



(11)

EP 2 090 743 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
19.10.2011 Patentblatt 2011/42

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

(21) Anmeldenummer: **09152831.5**

(22) Anmeldetag: **13.02.2009**

(54) **Schalungsvorrichtung**

Formwork device

Dispositif de coque

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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 SE SI SK TR**

(30) Priorität: **13.02.2008 CH 2042008**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.08.2009 Patentblatt 2009/34

(73) Patentinhaber: **Jörimann Stahl AG
7402 Bonaduz (CH)**

(72) Erfinder: **Müller, Christian
8264 Eschenz (CH)**

(74) Vertreter: **Hasler, Erich et al
Riederer Hasler & Partner
Patentanwälte AG
Elestastrasse 8
7310 Bad Ragaz (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 1 136 650 CH-A- 437 404
DE-A1- 2 453 281 DE-A1- 3 017 057
JP-A- 2005 002 730 JP-A- 2007 138 594**

• **DATABASE WPI Week 200726 Thomson
Scientific, London, GB; AN 2007-202564
XP002522200 -& JP 2007 092310 A (MK ENG KK)
12. April 2007 (2007-04-12)**

EP 2 090 743 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Schalungselement für eine Tunnelschalung, eine Tunnelschalung und eine Schalungsvorrichtung mit einer solchen Tunnelschalung für den Untertag-Tunnelbau. Derartige Schalungsvorrichtungen besitzen einen Schalungswagen und eine Tunnelschalung aus einer Mehrzahl von aneinander gefügten Schalungselementen. Die Schalungselemente sind am Schalungswagen angeordnet und bilden zusammen die Innenschalung für einen Tunnelabschnitt.

[0002] Die Schalungselemente sind in Lagen oder Längsstreifenbereichen am Schalungswagen angeordnet. Diese Lagen der Tunnelschalung erstrecken sich über die Länge der Tunnelschalung. Beidseitig am Schalungswagen ist je eine Seitenwandschalung vorhanden. Diese Seitenwandschalungen sind derart beweglich am Schalungswagen montiert, dass sie zum Schalungswagen hin in eine Verfahrsstellung und vom Schalungswagen weg in eine Betonierstellung gebracht werden können.

[0003] Herkömmliche Schalungsvorrichtungen weisen Schalungen auf, die aus Ringelementen zusammengesetzt sind. Eine Vielzahl von Ringelementen ist in Längsrichtung der Schalung aneinander gefügt. Die Ringschalungselemente bilden z.B. in einer einzigen Lage eine Seitenwandschalung. In einer Deckenschalung kann das Ringschalelement aus mehreren Elementen zusammengesetzt sein.

[0004] Nachteilig an solchen Ringschalelementen ist, dass die Stossfugen, die in Querschnittsrichtung des Tunnels verlaufen, oft nur ungenau sind, da die Elemente aus Kostengründen ungenau gefertigt sind.

[0005] Nachteilig an bekannten Schalungsvorrichtungen dieser Art ist ferner, dass die Schalungselemente sehr stabil gebaut werden müssen, und dennoch lediglich einmal eingesetzt werden können, da selten zwei identische Tunnelquerschnitte hergestellt werden müssen. Aus Gründen der Konkurrenzfähigkeit sind Schalungshersteller dazu gezwungen, die Schalungselemente wieder zurück zu nehmen und für ein weiteres Projekt zu verwenden. Da aber kaum zwei Tunnelquerschnitte identisch sind, müssen die Schalungselemente für den zweiten Einsatz angepasst werden. Dies geschieht mit Trennscheibe und Schweißbrenner in einer aufwändigen Arbeit. Die damit erreichte Kostenersparnis im Vergleich zur Herstellung einer neuen Schalung ist oft ungenügend.

