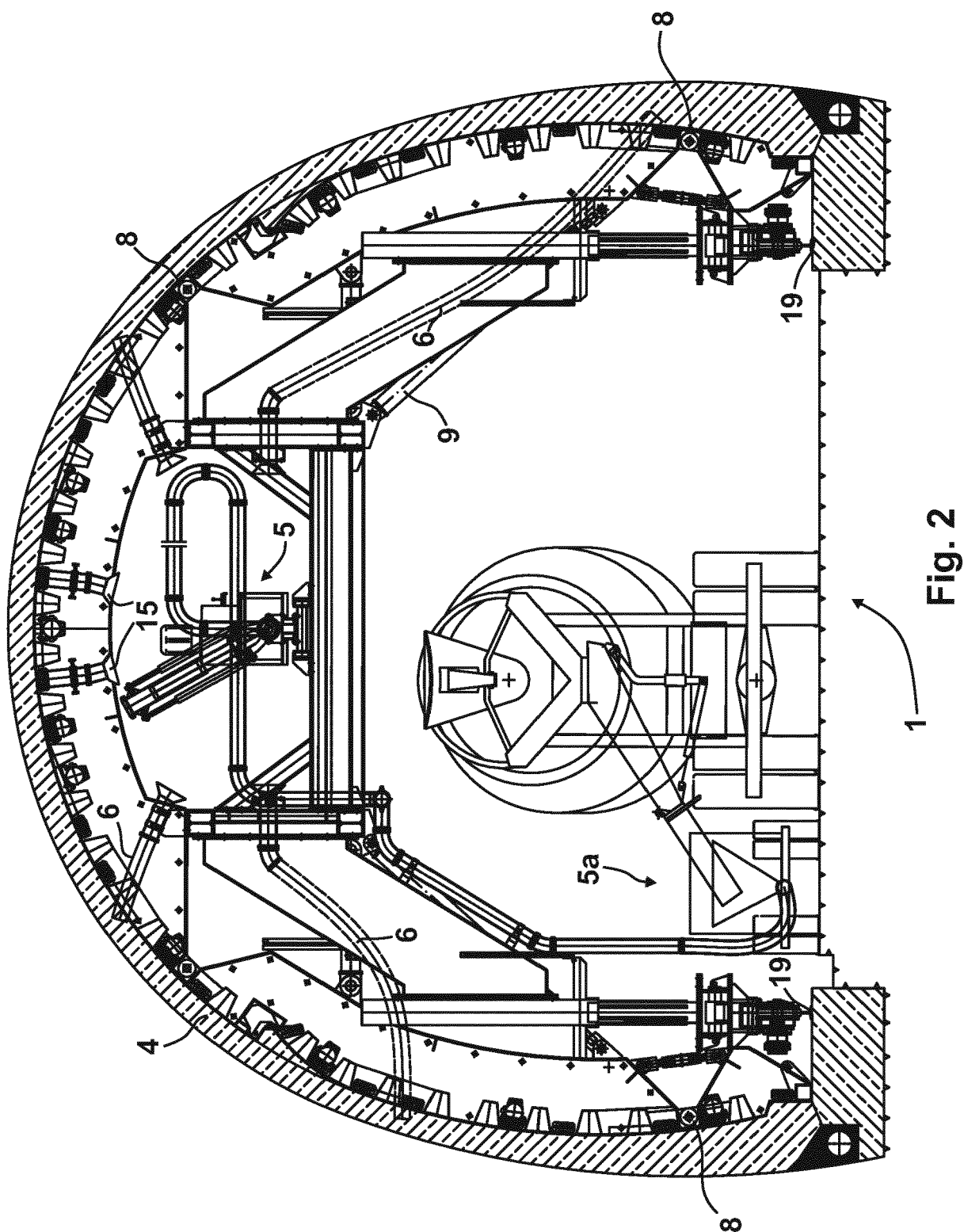


Fig. 1



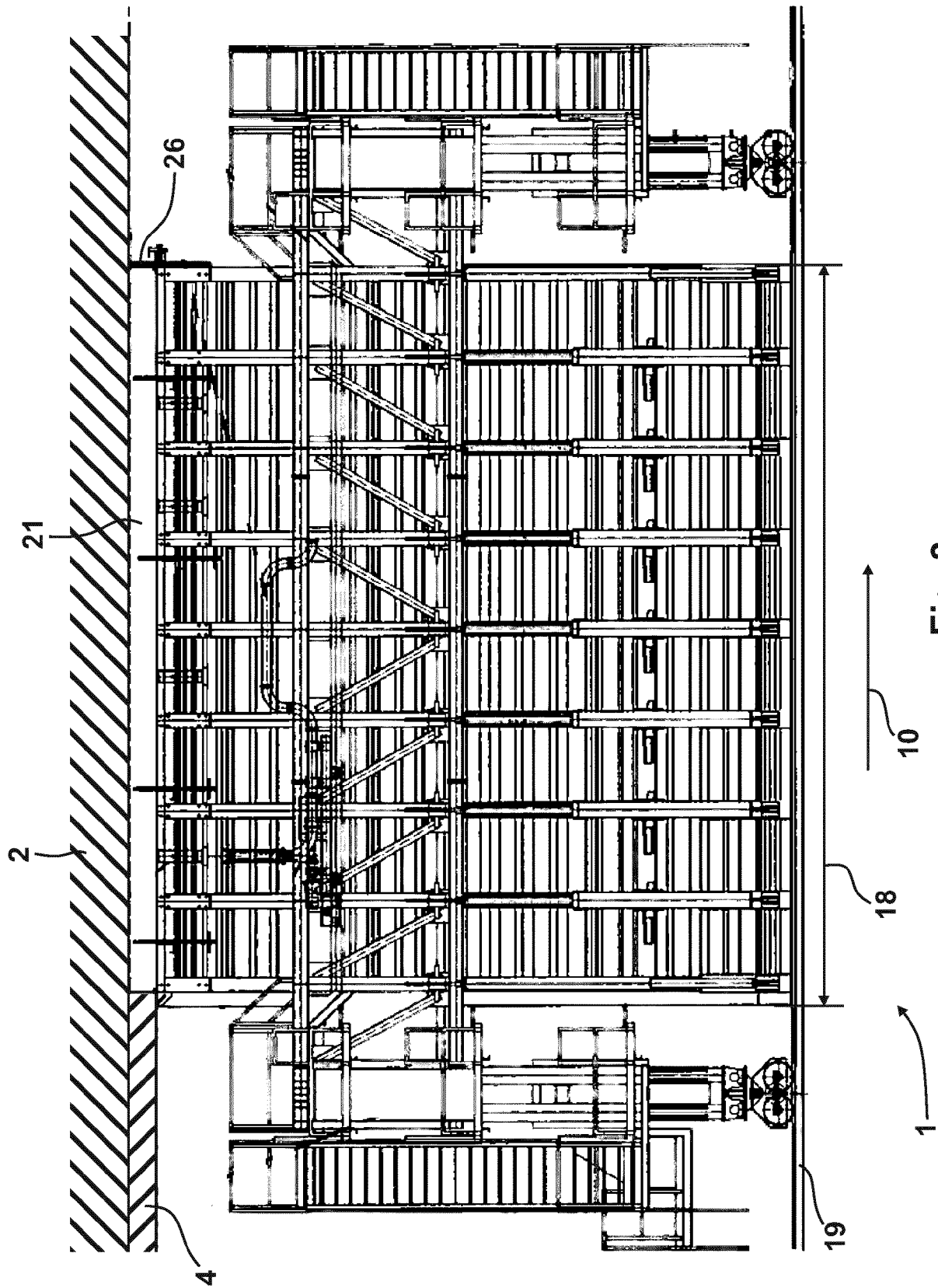


Fig. 3

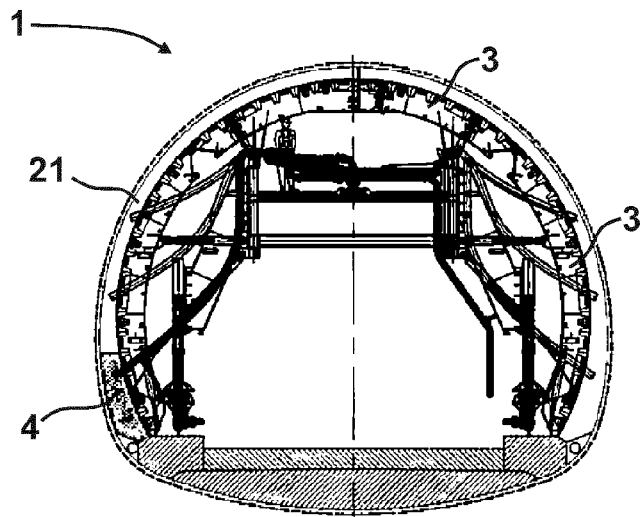


Fig. 4

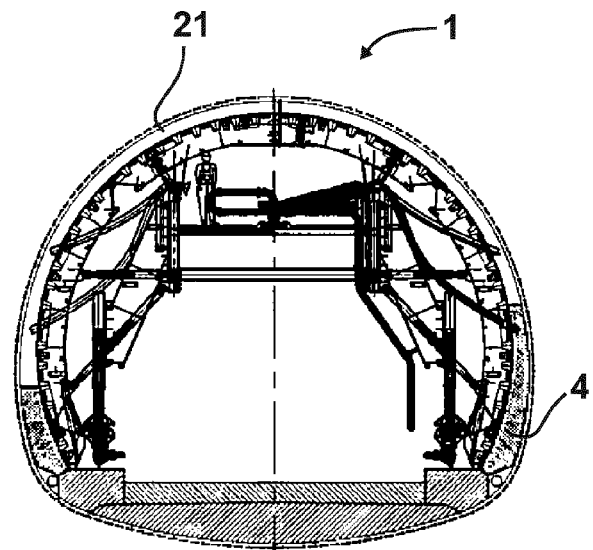


Fig. 5

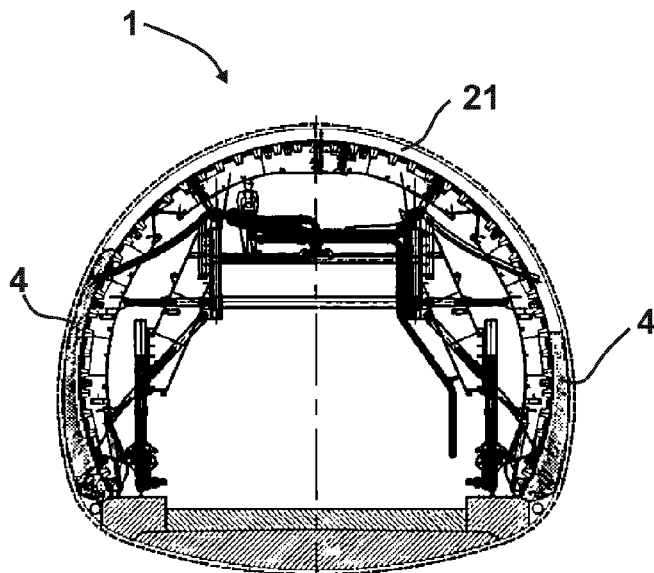


Fig. 6

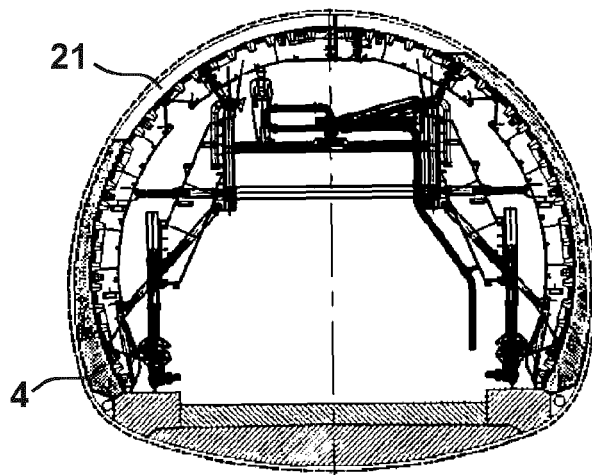


Fig. 7

