

(19)



(11)

EP 3 216 979 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.09.2017 Patentblatt 2017/37

(51) Int Cl.:
E21D 11/10^(2006.01) E04G 21/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16158965.0**

(22) Anmeldetag: **07.03.2016**

(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

(72) Erfinder: **KERN, Annalisa**
6900 Lugano (CH)

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

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

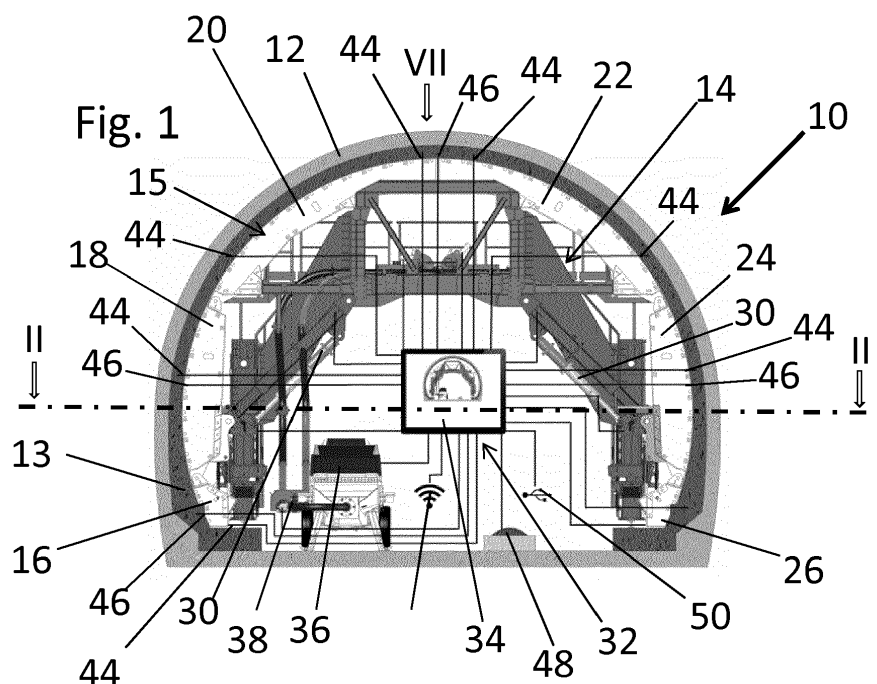
Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) **SCHALUNGSSYSTEM**

(57) Die Erfindung betrifft ein Schalungssystem (10; 60), insbesondere für den Tunnelbau, umfassend wenigstens eine Stützordnung (14) zur Abstützung von wenigstens einem Schalungselement (16-26; 72-78), welches Schalungssystem ferner wenigstens eine Betonpumpe (36), mehrere Betonzuführungen (42) zu dem Schalungselement und wenigstens eine Steuerung (32) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Schalungselement (16-26; 72-78) und/oder an der Stützordnung (14) wenigstens zwei Drucksensoren (44; 92)

an vertikal unterschiedlichen Positionen angeordnet und mit der Steuerung (32) des Schalungssystems verbunden sind, welche Drucksensoren (44; 92) konzipiert sind, den auf die Schalungselemente (16-26; 72-78) einwirkenden Druck an wenigstens zwei unterschiedlichen Höhen des Schalungselements zu messen, und dass die Steuerung (32) konzipiert ist, die Betonzuführungen (42) individuell in Abhängigkeit von dem Signal der Drucksensoren (44; 92) zu steuern.

**EP 3 216 979 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Schalungssystem, insbesondere für den Tunnelbau, umfassend wenigstens eine Stützordnung zur Abstützung einer aus mehreren Schalungselementen bestehenden Schalung, welches Schalungssystem wenigstens eine Steuerung für die Abstützung der Schalungselemente und die Betonzufuhr für den zu betonierenden Raum aufweist.

[0002] Ein derartiges Schalungssystem ist aus dem europäischen Patent 2 626 509 bekannt.

[0003] Es ist Aufgabe der Erfindung, das gattungsgemäße Schalungssystem derart weiterzubilden, dass individuelle Verhältnisse bei der Erstellung einer Betonwand, insbesondere eines Betongewölbes besser berücksichtigt werden können.

[0004] Diese Aufgabe wird durch ein Schalungssystem mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Diese Aufgabe wird des Weiteren durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 15 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der zugeordneten abhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind ebenfalls in der Beschreibung und in den Zeichnungen offenbart.

[0005] Erfindungsgemäß sind an dem Schalungselement und/oder an der Stützordnung wenigstens zwei Drucksensoren vertikal in unterschiedlichen Positionen angeordnet und mit der Steuerung des Schalungssystems verbunden. Die Drucksensoren sind konzipiert, den aufgrund des in die Schalung eingefüllten Betons auf die Schalungselemente einwirkenden Druck an wenigstens zwei unterschiedlichen Höhen des Schalungselements zu messen. Die Steuerung ist konzipiert, die Betonzuführungen individuell in Abhängigkeit von dem Signal der Drucksensoren zu steuern. Auf diese Weise ist es möglich, den an unterschiedlichen Stellen auf das Schalungselement bzw. vorzugsweise mehrere Schalungselemente einwirkenden Betondruck zu erfassen und die Steuerung kann durch die Drucksensoren gemessenen Druckwerte mit Sollwerten vergleichen und die Betonzuführung individuell so ansteuern, dass der Betondruck an den unterschiedlichen Stellen der Schalungselemente gesetzten Vorgaben entspricht. Auf diese Weise kann eine Betonwand, insbesondere ein Betongewölbe mit vorgegebenen homogenen Materialeigenschaften in dem gesamten Wand- oder Gewölbebereich hergestellt werden.

[0006] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung hat die Stützordnung wenigstens einen hydraulischen Stützträger zur Abstützung des Schalungselements und die Steuerung ist konzipiert, die Kraft des Stützträgers in Abhängigkeit von dem in den Drucksensoren gemessenen Druck zu steuern. Der Druck kann somit nicht nur über die individuelle Betonzuführung, sondern auch über den Abstützdruck mittels der Stützträger einreguliert werden. Zudem müssen die Drucksensoren nicht in der Schalung selbst vorgesehen sein,

sondern können an den Kraftaufnahmeelementen der Schalungselemente angeordnet sein, z.B. an den Punkten, an denen die Trägerstruktur statisch das Schalungselement abstützt. Insbesondere, wenn die gesamte Schalung aus mehreren Schalungselementen besteht, wie das beim Tunnelbau üblich ist, ist man so in der Lage über die Abstützpunkte der Schalungselemente den auf die einzelnen Schalungselemente einwirkenden Druck genau zu erfassen und die Betonzuführungen und/oder die Abstützkraft der hydraulischen Stützträger entsprechend zu steuern bzw. zu regulieren.

[0007] In einer technisch einfachen Ausführungsform ist der Drucksensor an dem Verbindungspunkt zwischen dem Stützträger und dem Schalungselement und/oder der Stützordnung angeordnet. Eine derartige Anordnung ist leicht zu realisieren, z.B. durch an sich bekannte Kraftaufnehmer.

[0008] Vorzugsweise sind mehrere, insbesondere eine Vielzahl von Drucksensoren flächig verteilt über das Schalungselement angeordnet. Vorzugsweise sind die Drucksensoren gleichmäßig über die gesamte Fläche der Wand und damit über die Fläche der Schalungselemente angeordnet, wenn mehrere verwendet werden. Auf diese Weise kann eine sehr gute Druckverteilung des Betons auf die Schalung erfasst und evtl. nachreguliert werden.

[0009] Vorzugsweise enthält das Schalungssystem wenigstens eine Rüttleinrichtung und die Steuerung ist konzipiert, die Rüttleinrichtung in Abhängigkeit von dem in den Drucksensoren gemessenen Druck zu steuern. Auf diese Weise kann in Bereichen, in welchen der auf die Schalung einwirkende Betondruck zu niedrig ist, durch nachrütteln des Betons in den Bereichen erzielt werden, dass der Betondruck zunimmt. Die Rüttleinrichtung kann z.B. in Verbindung mit den Schalungselementen angeordnet sein. Es können jedoch auch Außenrüttler in Verbindung mit den Betonzuführungen vorgesehen werden, die Einfluss auf die Viskosität des zugeführten Betons nehmen.