[0006] Tunnelschalungen für die Auskleidung von Tunnel sind allgemein aus vielen Quellen bekannt (z.B. auch gemäss Offenlegungsschrift DE 30 17 057). Träger für die Schalungen sind zum Teil grössenverstellbar und lassen sich an verschiedenen Tunnelgrössen anpassen (z.B. gemäss der veröffentlichten Patentanmeldung EP 1 123 650). Die Schalungsvorrichtungen sind zum Teil mit Aussparungen ausgestattet. Aus der Schrift JP 2005-002730 sind Inspektionsfenster bekannt. In Dokument JP 03-891210 werden Fenster offenbart, welche dazu dienen den Auf- und Abbau des Stützgerüsts zu erleichtern. In den Schriften DT 24 53 281, CH 437 404 und JP 2007-138594 werden Tunnelschalungen mit verschliessbaren Aussparungen offenbart, welche gegebenenfalls zur Befüllung des Hinterraums mit Beton verwendet werden. CH 437404 kann als nächstliegender Stand der Technik angesehen werden.

[0007] Aus der GB 711 282 ist eine Schalungsvorrichtung für den Tunnelbau mit einem verfahrbaren Schalungsgerüst bekannt, das Schalungselemente trägt, die sich über die gesamte Länge der Tunnelschalung erstrecken. Über den Umfang der Tunnelschalung verteilt ist eine Mehrzahl identischer Schalungselemente vorhanden, die teilweise die Tunnelwandung, teilweise die Tunneldecke schalen. Zwischen den Schalungselementen sind längsgerichtete Fugen ausgebildet, die in der Betonierstellung satt gestossen sind. In den Fugen liegen die Schalungselemente über deren Stärke flächig aneinander an. In einer Verfahrsstellung sind die Schalungselemente an das Schalungsgerüst heran verschwenkt, so dass die Schalungsvorrichtung innerhalb des betonierten Tunnelrohrs verschoben werden kann. Diese Schalung ist für einen bestimmten Tunnelquerschnitt geeignet. Im First der Schalung ist eine gewölbte Stahlplatte über die in Abstand zueinander angeordneten Schalungselemente gelegt. Eine Anpassung des Tunnelquerschnittes ist nur in diesem Bereich denkbar. Darüber, wie der Beton hinter die Schalung eingebracht wird, macht das Dokument keine Aussage.

[0008] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Schalungselement für eine Tunnelschalung, eine Tunnelschalung und eine Schalungsvorrichtung mit einer Tunnelschalung zu schaffen, welche Tunnelschalung an unterschiedliche Tunnelquerschnitte anpassbar ist und deren Schalungselemente daher mehrfach wiederverwendbar ausgebildet sind.

[0009] Erfindungsgemäss zeichnet sich das Schalungselement durch die Merkmale des unabhängigen Anspruch 1, die Tunnelschalung durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 7 und die Schalungsvorrichtung durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 11 aus.

[0010] Das erfindungsgemässe Schalungselement für eine Tunnelschalung, mit einem eine Schalfläche bildenden Schalflächenelement, ist **dadurch gekennzeichnet, dass** im Schalungselement eine Mehrzahl von Fensterstellen 61 ausgebildet ist, die Fensterstellen in Bezug auf ihre Abmessungen identisch sind und bei allen Fensterstellen eine gleichbleibende Anordnung von Befestigungsstellen vorhanden ist, wobei an der Fensterstelle ein Betonierfenster 61.1 aus dem Schalflächenelement ausgenommen ist und eine Fensterschalung 61.3 oder ein Betonierstutzen 61.2 in der Ausnehmung des Betonierfensters 61.1 an den Befestigungsstellen auswechselbar befestigt ist.

[0011] Vorteilhafterweise ist das Schalungselement **dadurch gekennzeichnet, dass** über die ganze Länge des Schalungselements verlaufende Rippen 63 und quer zu den Rippen 63 Spanten 65 zur Abstützung auf einen Schalungswagen

13 vorhanden sind, und dass die Fensterstelle 61 durch zwei Wechsel in den Rippen 63 ausgebildet ist.

[0012] Vorteilhafterweise ist das Schalungselement **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Rippen 63 die Befestigungsstellen ausgebildet sind, an denen die im Betonierfenster angeordnete Fensterschalung oder der im Betonierfenster angeordnete Betonierstützen befestigt werden können.

[0013] Vorteilhafterweise ist das Schalungselement **dadurch gekennzeichnet, dass** dessen entlang seinem in Schalungslängsrichtung gerichteter, gestreckter Rand frei auskragend ausgebildet ist.