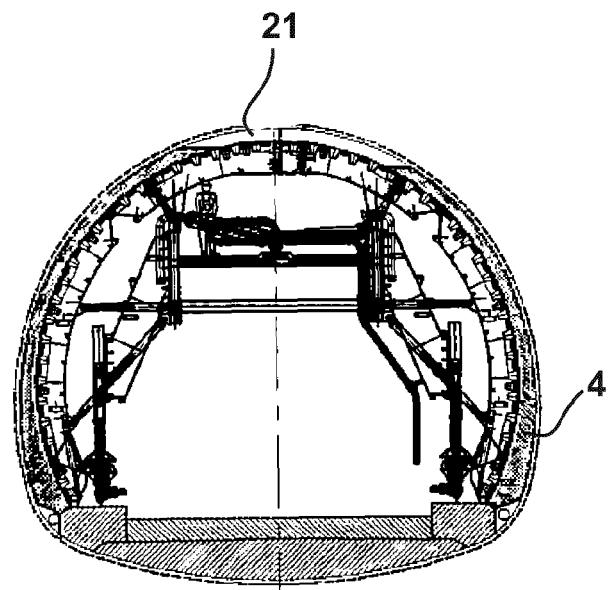


Fig. 8

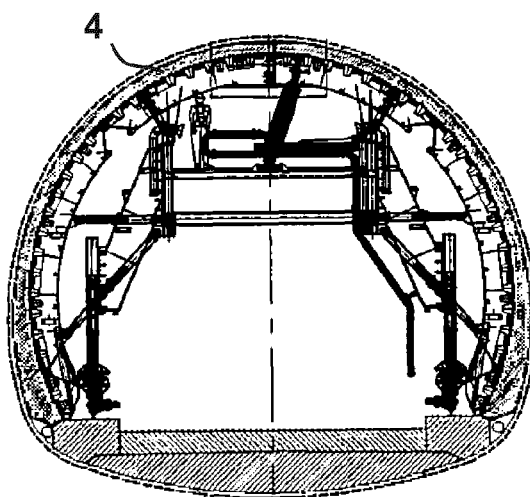


Fig. 9

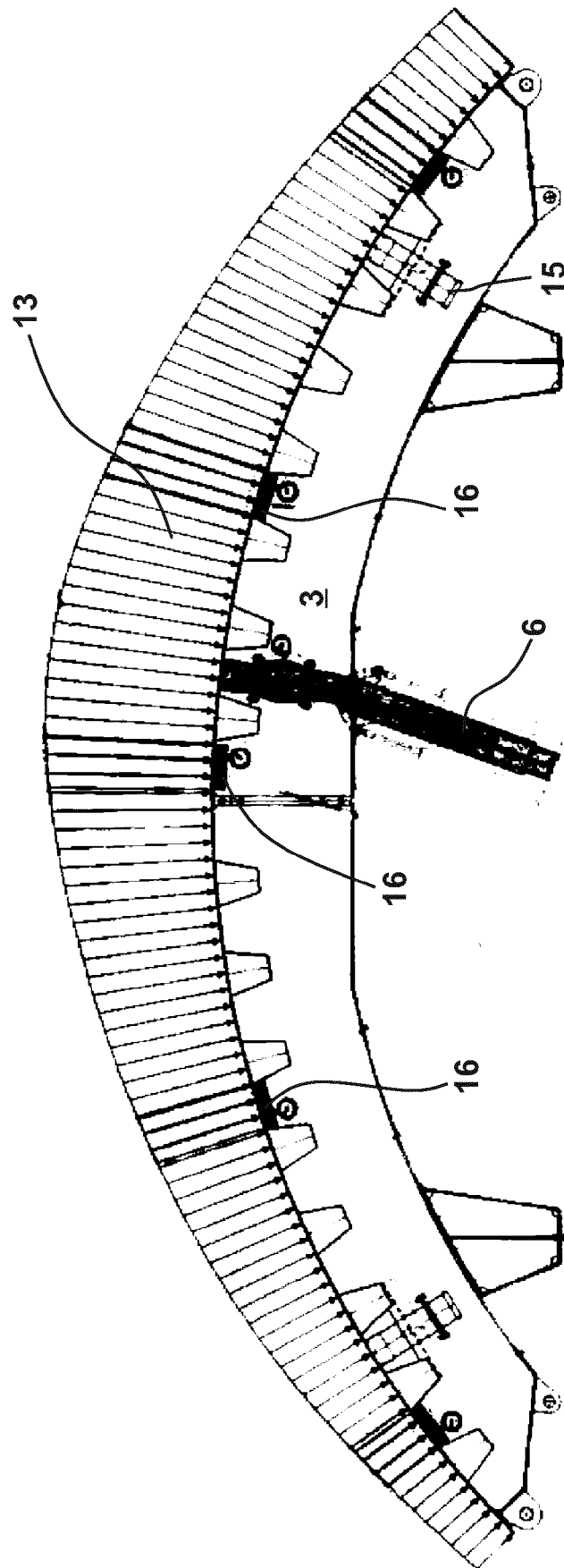


Fig. 10

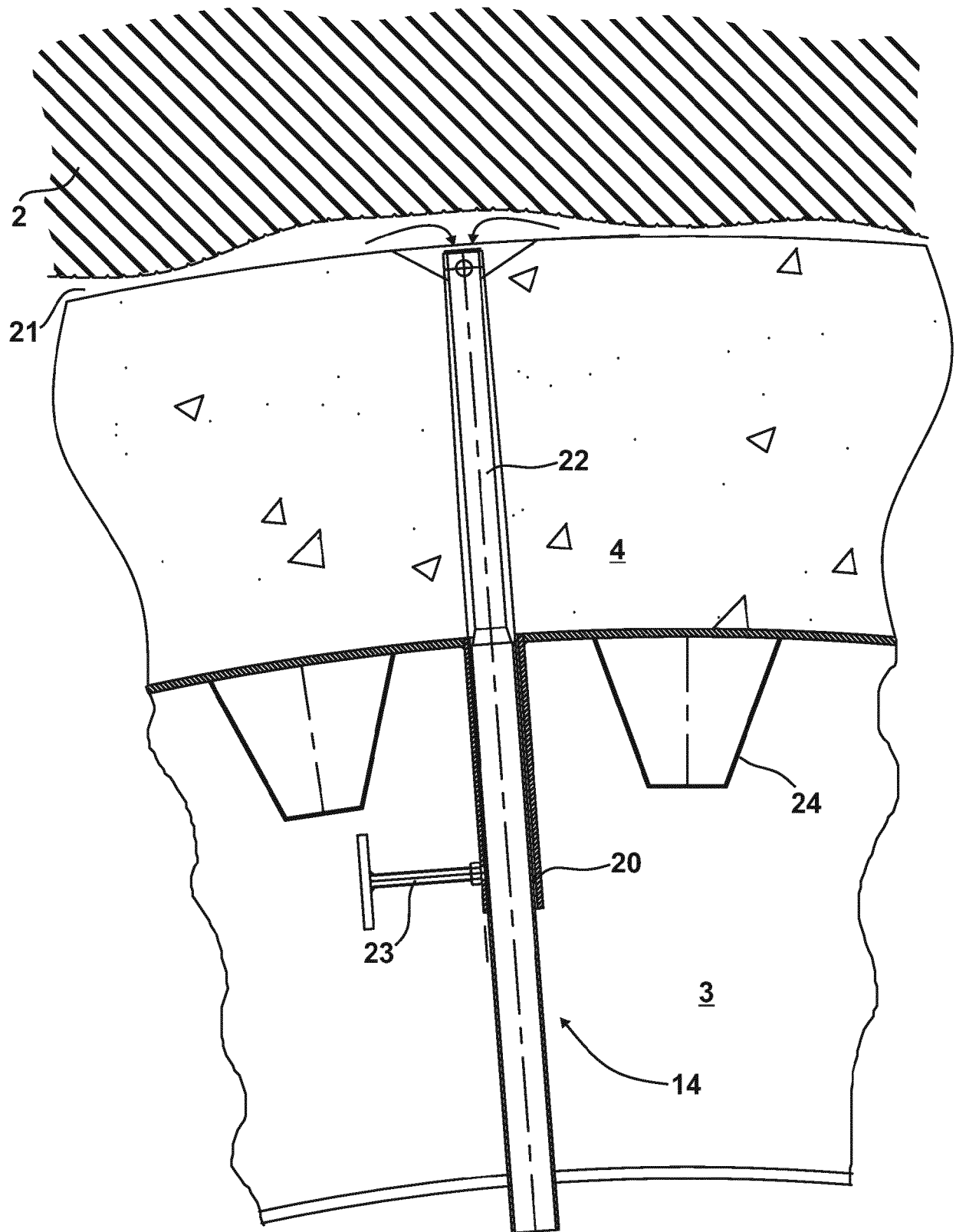


Fig. 11

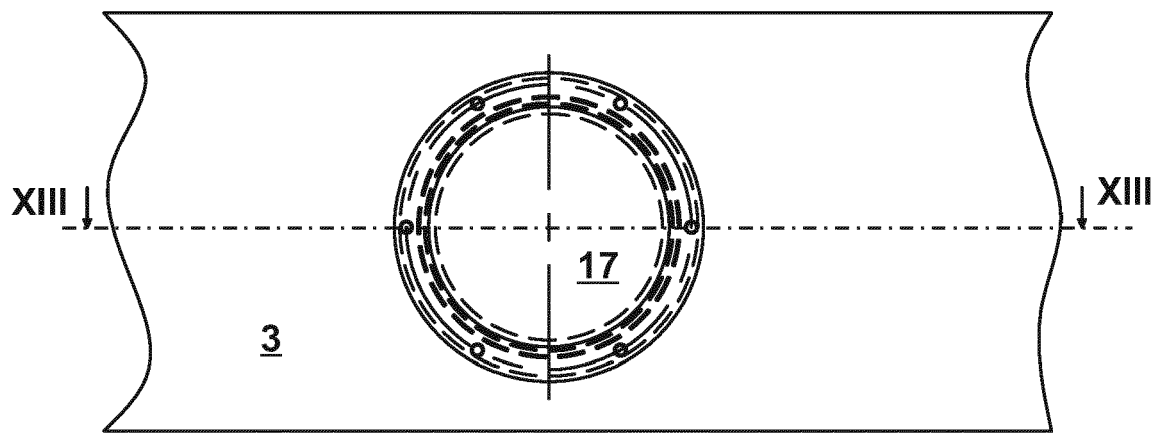


Fig. 12

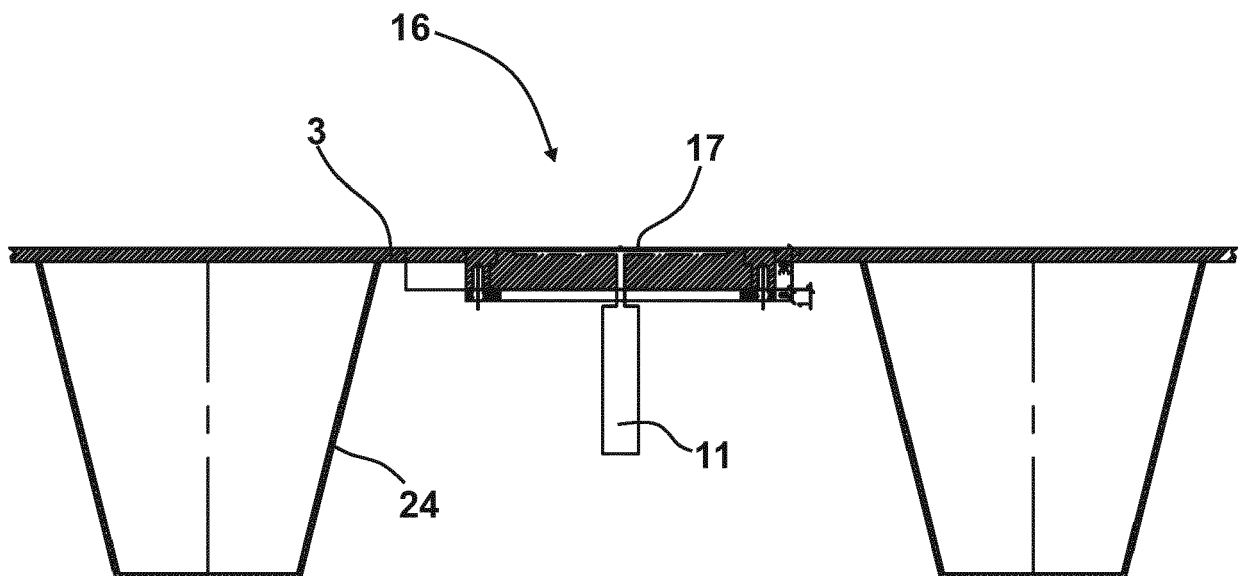


Fig. 13