[0010] Vorzugsweise sind mehrere Rüttleinrichtungen an unterschiedlichen Stellen des Schalungselements angeordnet und die Steuerung ist konzipiert, die Rüttleinrichtung individuell in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren zu steuern. Auf diese Weise kann ein vorgegebenes Druckprofil des Betons auf die Schalungselemente erreicht werden, das zu gewünschten homogenen Festigkeitseigenschaften der erstellten Betonwand über die Fläche führt. Vorzugsweise sind die Rüttleinrichtungen flächig gleichmäßig über die Schalungselemente verteilt angeordnet. Auf diese Weise kann über die Fläche der Schalung eine gleichmäßige Verdichtung erzielt werden.

[0011] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Steuerung konzipiert, die Betonpumpe in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren zu steuern. So können z.B. für unterschiedliche Betonzuführungen unterschiedliche Betonpumpen vorgesehen sein und über den Förderdruck der Betonpumpe kann Ein-

fluss genommen werden auf den Druck, den der Beton auf das Schalungselement ausübt.

[0012] Vorzugsweise ist die wenigstens eine Betonpumpe über wenigstens eine Verteilereinrichtung mit mehreren Betonzuführungen verbunden. Die Steuerung ist in diesem Fall dazu konzipiert, die Verteilereinrichtung in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren zu steuern, um auf diese Weise ein homogenes, vorgegebenes Druckprofil und damit gewünschte Materialeigenschaften der erstellten Betonwand zu erzielen.

[0013] Vorzugsweise weist die Steuerung einen Bildschirm zur Darstellung der Schalungselemente und der dort gemessenen Druckwerte auf. Auf diese Weise kann ein Operator sehen, welche Druckwerte an unterschiedlichen Teilen der Schalungselemente aufgenommen wurden und kann sogleich erfassen, ob der Beton in vorgegebener Weise dem Raum hinter den Schalungselementen zugeführt worden ist. Dies ist z.B. bei der Erstellung eines Tunnelgewölbes äußerst wichtig, da sichergestellt werden muss, dass der Beton an allen Stellen jenseits der Schalungselemente durchgängig den Zwischenraum zwischen einer Tunnelwand und den Schalungselementen ausfüllt und damit in der Lage ist, den geforderten Festigkeitseigenschaften des Tunnelgewölbes zu genügen.

[0014] In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Schalungssystems hat dieses zumindest vier Schalungselemente, die durch wenigstens vier Stützträger gegen die Stützordnung abgestützt sind. Eine derartige Anordnung ist somit für ein Tunnelgewölbe sinnvoll, wobei die vier Schalungselemente mehr oder weniger den oberen Halbkreis des Tunnelgewölbes bilden. Vorzugsweise sind hierfür die vier Schalungselemente gewölbt und bilden eine Gewölbefläche für ein Tunnelgewölbe.

[0015] Da eine Tunnelschalung in der Regel sehr lang ist, hat das erfindungsgemäße Schalungssystem vorzugsweise mehrere horizontal hintereinander angeordnete Stützordnungen mit eigenen Schalungselementen. Die Steuerung ist dann konzipiert, die Druckbeaufschlagung der Schalungselemente der einzelnen Stützordnungen individuell in Abhängigkeit von den Druckwerten der Drucksensoren zu steuern. Auf diese Weise kann eine homogene Tunnelschalung über eine größere Länge in einem Vorgang hergestellt werden, wobei über die Fläche eine sehr gute Homogenität der Betonwand erzielt wird.

[0016] In einem erfindungsgemäßen Verfahren, das das erfindungsgemäße Schalungssystem nutzt, wird eine Betonwand errichtet, in der mittels Drucksensoren der auf das Schalungselement wirkende Druck an unterschiedlichen Stellen ermittelt wird und die wenigstens eine Betonpumpe und/oder die Betonzuführung in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren gesteuert wird bzw. werden. Auf diese Weise kann durch die individuelle Steuerung der Betonzuführung bzw. der Betonpumpe(n) dafür Sorge getragen werden, dass ein gleichmäßiges Druckprofil oder ein vorgegebenes

Druckprofil über die Fläche der Schalungselemente erzielt wird, was Tunnelgewölbe mit geforderten Festigkeitseigenschaften mit sich bringt.

[0017] Durch die Signale der Drucksensoren lassen sich auch Rütteleinrichtungen bzw. Verteilereinrichtungen zwischen den Betonzuführungen ansteuern, um so die Betonzuführung zu den individuellen Stellen zwischen einer Tunnelwand und den Schalungselementen möglichst gleichmäßig und homogen zu füllen.

[0018] Neben den Signalen der Drucksensoren können auch die Signale anderer Sensoren wie z.B. Temperatursensoren, optischer Sensoren oder chemischer Sensoren für die Steuerung der Stützordnung, der individuellen Betonzuführungen und der Rütteleinrichtungen verwendet werden.

[0019] Durch die Erfindung können somit die Eigenschaften des in die Schalung eingefüllten Betons festgestellt, ausgewertet und für die Steuerung der Betonzuführungen, Stützordnung und Rütteleinrichtungen genutzt werden. Zur besseren Bedienung hat die Steuerung vorzugsweise einen Bildschirm, der das Schalungssystem flächig darstellt, als auch eine Betonfüllanzeige für die unterschiedlichen Bereiche der Schalungselemente. Die gemessenen Kräfte werden vorzugsweise über eine Software ausgewertet und digital sowie visuell angezeigt. Vorzugsweise hat die Steuerung eine Schnittstelle zur Ansteuerung weiterer Komponenten, wie z.B. eine Rütteleinrichtung, als auch zum Aufspielen der Daten auf externe Datenträger bzw. auf einen zusätzlichen PC. Aufgrund der erfassten Signale der Drucksensoren kann die Verdichtungssteuerung jenseits der Schalungselemente automatisch erfolgen.

[0020] Man hat durch die Erfindung eine Gegenkontrolle zur statischen Berechnung des Schalungsprozesses. Die Sicherheit für das Schalungssystem als auch für die Personen, die das Schalungssystem bedienen wird beträchtlich erhöht. Es werden homogenere und bessere Tunnelwände erzielt, wodurch die Abläufe beim Betonieren optimiert werden. Durch die Erfindung wird die Erstellung von Normen konformen Betonwänden und Gewölben erreicht. Die Ausgänge der Steuerung können auch für Sicherheitssysteme genutzt werden, wenn Spannungsüberhöhung oder Drucküberhöhungen an einzelnen Stellen der Schalungselemente erfasst werden sollten. Die Erfindung trägt zur Qualitätssicherung des Bauwerks bei.

[0021] Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht darin, dass über die gezielte Steuerung der Betonpumpe und/oder der Betonzuführung und/oder der wenigstens einen Rütteleinrichtung die Verdichtungsprozesse des Betons jenseits der Schalungselemente gezielt und individuell gesteuert werden können, um somit gewünschte Materialeigenschaften der fertigen Betonwand bzw. des fertigen Betongewölbes zu erzielen.

[0022] Es ist für den Fachmann offensichtlich, dass die einzelnen Komponenten der Erfindung einfach oder mehrfach vorgesehen werden können bzw. diese können auch als integrierte Einheit oder verteilt an mehreren

Stellen ausgebildet sein. Die Steuerung kann mehrere Rechner umfassen, die über die Länge des Tunnels verteilt sind. Ebenso weist üblicherweise ein Tunnelschalungssystem eine Vielzahl von Schalungselementen auf, z.B. vier Schalungselemente über dem Gewölbesektor verteilt und drei bis sechs Stützenanordnungen hintereinander mit jeweils vier Schalungselementen, so dass insgesamt die Anlage vorzugsweise zwischen zehn und fünfzig Schalungselemente aufweist.