[0014] Vorteilhafterweise ist das Schalungselement **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schalungselement 31, 31.0, 33 eine normierte Elementlänge von vorteilhaft 500 oder 1000 cm und einen normierten Elementradius aufweist und dadurch für eine Anordnung in einer durch eine projektspezifische Lage 60 der Tunnelschalung 15 ergänzte, über die Länge der Tunnelschalung 15 sich erstreckende Normlage 10 geeignet ist.

[0015] Vorteilhafterweise ist das Schalungselement **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schalungselement 31, 31.0, 33 in Umfangrichtung der Tunnelschalung 15 höchstens eine Breite von 350 cm aufweisen, bevorzugt von höchstens 300 cm, besonders bevorzugt von höchstens 250 cm.

[0016] Die erfindungsgemässe Tunnelschalung 15 bestehend aus einer Mehrzahl von miteinander verschraubten Schalungselementen 31 und wenigstens einem Schalungselement, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen deren Schalflächenelementen 91.1, 91.2 in Schalungslängsrichtung gestreckte Fugen und in Schalungsumfangrichtung gegebenenfalls gekrümmte Fugen vorliegen, und dass bei den gestreckten Fugen die Schalflächenelemente 91.1, 91.2 in Abstand zwischen 5 und 15 mm zueinander angeordnet sind und zwischen den Schalflächenelementen ein komprimierbares Band 99 eingeklemmt ist, das diesen Abstand ausfüllt.

[0017] Vorteilhafterweise ist die Tunnelschalung **dadurch gekennzeichnet, dass** das komprimierbare Band 99 mit einer Schalungsoberfläche der Schalflächenelemente 91.1, 91.2 bündig geschnitten ist.

[0018] Vorteilhafterweise ist die Tunnelschalung **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band 99 geschäumt ist.

[0019] Vorteilhafterweise ist die Tunnelschalung **dadurch gekennzeichnet, dass** das komprimierte Band 99 die Schalflächenelemente 91.1, 91.2 hintergreift.

[0020] Die erfindungsgemässe Schalungsvorrichtung für den Untertagbau von Tunnelröhren 47 aus Beton, umfassend einen Schalungswagen 13, und eine Tunnelschalung 15 mit einer Mehrzahl von Schalungselementen 23, 23', 27, 27', 31, 31.0, 31.1, 31.2, 31.3, 33, 33.1, 33.1', 35, 35', 41, 41', 42, 42' und wenigstens einem Schalungselement, ist **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalungselemente 23, 23', 27, 27', 31, 31.0, 31.1, 31.2, 31.3, 33, 33.1, 33.1', 35, 35', 41, 41', 42, 42'

- mit Schalflächenelementen 91.1, 91.2 aneinander gefügt sind,
- in Lagen 10, 60 am Schalungswagen 13 angeordnet sind, welche Lagen 10, 60 sich über die Länge der Tunnelschalung 15 erstrecken,
- wobei beidseitig am Schalungswagen 13 je eine Seitenwandschalung 19, 19' vorhanden ist, welche Seitenwandschalungen 19, 19' derart beweglich montiert sind, dass sie zum Schalungswagen 13 hin in eine Verfahrstellung und vom Schalungswagen 13 weg in eine Betonierstellung gebracht werden können, und dass die Seitenwandschalungen 19, 19' aus wenigstens zwei Lagen 10, 60 und aus höchstens 3 Schalungselementen 33, 33.1; 33, 33.1' pro Lage 10, 60 zusammengefügt sind, von welchen Schalungselementen 23, 23', 27, 27', 31, 31.0, 31.1, 31.2, 31.3, 33, 33.1, 33.1', 35, 35', 41, 41', 42, 42' einer Lage 10, 60 jeweils eines ein Längsschalungselement 23, 23', 27, 27', 31, 31.0, 33, 35, 35', 41, 41', 42, 42' ist, das wenigstens die Hälfte der Länge der Tunnelschalung 15 einnimmt.

[0021] Vorteilhafterweise ist die Schalungsvorrichtung **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Lage 10, 60 der Seitenwandschalung 19, 19' eine Normlage 10 ist, die in Umfangrichtung der Tunnelschalung 15 eine normierte Breite aufweist, und dass die Seitenwandschalung 19, 19' durch eine der Normlage 10 benachbarte projektspezifische Lage 60 ergänzt ist.