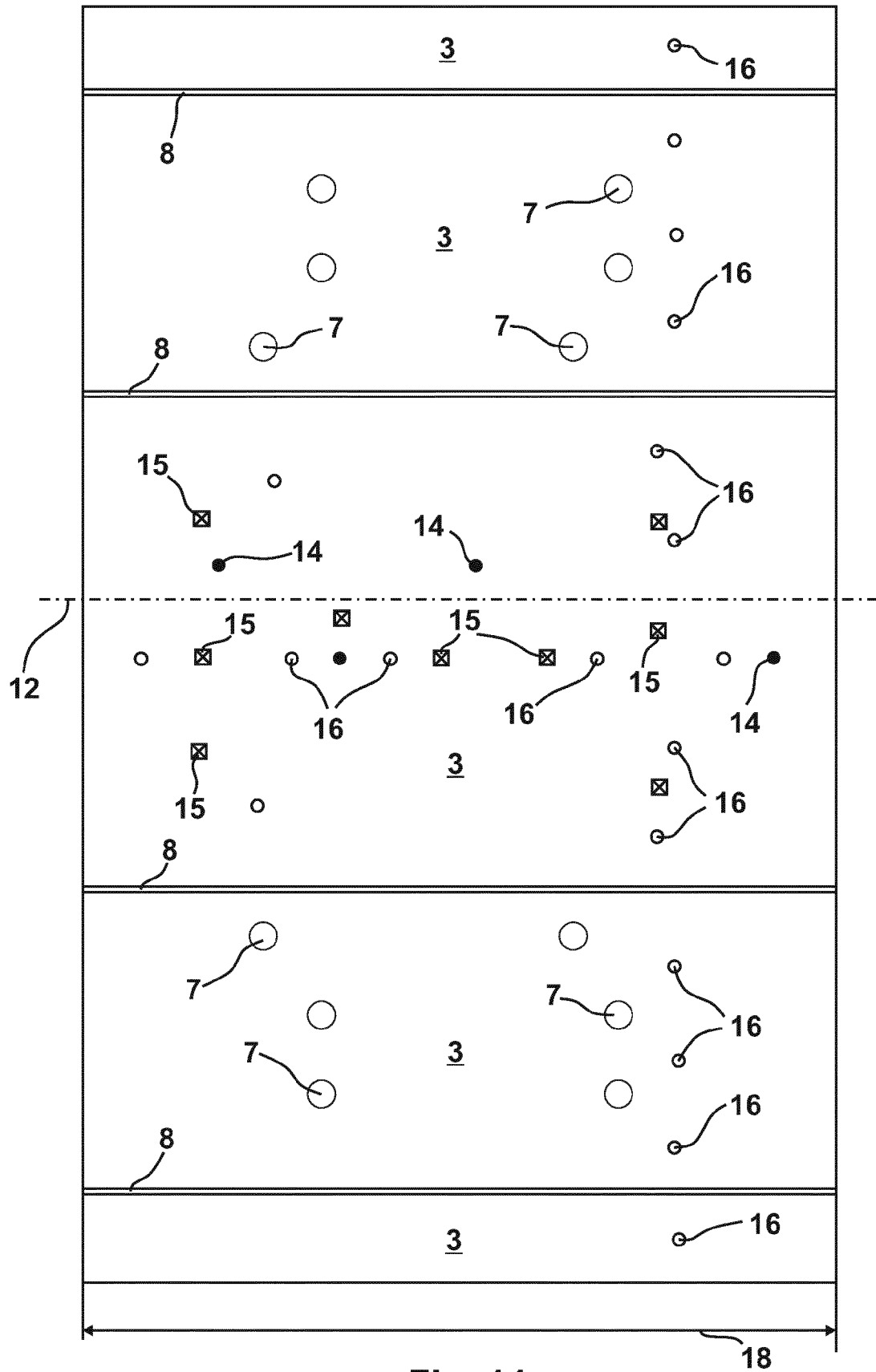


Fig. 14

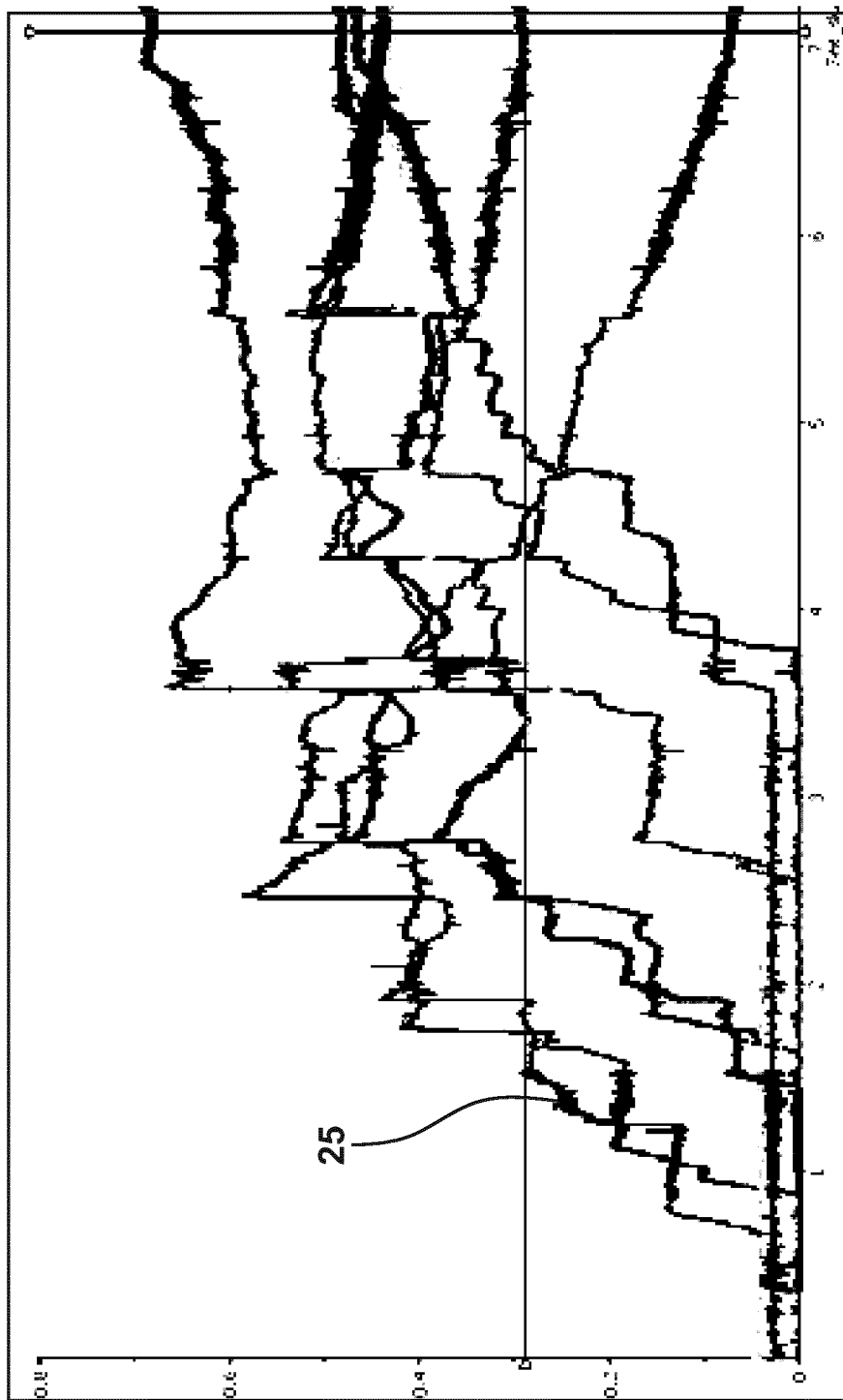


Fig. 15

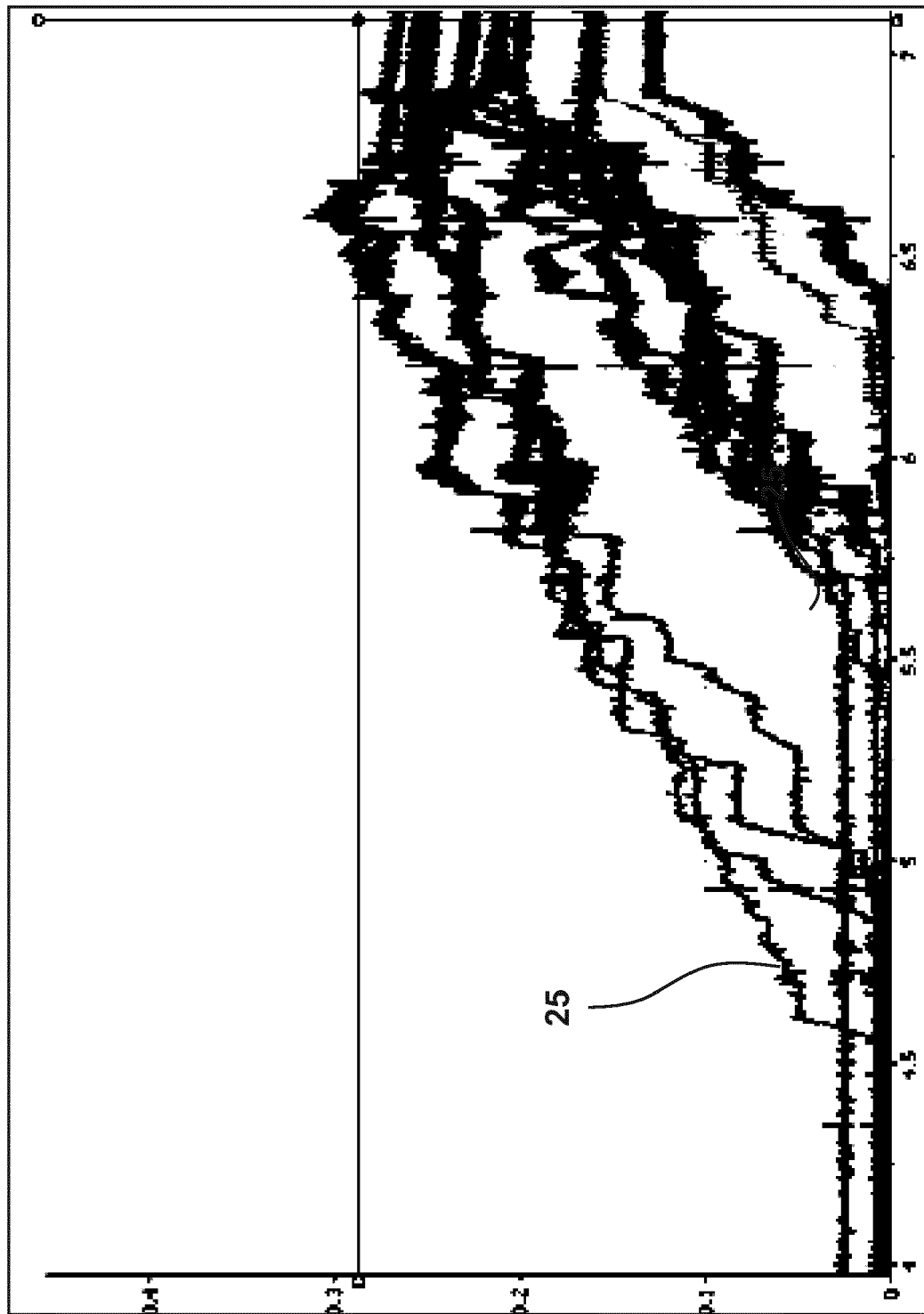


Fig. 16



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 19 6242

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	GB 2 498 524 A (M3 GROUP LTD [GB]) 24. Juli 2013 (2013-07-24) * Ansprüche 1-4,20; Abbildungen 1,7 *	1-6,8, 11-16, 18,19	INV. E21D11/10
X	JP 2009 155819 A (KAJIMA CORP; GIFU KOGYO CO LTD) 16. Juli 2009 (2009-07-16) * Absatz [0006] - Absatz [0007]; Abbildung 1 *	1-6,8, 11-16, 18,19	
X	JP 2011 184934 A (SHIMIZU CONSTRUCTION CO LTD) 22. September 2011 (2011-09-22) * Absatz [0008] - Absatz [0009]; Abbildungen 1-3 *	1,2,4-6, 8,11,12, 14-16, 18,19	
X	JP H06 50917 A (ASANUMA GUMI KK; GIFU KOGYO KK; UNIVERSAL SYST CONTROL KK) 25. Februar 1994 (1994-02-25) * Absatz [0025] - Absatz [0031]; Abbildungen 1,3,7 *	1,2,5, 7-9,11, 12,17-19	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E21D
X	JP 2009 179944 A (KAJIMA CORP) 13. August 2009 (2009-08-13) * Absatz [0054] - Absatz [0061]; Abbildungen 3-6 *	1,2,4,7, 10-12, 16,18,19	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 10. April 2017	Prüfer Dantine, Patrick
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 16 19 6242

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.

10-04-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	GB 2498524	A	24-07-2013	AU 2012200492 A1		01-08-2013
				GB 2498524 A		24-07-2013
				WO 2013108025 A2		25-07-2013
15	JP 2009155819	A	16-07-2009	KEINE		
	JP 2011184934	A	22-09-2011	JP 5316895 B2		16-10-2013
				JP 2011184934 A		22-09-2011
20	JP H0650917	A	25-02-1994	JP 2951422 B2		20-09-1999
				JP H0650917 A		25-02-1994
	JP 2009179944	A	13-08-2009	JP 4922200 B2		25-04-2012
25				JP 2009179944 A		13-08-2009
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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