[0023] Folgende Ausdrücke werden synonym verwendet: Rüttleinrichtung - Rüttler; Druckaufnehmer - Drucksensor; Temperaturlaufnehmer - Temperatursensor

[0024] Die Erfindung wird nachfolgend beispielsweise anhand der schematischen Zeichnungen beschrieben. In dieser zeigen:

- Fig. 1 eine stirnseitige Ansicht auf ein erfindungsgemäßes Tunnelschalungssystem,
- Fig. 2 einen Schnitt II-II aus Fig. 1,
- Fig. 3 eine Ansicht gemäß Fig. 1 mit einer Ansteuerung von Rüttleinrichtungen,
- Fig. 4 eine Ansicht gemäß Fig. 1 mit einer Spiegeldifferenzstandskontrolle,
- Fig. 5 eine Ansicht gemäß Fig. 1 mit einer individuellen Ansteuerung von Betonzuführungen,
- Fig. 6 eine Ansteuerung gemäß Fig. 1 mit einer zentralen Erfassung und Auswertung von Drucksensoren,
- Fig. 7 eine Ansicht VII aus Fig. 1,
- Fig. 8 eine stirnseitige Ansicht einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schalungssystems zur Herstellung von ebenen Wänden,
- Fig. 9 eine Ansicht auf das Schalungssystem gemäß Fig. 8 von oben.

[0025] Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Tunnelschalungssystem 10, das sich in einem ausgebrochenen Tunnelgewölbe 12 befindet. Das erfindungsgemäße Tunnelschalungssystem 10 umfasst eine Stützenanordnung 14 zur Abstützung einer Schalung 15, die aus gelenkig miteinander verbundenen Schalungselementen 16-26 besteht, deren Außenseite leicht gewölbt ist und dem Tunnelgewölbe 12 zuweist. Zwischen der Außenseite der Schalungselemente 16-26 und dem Tunnelgewölbe bzw. der Tunnelwand 12 ist ein Leerraum 28 gebildet, der mit Beton 13 verfüllt wird. Die Stützenanordnung 14 enthält hydraulische Stützträger 30, um die Schalungselemente 16-26 mit einem vorgegebenen Druck gegen den eingefüllten Beton 13 abzustützen. Das erfindungs-

gemäße Schalungssystem 10 wird gesteuert durch eine zentrale Steuerung 32, die vorzugsweise einen Bildschirm 34 zur Darstellung des Schalungssystems der zugeordneten Messwerte aufweist. Das Schalungssystem 10 umfasst ferner eine Betonförderpumpe 36 mit einer Verteilereinrichtung 38 und Betonleitungen 40, die zu einzelnen Betonzuführungen 42 laufen, die in den Fig. 2 und 5 genauer dargestellt sind. Die zentrale Steuerung 32 ist mit Druckaufnehmern 44 verbunden, als auch mit Temperaturlaufnehmern oder Ultraschallmessgeber 46, die sowohl den auf die Schalungselemente 16-26 einwirkenden Druck aufgrund des eingefüllten Betons als auch die Temperatur des Betons erfassen, um somit der zentralen Steuerung 32 Rückmeldung zugeben, zum einen über die Dichte und den Füllgrad des Betons in dem Zwischenraum zwischen der Außenseite der Schalungselemente 16-26 und der Tunnelwand 12 als auch über die chemische Reaktion beim Abbinden des Betons, die mit einer Wärmeabfuhr oder einer Veränderung der Dichte einhergeht. Durch die Erfassung der Temperatur oder der Dichte kann somit gut erfasst werden, wie weit die Abbinde-Reaktion vorangeht. Optional ist hierfür die Steuerung auch mit einer Betonanalyseeinrichtung 48 verbunden, das z.B. das Abbindeverhalten einer Betonprobe als auch evtl. dessen Festigkeit auswertet, um damit Rückschlüsse auf die Festigkeit und des Betons zwischen den Schalungselementen 16-26 und der Tunnelwand schließen zu können.

[0026] Die Steuerung 32 ist selbstverständlich mit der Betonpumpe 36 verbunden, als auch mit der Verteilereinrichtung 38. Des Weiteren hat die Steuerung vorzugsweise einen USB-Anschluss 50, als auch einen Funkanschluss 52, z.B. Wi-Fi® oder Bluetooth®.

[0027] Durch die in Fig. 1 dargestellte Erfassung der Temperatur- Dichte und Druckverhältnisse ist es dem Schalungssystem möglich, die einzelnen Betonzuführungen 42 und/oder die Hydraulikstützen 30 derart zu steuern, dass zum einen der Beton in einer gewünschten Weise einfließt und verdichtet wird, als auch den vorgegebenen Druckverhältnissen entsprechen, um so eine gewünschte Qualität der Betonschalung sicherzustellen.

[0028] Fig. 3 zeigt ebenfalls das Schalungssystem 10 aus Fig. 1, wobei hier die Verbindung der zentralen Steuerung 32 mit Rüttlern 54 dargestellt ist. Die zentrale Steuerung 32 kann die einzelnen Rüttler 54 in Abhängigkeit von den Sensorwerten individuell ansteuern, um so eine gezielte Verdichtung des Betons in den unterschiedlichen Bereichen der Tunnelwand 12 zu bewirken, um so eine möglichst homogene Betonqualität über die gesamte Tunnelwand 12 sicherzustellen.

[0029] Fig. 4 zeigt die Verbindung der zentralen Steuerung 32 mit Spiegeldifferenz-Sensoren 56, welche beispielsweise Drucksensoren, optische Sensoren, Thermosensoren, Ultraschallsensoren oder chemische Sensoren sein können. Diese Spiegeldifferenz-Sensoren 56 sind gleichmäßig über die Außenseite der Schalungselemente 16-26 verteilt. Auf diese Weise ist es leicht möglich, einen unterschiedlichen Füllstand h_1 , h_2 des Betons

13 an den beiden Seiten der Tunnelwandung zu erfassen und durch individuelle Ansteuerung der Betonzuführungen 42 und Rüttler 54 dafür Sorge zu tragen, dass der Füllspiegel auf beiden Seiten gleichmäßig ist bzw. ausgeglichen wird.

[0030] Fig. 5 zeigt die Verbindung der zentralen Steuerung 32 mit den einzelnen Betonzuführungen 42. Durch die Ansteuerung der Betonpumpe 36 und der Verteilereinrichtung 38 und weiterer nicht dargestellter Verteilerelemente, wie z.B. Sperrventile, ist es möglich, den Beton gezielt den einzelnen Betonzuführungen 42 zuzuführen, um so eine homogene Betonzufuhr zu erreichen. Idealerweise erfolgt die Betonzufuhr über die relativ gleichmäßig verteilten Betonzuführungen 42 in Verbindung mit einer entsprechenden Betätigung der Rüttleinrichtungen 54 aus Fig. 3.

[0031] Fig. 6 zeigt die Verbindung der zentralen Steuerung 32 mit Druckaufnehmern 58, die sich gleichmäßig über den oberen Abschnitt der Tunnelschalung erstrecken, d.h. über die oberen Schalungselemente 20-24, so dass durch diese Anordnung von Druckaufnehmern 58 verifiziert werden kann, ob der Beton 13 zwischen der Tunnelwandung 12 und der Außenseite der Schalungselemente 16-26 tatsächlich vollständig gefüllt ist, was sich in entsprechenden Druckwerten niederschlägt. Diese Druckaufnehmer können auch als Hydraulikzylinder ausgebildet sein, die einen steuerbaren Abstützdruck für die Schalungselemente liefern. Diese Druckaufnehmer 58 können daher auch zur Drucksteuerung des Abstützdrucks der Schalungselemente 20 bis 24 verwendet werden.

[0032] Schließlich zeigt Fig. 7 eine Aufsicht auf das erfindungsgemäße Schalungssystem gemäß den Fig. 1-6, allerdings in Alleindarstellung, d.h. nicht in Betriebsposition in einer Tunnelgewölbe 12.