[0022] Vorteilhafterweise ist die Schalungsvorrichtung **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Deckenschalung 17 vorhanden ist, die, insbesondere zusammen mit dem Schalungswagen 13, in eine Verfahrstellung abgesenkt und in eine Betonierstellung angehoben werden kann, welche Deckenschalung 17 wenigstens zwei in Längsrichtung der Tunnelschalung 15 gerichtete Normlagen 10 aufweist, die in Umfangrichtung der Tunnelschalung 15 eine normierte Breite aufweisen und deren Schalflächenelemente in Längsrichtung der Tunnelschalung gerichteten gestreckten Fugen frei auskragend ausgebildet sind.

[0023] Vorteilhafterweise ist die Schalungsvorrichtung **dadurch gekennzeichnet, dass** die Normlagen 10 der Deckenschalung 17 aus höchstens 3 Schalungselementen 31, 31.1; 31.0, 31.2; 31, 31.3 pro Lage 10 zusammengefügt sind, von welchen Schalungselementen 31, 31.1; 31.0, 31.2; 31, 31.3 einer Lage ein Längsschalungselement 31; 31.0; 31 jeweils mehr als die Hälfte der Länge der Tunnelschalung 15 einnimmt.

[0024] Vorteilhafterweise ist die Schalungsvorrichtung **dadurch gekennzeichnet, dass** die normierten Breiten der Normlagen 10 in wenigstens einer Stufe abgestuft sind, wobei der Breitenunterschied zwischen zwei Stufen zwischen

50 und 100 cm ist, vorzugsweise um 75 cm.

[0025] Zur projektspezifischen Einrichtung von Zugängen zum Hohlraum hinter der Tunnelschalung ist erfindungsgemäss in wenigstens einem Schalungselement der Tunnelschalung eine Mehrzahl von Fensterstellen ausgebildet. An diesen Fensterstellen kann auftragsspezifisch durch Ausschneiden des Schalungsflächenelements ein Betonierfenster ausgebildet und eine Fensterschalung oder ein Betonierstutzen im Betonierfenster auswechselbar angeordnet werden. Einmal erstellte Öffnungen können mit der Fensterschalung versehen werden und sind bei der Wiederverwendung des Schalungselements daher nicht störend.

[0026] Eine solche Fensterstelle ist durch zwei Wechsel in den Rippen ausgebildet. An der Fensterstelle muss keine Öffnung ausgebildet sein. Sie dient dazu, dass mit einfachen Mitteln und rasch vor Ort eine Öffnung ausgebildet werden kann.

[0027] Eine Tunnelschalung aus einer Mehrzahl von miteinander verschraubten Schalungselementen, von denen wenigstens ein Schalungselement solche Fensterstellen besitzt. Zweckmässigerweise sind jedoch alle Schalungselemente, zumindest soweit sie als Normschalungselemente bezeichnet werden können, mit solchen Fensterstellen ausgebildet. Dies erlaubt, einen Betonstutzen dort anzuordnen, wo es sich auf der Baustelle als geeignet erweist. Der Ort des Betonstutzens kann so auch von Etappe zu Etappe gewechselt werden. Der Betonstutzen oder eine Fensterschalung können dazu einfach ausgewechselt werden. Durch eine präzise und bei allen Fensterstellen gleichbleibende Anordnung von Befestigungsstellen und die identische Ausbildung der Fensterstellen auch in Bezug auf deren Abmessungen ist ein Austausch von Betonstutzen und Fensterschalung ohne Schweissarbeit sehr leicht auszuführen.

[0028] Eine Schalungsvorrichtung mit einer solchen Tunnelschalung ist **dadurch gekennzeichnet, dass** die Seitenwandschalungen aus wenigstens zwei Lagen und aus höchstens 3 Schalungselementen pro Lage zusammengefügt sind. Dabei ist in jeder Lage jeweils ein Schalungselement ein Längsschalungselement, das wenigstens die Hälfte der Länge der Tunnelschalung einnimmt.

[0029] Die Tunnelschalung ist daher nicht mehr in Ringschalungselemente aufgeteilt, sondern in relativ schmale Längsstreifenbereiche oder Lagen. Das Längsschalungselement kann an einem Ende oder an beiden Enden mit einem Ergänzungsschalungselement ergänzt sein, um die Länge der Tunnelschalung an die projektspezifisch geforderte Länge anzupassen.

[0030] Die Aufteilung in Längsstreifen mit relativ geringer Breite hat den Vorteil, dass einmal verwendete Lagen von Schalungselementen wieder verwendet werden können, auch wenn der Tunnelradius leicht anders ist. Die benachbarten Lagen können in den Längsfugen mit geringen Zwischenwinkeln zusammengesetzt werden, um so den Radius des Tunnelquerschnitts zu erweitern. Oder es können projektspezifische Zwischenlagen zwischen zwei bereits bestehende Lagen von Schalungselementen eingefügt werden, um den Tunnelquerschnitt projektspezifisch anzupassen.

[0031] Die Aufteilung der Lagen in höchstens drei Elemente, von denen eines wenigstens die Hälfte der Länge der Tunnelschalung einnimmt gewährleistet ein sauberes Fugenbild, da in Tunnelquerrichtung lediglich in grossen Abständen Fugen vorhanden sind. Die Länge der wieder verwendbaren Schalungselemente entspricht einer Länge, die bisher lediglich einmal zu verwendende, projektspezifische Schalungsteile für Nocken oder Schalungsfussabschnitte aufweisen. Das Längsschalungselement hat vorteilhaft eine Länge, die oft im Tunnelbau vorkommt, und wird bei Bedarf mit einem Ergänzungsschalungselement verlängert.

[0032] Vorteilhaft werden wieder verwendbare Schalungselemente in Normalabmessungen hergestellt. Wenigstens eine Lage der Seitenwandschalung ist daher eine Normlage, die in Umfangrichtung der Tunnelschalung eine normierte Breite aufweist. Eine solche Normlage wird dann in aller Regel durch eine der Normlage benachbarte projektspezifische Lage ergänzt. Diese projektspezifische Lage braucht nicht in derselben Qualität hergestellt zu sein, wie die für die Wiederverwendung bestimmten Normschalungselemente. Sie erstreckt sich dafür vorteilhaft über die gesamte Länge der Tunnelschalung. Eine solche Ergänzung kann eine Lage sein, die eine Schwenkachse der Seitenwandschalung definiert, oder eine Lage, die einen Knick für einen Deckennocken definiert, oder eine solche, die den unteren Seitenwandabschluss definiert. Die Normlagen der Seitenwandschalung können durch Gewölbeschaltungen oder durch ebene Schalungen oder, und dies wird als der häufigste Fall angenommen, aus einer Lage mit Gewölbeschalelementen und einer Lage mit ebenen Schalelementen gebildet sein.

[0033] Der Schalungswagen trägt zweckmässigerweise eine Deckenschalung. Diese Deckenschalung kann, insbesondere zusammen mit dem Schalungswagen, in einen Verfahrstellung abgesenkt und in eine Betonierstellung angehoben werden. Die Deckenschalung weist vorteilhaft wenigstens zwei in Längsrichtung der Tunnelschalung gerichtete Normlagen auf, die in Umfangrichtung der Tunnelschalung eine normierte Breite aufweisen. Der Aufbau der Deckenschalung aus Normschalungselementen hat wieder den Vorteil, dass der Querschnitt des Tunnels trotz Verwendung normierter Schalungselemente projektspezifisch ausgebildet sein kann. Der Deckenradius kann in einem genügenden Ausmass durch geringe Winkel in den Längsfugen oder durch projektspezifische Zwischenschalungselemente zwischen zwei Normlagen angepasst werden. Der projektierte Tunnelquerschnitt kann so auch mit vorwiegend normierten Elementen innerhalb der Toleranzen eingehalten werden. Vorteilhaft ist in Tunnelprojekten die Deckenschalung durch wenigstens eine der Normlage benachbarte projektspezifische Lage ergänzt.

[0034] Die Normlagen der Deckenschalung sind, wie die Normlagen der Seitenwandschalungen, zweckmässigerweise

aus höchstens 3 Schalungselementen pro Lage zusammengefügt, von welchen Schalungselementen einer Lage ein Längsschalungselement jeweils mehr als die Hälfte der Länge der Tunnelschalung einnimmt. Möglichst lange Normschalungselemente haben den Vorteil, dass nur wenige in Querschnittsrichtung verlaufende Fugen projektspezifisch gefügt zu werden brauchen und auf die Schalungselementlänge keine solchen Fugen vorhanden sind. Dies führt zu einer hohen Präzision in der Schalung dank geringen Ungenauigkeiten in den Fugen.