[0033] Fig. 8 zeigt ein Schalungssystem 60 zur Herstellung gerader Wände. Das Schalungssystem 60 umfasst eine Stützenanordnung 62, eine zentrale Steuerung 32 mit einem Display 34, eine Betonpumpe 36, evtl. eine Verteilereinrichtung, die nicht dargestellt ist, optional eine Betonanalyseeinrichtung 48 und eine Anzahl an ebenen Schalungselementen 72-78, die übereinander und nebeneinander angeordnet sind, um so eine Wand gewünschter Größe zu bilden. Die Steuerung ist über eine erste Steuerleitung 80 mit Betonzuführungen 82 verbunden. Über eine zweite Steuerleitung 84 ist die Steuerung 32 mit einem Temperatursensor oder Ultraschallsensor 86 verbunden. Über eine dritte Steuerleitung 88 und eine vierte Steuerleitung 90 ist die Steuerung 32 mit Druckaufnehmern 92 verbunden. Auf diese Weise erfasst die zentrale Steuerung 32 die Druckverhältnisse als auch die Temperaturverhältnisse an der dem Beton 13 zugewandten Seite der Schalung 71, die aus den einzelnen Schalungselementen 72-78 gebildet wird.

[0034] Fig. 9 zeigt das Schalungssystem 60 aus Fig. 8 in Aufsicht. Es sei hier bemerkt, dass in den Figuren identische oder funktionsgleiche Teile mit identischen Bezugszeichen versehen sind.

[0035] Die Erfindung kann von der dargestellten Ausführungsform abweichen, die somit nicht als begrenzend für den Erfindungsgedanken verstanden werden soll. Die Erfindung kann innerhalb des Schutzbereichs der nachfolgenden Ansprüche beliebig variiert werden.

Bezugszeichenliste

[0036]

10	Tunnelschalungssystem
12	Tunnelwand - Tunnelgewölbe
13	Betonschicht
14	Stützenanordnung
15	Schalung
16-26	Schalungselemente
28	Leerraum
30	Stützzyylinder/Stützträger
32	zentrale Steuerung
20	34 Bildschirm
36	Betonförderpumpe
38	Verteilereinrichtung
40	Betonleitungen
42	Betonzuführungen in die Schalung
25	44 Druckaufnehmer
46	Temperaturaufnehmer/Ultraschallsensoren
48	Betonanalyseeinrichtung
50	USB- oder sonstiges Interface
52	Wi-Fi oder WLAN-Transmitter
30	54 Rüttler
56	Sensoren
58	Druckaufnehmer
60	Schalungssystem für ebene Wände
71	Ebene Schalung
35	80 erste Steuerleitung
82	Betonzuführung
84	zweite Steuerleitung
86	Temperatursensor/Ultraschallsensor
88	dritte Steuerleitung
40	90 vierte Steuerleitung
92	Drucksensor

Patentansprüche

1. Schalungssystem (10; 60), insbesondere für den Tunnelbau, umfassend wenigstens eine Stützenanordnung (14) zur Abstützung von wenigstens einem Schalungselement (16-26; 72-78), welches Schalungssystem ferner wenigstens eine Betonpumpe (36), mehrere Betonzuführungen (42) zu dem Schalungselement und wenigstens eine Steuerung (32) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Schalungselement (16-26; 72-78) und/oder an der Stützenanordnung (14) wenigstens zwei Drucksensoren (44; 92) an vertikal unterschiedlichen Positionen angeordnet und mit der Steuerung (32) des Schalungssystems verbunden sind, welche Drucksensoren

- ren (44; 92) konzipiert sind, den auf die Schalungselemente (16-26; 72-78) einwirkenden Druck an wenigstens zwei unterschiedlichen Höhen des Schalungselements zu messen, und dass die Steuerung (32) konzipiert ist, die Betonzuführungen (42) individuell in Abhängigkeit von dem Signal der Drucksensoren (44; 92) zu steuern.
2. Schalungssystem (10; 60) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützordnung (14) wenigstens einen hydraulischen Stützträger (30) zur Abstützung des Schalungselements (16-26; 72-78) aufweist, wobei die Steuerung (32) konzipiert ist, die Kraft des Stützträgers (30) in Abhängigkeit von den mit den Drucksensoren (44; 92) gemessenen Druckwerten zu steuern.
 3. Schalungssystem (10; 60) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drucksensor (44; 92) am Verbindungspunkt zwischen dem Stützträger (30) und dem Schalungselement (16-26; 72-78) und/oder der Stützordnung (14) angeordnet ist.
 4. Schalungssystem (10; 60) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Drucksensoren (44; 92) flächig verteilt über das Schalungselement (16-26; 72-78) angeordnet sind.
 5. Schalungssystem (10; 60) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Drucksensoren (44; 92) zwischen dem Schalungselement (16-26; 72-78) und der Stützordnung (14) angeordnet sind.
 6. Schalungssystem (10; 60) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schalungssystem wenigstens eine Rütteleinrichtung (54) umfasst, und dass die Steuerung (32) konzipiert ist, die Rütteleinrichtung (54) in Abhängigkeit von den mit den Drucksensoren (44; 92) gemessenen Druckwerten steuerbar ist.
 7. Schalungssystem (10; 60) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Rütteleinrichtungen (54) an unterschiedlichen Stellen des Schalungselements (16-26; 72-78) angeordnet sind, und dass die Steuerung (32) konzipiert ist, die Rütteleinrichtungen individuell in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren (44; 92) zu steuern.
 8. Schalungssystem (10; 60) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rütteleinrichtung (54) in einer Betonzuführung angeordnet ist.
 9. Schalungssystem (10; 60) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (32) konzipiert ist, die Betonpumpe (36) in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren (44; 92) zu steuern.
 10. Schalungssystem (10; 60) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Betonpumpe (36) über wenigstens eine Verteilereinrichtung (38) mit den Betonzuführungen (42) verbunden ist, und dass die Steuerung (32) konzipiert ist, die Verteilereinrichtung (38) in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren (44; 92) zu steuern.
 11. Schalungssystem (10; 60) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (32) einen Bildschirm (34) zur Darstellung der Schalungselemente (16-26; 72-78) und der dort gemessenen Druckwerte aufweist.
 12. Schalungssystem (10; 60) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zumindest vier Schalungselemente (16-26; 72-78) aufweist, die durch wenigstens vier Stützzylinder (30) gegen die Stützordnung (14) abgestützt sind.
 13. Schalungssystem (10; 60) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalungselemente (16-26) gewölbt sind und eine Schalung (15) für ein Tunnelgewölbe bilden.
 14. Schalungssystem (10; 60) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mehrere horizontal hintereinander angeordnete Stützordnungen (14) mit eigenen Schalungselementen (16-26; 72-78) enthält, und dass die Steuerung (32) konzipiert ist, die Druckbeaufschlagung der Schalungselemente der einzelnen Stützordnungen (14) in Abhängigkeit von den Druckwerten der Drucksensoren (44; 92) zu steuern.
 15. Verfahren zum Errichten einer Betonwand mit einem Schalungssystem (10; 60) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Drucksensoren (44; 92) der auf das Schalungselement (16-26; 72-78) wirkende Betondruck an unterschiedlichen Stellen ermittelt und die wenigstens eine Betonpumpe (36) und/oder die Betonzuführungen (42) in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren (44; 92) gesteuert wird/werden.
 16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Rütteleinrichtung (54) in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren (44; 92) gesteuert wird.
 17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Verteilereinrichtung zwischen den Betonzuführungen (42) in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren (44;