[0035] Die durch eine solche Normierung und die Längsgliederung der Tunnelschalung erreichte Wiederverwendbarkeit der Schalungselemente erlaubt, diese in höherer Qualität und aus stärkeren Stahlblechen herzustellen. Diese Wiederverwendbarkeit erlaubt die Herstellung in Hochlohnländern, was die Transportkosten senkt. Weiter erlaubt die Bereitstellung grossformatiger Elemente deren raschen Zusammenbau zu einer projektspezifischen Tunnelschalung.

[0036] Die Grösse der Schalungselemente ist vorteilhaft auf eine geeignete Transportgrösse beschränkt. Ein solches Schalungselement sollte in der Breite, das ist in Umfangsrichtung einer Normlage von Fuge zu Fuge höchstens eine Abmessung von 350 cm aufweisen. Ein solches Element müsste für den Transport in der Regel gestellt werden. Bevorzugt wird daher eine geringere Breite von höchstens 300 cm. Schalungselemente mit der Breite von höchstens 250 cm können problemlos auch liegend transportiert werden und sind daher zu bevorzugen. Die geringeren Breiten sind auch deshalb zu bevorzugen, weil mit schmalen Elementen flexibler projektspezifische Querschnitten hergestellt werden können. Eine bevorzugte Abstufung von Normbreiten ist 250 cm, 175 cm und eventuell 125 cm.

[0037] Die normierten Breiten der Normlagen sind zweckmässigerweise in einer, zwei oder drei Stufen abgestuft, wobei der Breiteunterschied zwischen zwei Stufen zwischen 50 und 100 cm ist, vorzugsweise um 75 cm. Der Breiteunterschied ist zudem auf das Rippenraster abgestimmt, damit die Fensterstellendetails gleich ausgebildet sein können. Dadurch lassen sich individuelle Tunnelquerschnitte aus Normteilen und wenigen projektspezifischen Schalungselementen zusammenstellen.

[0038] Ein Längsschalungselement ist in Tunnellängsrichtung zweckmässigerweise wenigstens 500 cm lang. Mit 5 Meter-Abschnitten lassen sich bereits sehr kleine Kurvenradien schalen. Eine bevorzugte Länge der Längsschalungselemente ist 10 Meter. Diese Länge kann durch Sonderteile auf beispielsweise 12 oder eine andere projektspezifische Länge ergänzt werden, genügt in vielen Fällen jedoch den Anforderungen von Kurvenradien im Autobahn- und Strassenbau.

[0039] Damit die Schalungselemente eine hervorragende Steifigkeit aufweisen sind die Schalungselemente mit über die ganze Länge des Schalungselements verlaufenden Rippen versehen. Die auf den Schalungswagen gestützten Spanten verlaufen quer zu den durchlaufenden Rippen.

[0040] Das Längsschalungselement besitzt zweckmässigerweise eine normierte Elementlänge und einen normierten Elementradius. Es wird vorzugsweise ein System von Längsschalungselementen gebildet, das Schalungselemente mit unterschiedlichen Radien, unterschiedlichen Breiten und gegebenenfalls auch unterschiedlichen Längen umfasst. Ein solches System kann folgende Bestandteile in unterschiedlicher Anzahl aufweisen. Die Schalungselemente können auftragspezifisch in beispielsweise diesen Normgrössen hergestellt werden, dann, wenn sie benötigt werden:

Radius (cm)	Breite (cm)	Länge (cm)	Ergänzungsstück Längen (cm)
300	ca. 100	1000/500	125/200/250
300	ca. 125	1000/500	125/200/250
510	ca. 125	1000	200/250
510	ca. 175	1000	200/250
510	ca. 250	1000	200/250

[0041] Weitere Radien liegen vorzugsweise um 350, 700 und 900 cm.

[0042] In vielen Projekten erweist es sich als notwendig, dass in der Tunnelschalung projektspezifische Schalungselemente vorhanden sind, deren Elementbreite von der normierten Elementbreite abweicht. Diese sind vorzugsweise über die gesamte Länge der Tunnelschalung, also von Längenelement und Ergänzungselement(en) gefertigt.