92) gesteuert wird.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Schalungssystem (10; 60), insbesondere für den Tunnelbau, umfassend wenigstens eine Stützanzordnung (14) zur Abstützung von wenigstens einem Schalungselement (16-26; 72-78), welches Schalungssystem ferner wenigstens eine Betonpumpe (36), mehrere Betonzuführungen (42) zu dem Schalungselement und wenigstens eine Steuerung (32) aufweist, wobei an dem Schalungselement (16-26; 72-78) und/oder an der Stützanzordnung (14) wenigstens zwei Drucksensoren (44; 92) an vertikal unterschiedlichen Positionen angeordnet und mit der Steuerung (32) des Schalungssystems verbunden sind, welche Drucksensoren (44; 92) konzipiert sind, den auf die Schalungselemente (16-26; 72-78) einwirkenden Druck an wenigstens zwei unterschiedlichen Höhen des Schalungselements zu messen, wobei die Steuerung (32) konzipiert ist, die Betonzuführungen (42) individuell in Abhängigkeit von dem Signal der Drucksensoren (44; 92) zu steuern und wobei die Stützanzordnung (14) wenigstens einen hydraulischen Stützträger (30) zur Abstützung des Schalungselements (16-26; 72-78) aufweist, wobei die Steuerung (32) konzipiert ist, die Kraft des Stützträgers (30) in Abhängigkeit von den mit den Drucksensoren (44; 92) gemessenen Druckwerten zu steuern.
2. Schalungssystem (10; 60) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drucksensor (44; 92) am Verbindungspunkt zwischen dem Stützträger (30) und dem Schalungselement (16-26; 72-78) und/oder der Stützanzordnung (14) angeordnet ist.
3. Schalungssystem (10; 60) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Drucksensoren (44; 92) flächig verteilt über das Schalungselement (16-26; 72-78) angeordnet sind.
4. Schalungssystem (10; 60) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Drucksensoren (44; 92) zwischen dem Schalungselement (16-26; 72-78) und der Stützanzordnung (14) angeordnet sind.
5. Schalungssystem (10; 60) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schalungssystem wenigstens eine Rüttleinrichtung (54) umfasst, und dass die Steuerung (32) konzipiert ist, die Rüttleinrichtung (54) in Abhängigkeit von den mit den Drucksensoren (44; 92) gemessenen Druckwerten steuerbar ist.
6. Schalungssystem (10; 60) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Rüttleinrichtungen (54) an unterschiedlichen Stellen des Schalungselements (16-26; 72-78) angeordnet sind, und dass die Steuerung (32) konzipiert ist, die Rüttleinrichtungen individuell in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren (44; 92) zu steuern.
7. Schalungssystem (10; 60) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rüttleinrichtung (54) in einer Betonzuführung angeordnet ist.
8. Schalungssystem (10; 60) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (32) konzipiert ist, die Betonpumpe (36) in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren (44; 92) zu steuern.
9. Schalungssystem (10; 60) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Betonpumpe (36) über wenigstens eine Verteilereinrichtung (38) mit den Betonzuführungen (42) verbunden ist, und dass die Steuerung (32) konzipiert ist, die Verteilereinrichtung (38) in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren (44; 92) zu steuern.
10. Schalungssystem (10; 60) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (32) einen Bildschirm (34) zur Darstellung der Schalungselemente (16-26; 72-78) und der dort gemessenen Druckwerte aufweist.
11. Schalungssystem (10; 60) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zumindest vier Schalungselemente (16-26; 72-78) aufweist, die durch wenigstens vier Stützzylinder (30) gegen die Stützanzordnung (14) abgestützt sind.
12. Schalungssystem (10; 60) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalungselemente (16-26) gewölbt sind und eine Schalung (15) für ein Tunnelgewölbe bilden.
13. Schalungssystem (10; 60) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mehrere horizontal hintereinander angeordnete Stützanzordnungen (14) mit eigenen Schalungselementen (16-26; 72-78) enthält, und dass die Steuerung (32) konzipiert ist, die Druckbeaufschlagung der Schalungselemente der einzelnen Stützanzordnungen (14) in Abhängigkeit von den Druckwerten der Drucksensoren (44; 92) zu steuern.
14. Verfahren zum Errichten einer Betonwand mit einem Schalungssystem (10; 60) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Drucksensoren (44; 92) der auf das Scha-

lungselement (16-26; 72-78) wirkende Betondruck an unterschiedlichen Stellen ermittelt und die wenigstens eine Betonpumpe (36) und/oder die Betonzuführungen (42) in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren (44; 92) gesteuert wird/werden. 5

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Rüttleinrichtung (54) in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren (44; 92) gesteuert wird. 10

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Verteilereinrichtung zwischen den Betonzuführungen (42) in Abhängigkeit von den Signalen der Drucksensoren (44; 92) gesteuert wird. 15

20

25

30

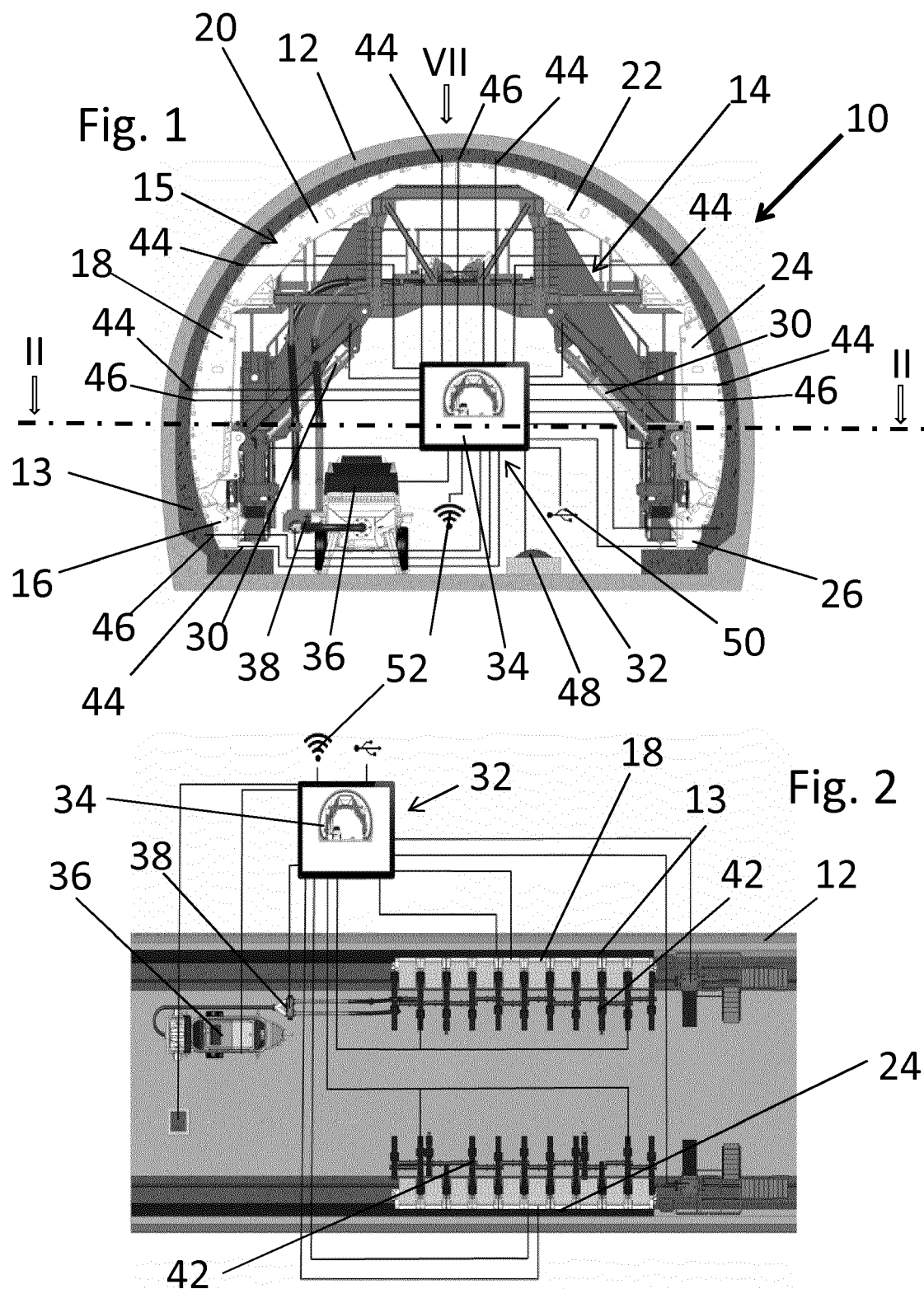
35

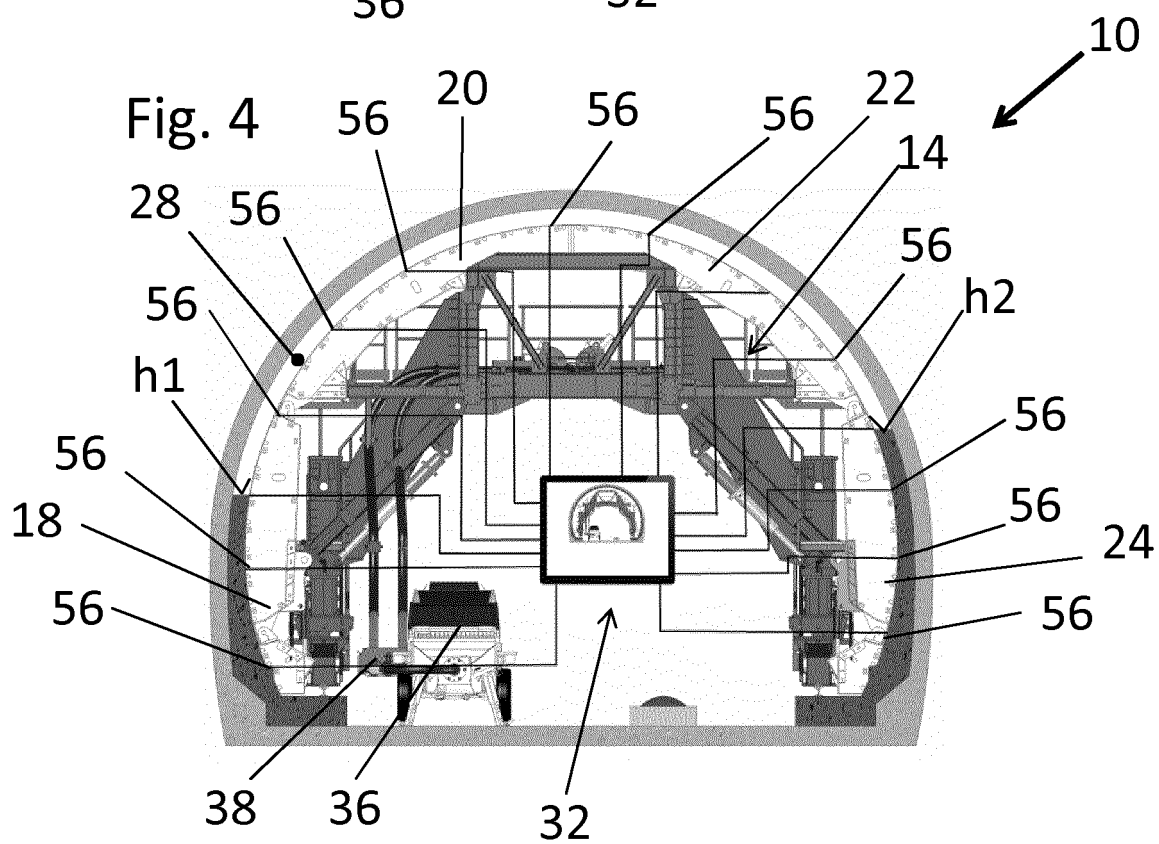
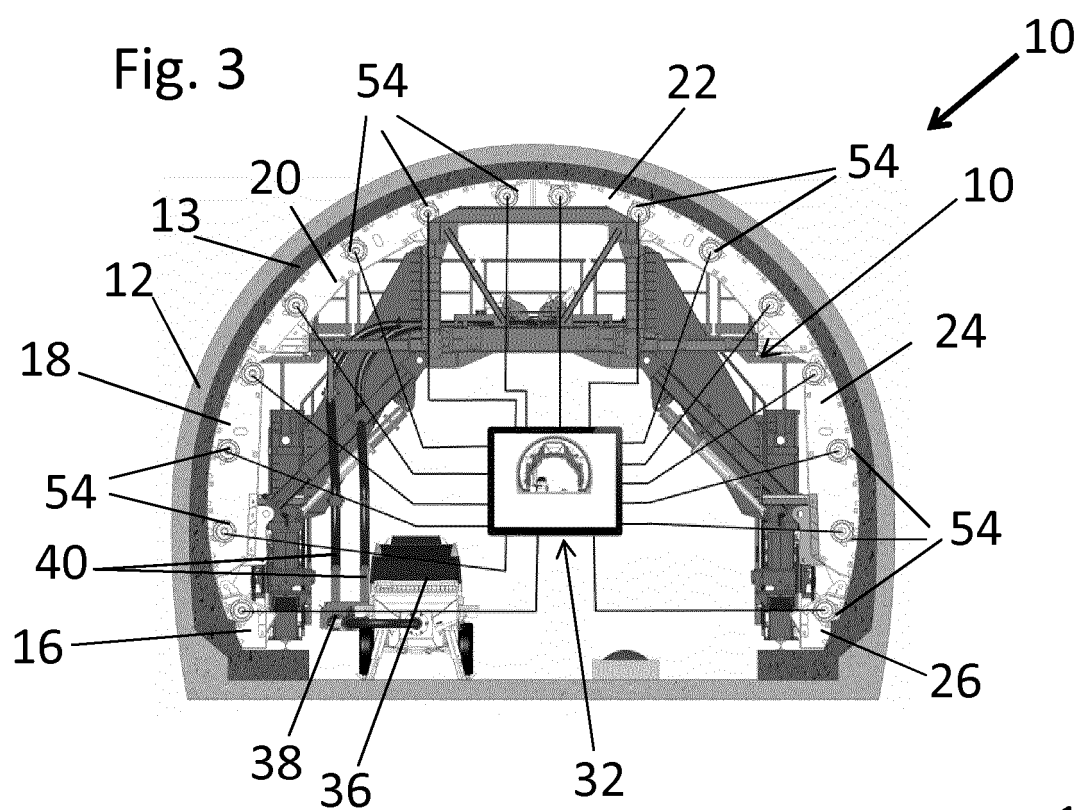
40

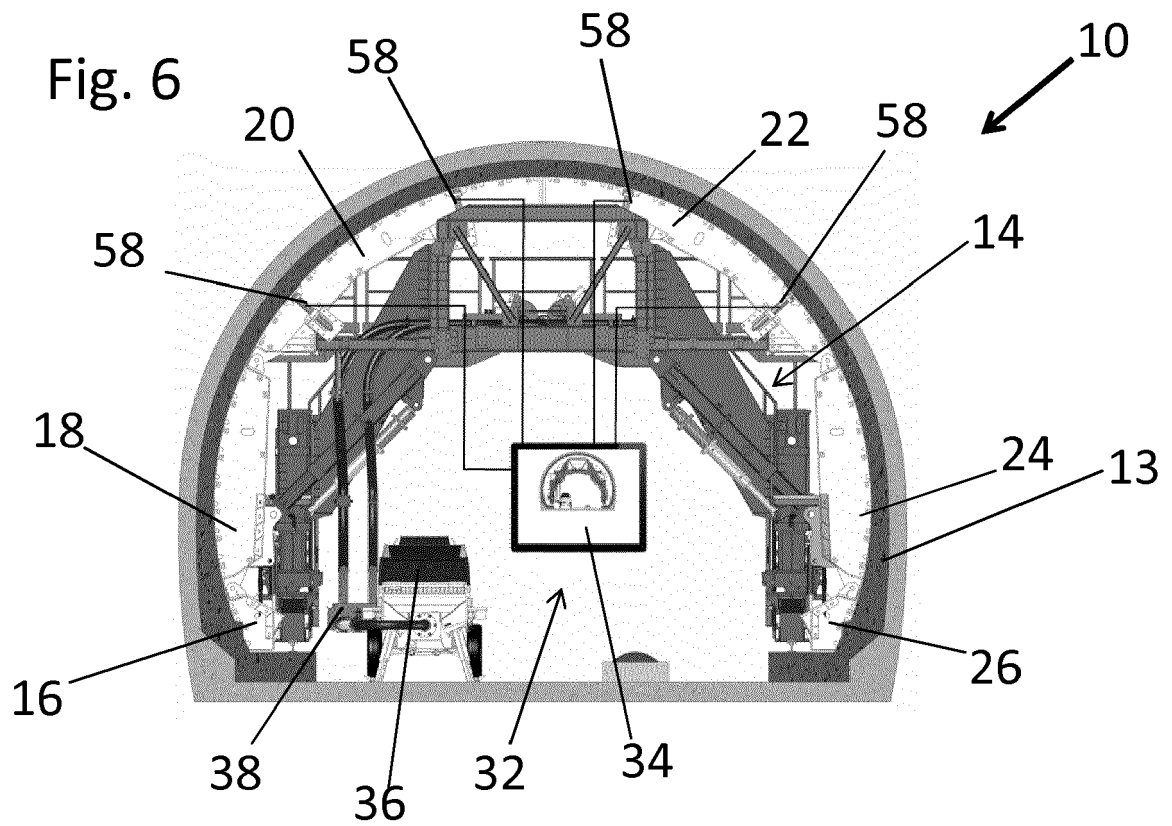
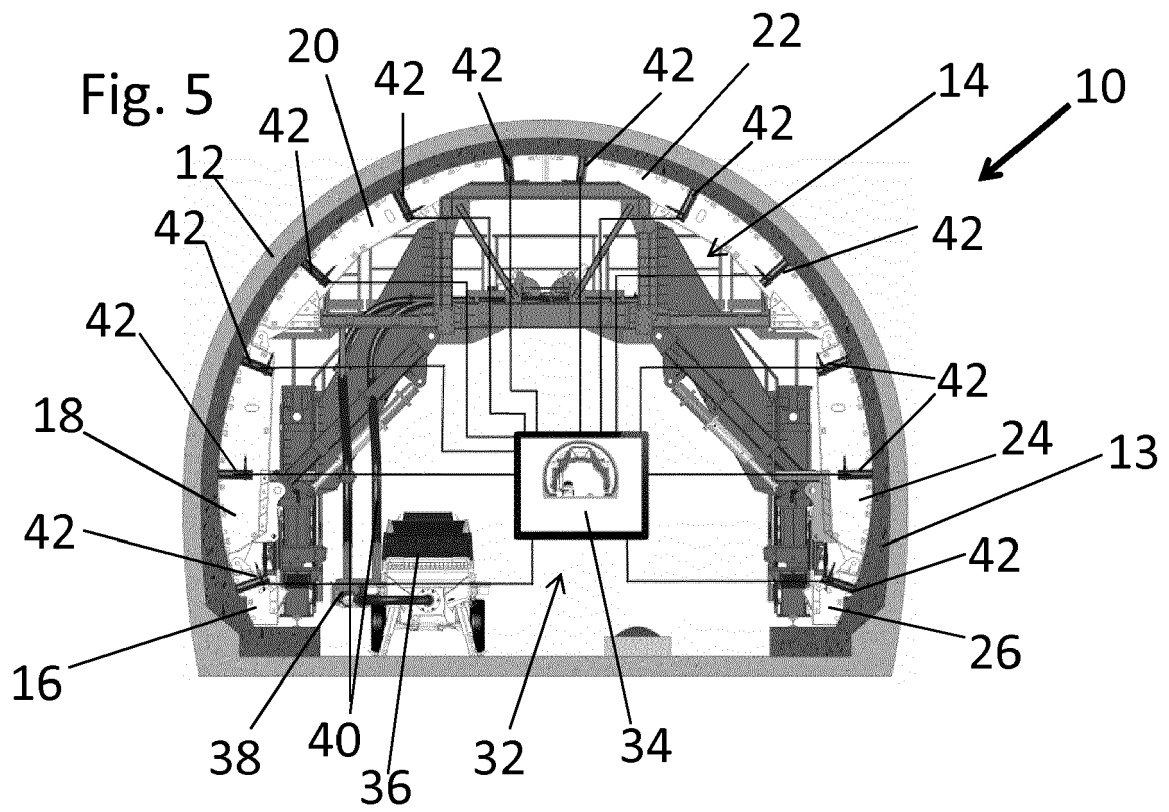
45

50

55







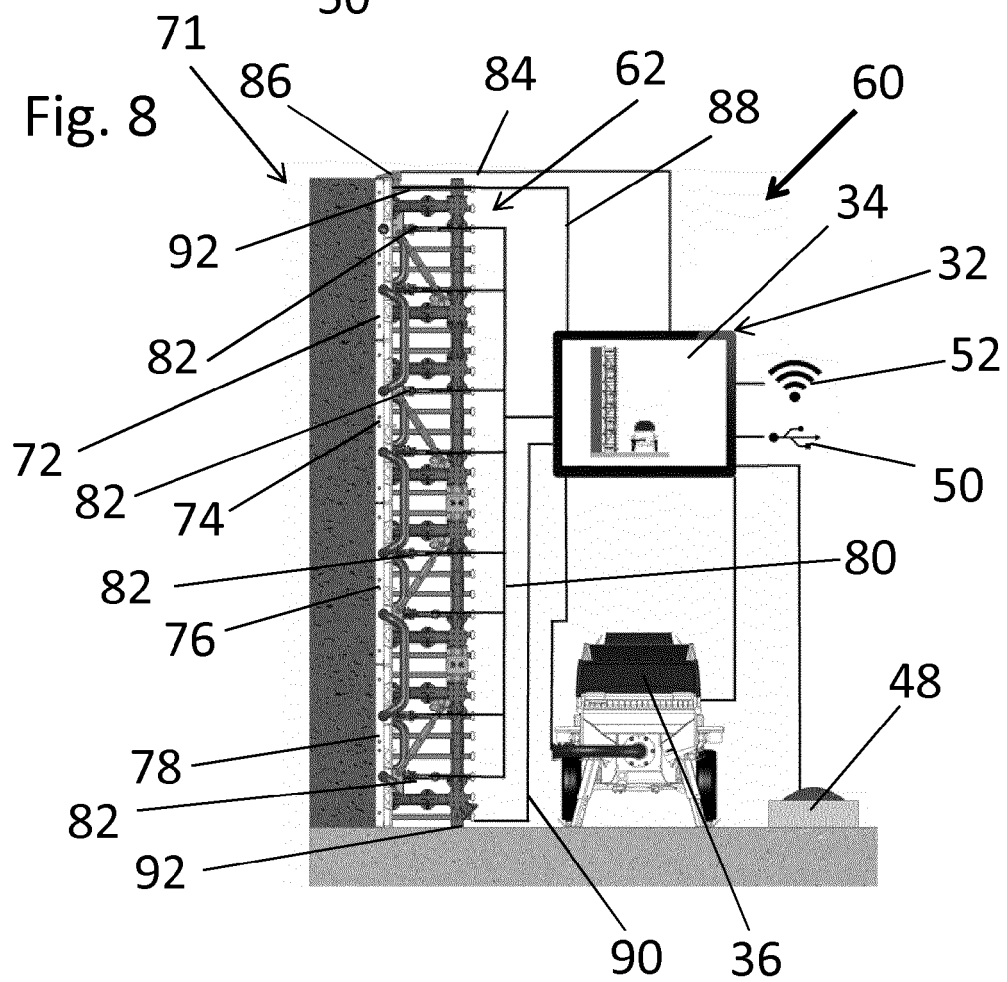
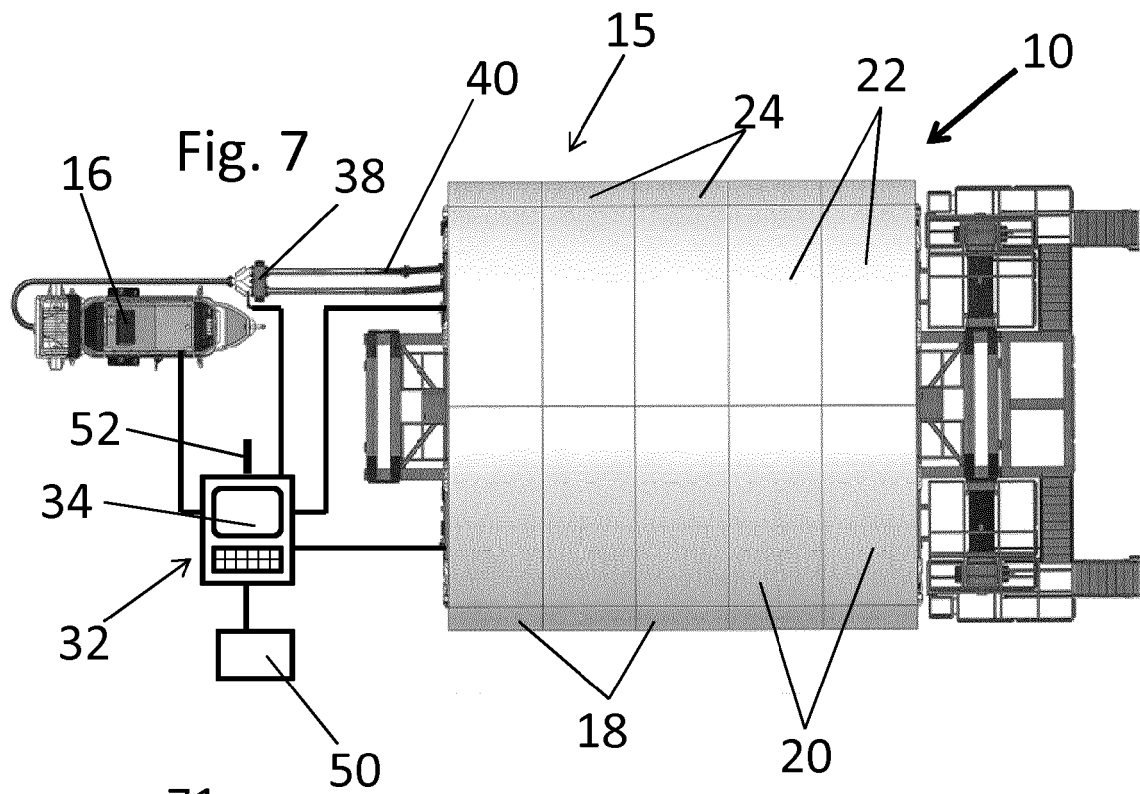
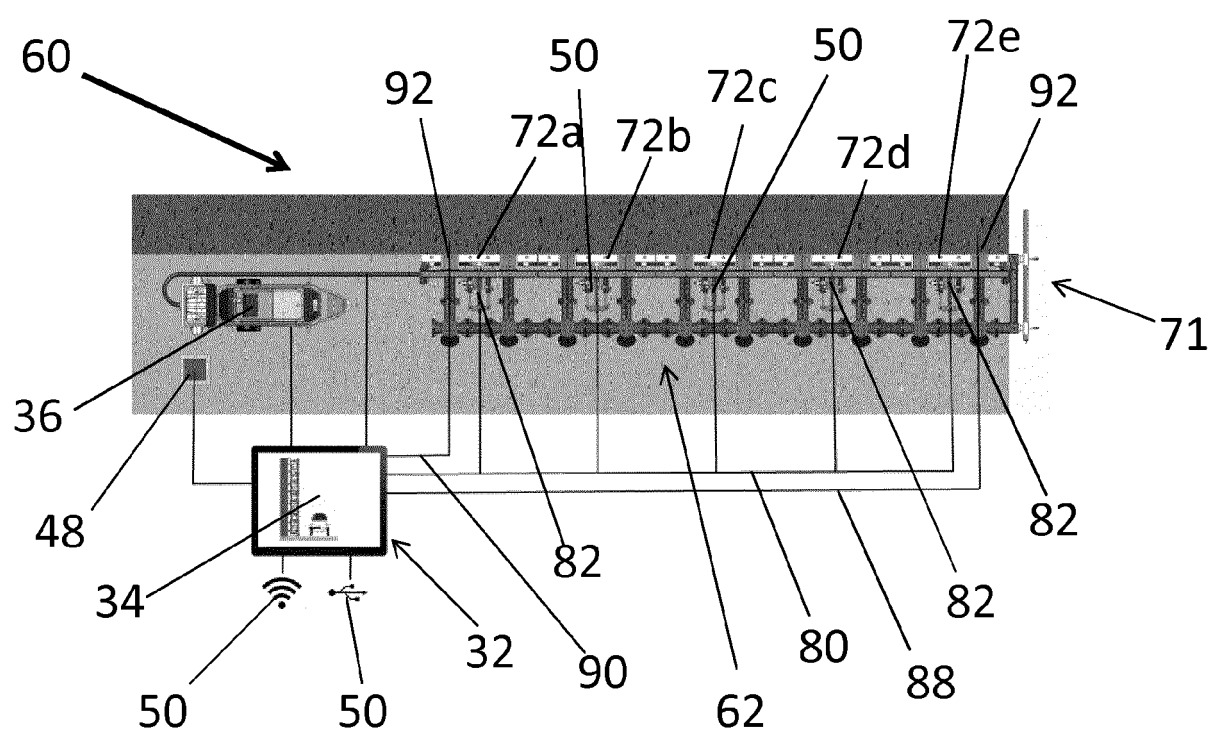


Fig. 9





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 15 8965

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	JP 2009 155819 A (KAJIMA CORP; GIFU KOGYO CO LTD) 16. Juli 2009 (2009-07-16)	15	INV. E21D11/10 E04G21/02
Y	* Zusammenfassung *	1,4, 6-13,16, 17	
Y	DE 38 26 623 A1 (SCHLECHT KARL [DE]) 8. Februar 1990 (1990-02-08) * Spalte 3, Zeilen 8-30 * * Spalte 4, Zeile 61 - Spalte 5, Zeile 23 * * Spalte 5, Zeile 64 - Spalte 6, Zeile 10 *	1,4, 6-13,16, 17	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E21D E04G
Y	JP 2008 088696 A (MAEDA CONSTRUCTION; GIFU KOGYO CO LTD) 17. April 2008 (2008-04-17) * Zusammenfassung *	6-8,16	
A	DE 100 40 777 A1 (TACHUS GMBH [DE]) 7. März 2002 (2002-03-07) * Absätze [0023], [0036], [0041], [0046] *	1-17	
A	JP 2 932323 B2 (SHIMIZU CONSTRUCTION CO LTD) 9. August 1999 (1999-08-09) * Zusammenfassung *	2	
A	GB 2 498 524 A (M3 GROUP LTD [GB]) 24. Juli 2013 (2013-07-24) * Seite 2, Zeilen 9-12 * * Seite 9, Zeilen 5-24 *	1-17	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 22. August 2016	Prüfer Garrido Garcia, M
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 16 15 8965

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.

22-08-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2009155819 A	16-07-2009	KEINE	
DE 3826623 A1	08-02-1990	KEINE	
JP 2008088696 A	17-04-2008	KEINE	
DE 10040777 A1	07-03-2002	AU 6215801 A DE 10040777 A1 EP 1311742 A1 WO 0216736 A1	04-03-2002 07-03-2002 21-05-2003 28-02-2002
JP 2932323 B2	09-08-1999	JP 2932323 B2 JP H0571296 A	09-08-1999 23-03-1993
GB 2498524 A	24-07-2013	AU 2012200492 A1 GB 2498524 A WO 2013108025 A2	01-08-2013 24-07-2013 25-07-2013

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2626509 A [0002]