[0043] Projektspezifische Schalungselemente sind insbesondere gedacht, um projektspezifische Formen, wie Kanten, Nocken zu formen, oder zur Erreichung von projektspezifischen Radien oder Schwenkachsen.

[0044] Für die Anpassbarkeit der Tunnelschalung an projektspezifische Radien, ohne dass die Normelemente mit leicht davon abweichenden Radien geändert zu werden brauchen, ist es erforderlich, aneinander angrenzende Lagen in einem kleinen Winkel aneinander stossen zu können. Die eingangs gestellte Aufgabe wird daher auch durch eine Tunnelschalung gelöst, die in bekannter Weise aus einer Mehrzahl von miteinander verschraubten Schalungselementen, zwischen deren Schalflächen in Schalungslängsrichtung gestreckte Fugen und in Schalungsumfangsrichtung gegebenenfalls gekrümmte Fugen vorliegen. Und zwar wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass bei den gestreckten Fugen die Schalfläche in Abstand zwischen 5 und 15 mm zueinander angeordnet sind und zwischen den Schalungselementen und den Schalflächen, das ist also in dieser Fuge, ein komprimierbares Band eingeklemmt ist, das diesen Abstand ausfüllt. Dies erlaubt dichte Fugen zu erhalten, wenn die Schalungselemente mit Ihren Kontaktflächen eben aufeinander

liegen, wie auch wenn die Schalungselemente mit einer keilförmigen Zwischenlage in angewinkelter Position zueinander gestossen sind.

[0045] Zweckmässigerweise wird das komprimierbare Band die Fuge überstehend eingelegt und erst nach dem Verbinden der beiden Schalungselemente in einer Ebene der Fuge geschnitten. Die Schalflächen sollen vorteilhaft die Fügeflächen Halbspanten überstehen, damit das Material des komprimierbaren Bandes die Schalflächen hinterschneiden kann. Wenn das komprimierte Band die Schalfläche hintergreift, kann es nicht aus der Fuge heraustreten.

[0046] Das Materialband besteht vorteilhaft aus einem geschäumten Material. Dies erlaubt einen grossen Kompressionsbereich. Ein zweckmässiges Material für das Band ist Neopren.

[0047] Die Erfindung betrifft zusammengefasst ein Schalungselement für eine Tunnelschalung, mit einem eine Schalfläche bildenden Schalflächenelement, in welchem eine Mehrzahl von Fensterstellen ausgebildet ist. Die Art und Weise der Ausbildung der Fensterstelle erlaubt es, an der Fensterstelle auftragsspezifisch ein Betonierfenster aus dem Schalflächenelement auszunehmen, falls dieses noch nicht ausgeschnitten ist, und eine Fensterschalung oder ein Betonierstutzen in der Ausnehmung des Betonierfensters auswechselbar anzuordnen. Die Erfindung betrifft auch eine Tunnelschalung mit einer Mehrzahl von Schalungselementen und wenigstens einem Schalungselement mit einer Mehrzahl solcher Fensterstellen, sowie einer Schalungsvorrichtung mit einem Schalungswagen und einer solchen Tunnelschalung.

[0048] Die Figuren zeigen ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Schalungsvorrichtung. Es zeigt:

Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Tunnel und darin die Schalungsvorrichtung (ohne Stützbeine) mit der Tunnelschalung in Betonierposition.

Fig. 2 einen Querschnitt durch den Tunnel und darin die Schalungsvorrichtung (ohne Stützbeine) mit der Tunnelschalung in Fahrposition.

Fig. 3 einen Querschnitt durch den Tunnel und darin der Schalungswagen.

Fig. 4 einen Längsschnitt durch den Schalungswagen mit einer Hälfte der Tunnelschalung in Ansicht.

Fig. 5 eine Draufsicht auf den Schalungswagen mit geschnittenen Seitenwandschalungen.

Fig. 6 die Tunnelschalung in drei Innenansichten.

Fig. 7 einen Ausschnitt aus der Tunnelschalung gemäss Fig. 6.

Fig. 8 einen Detailschnitt durch eine Fuge zwischen Schalungselementen aus zwei aneinander angrenzenden Lagen.

Fig. 9 einen Detailschnitt gemäss Figur 8, wobei die beiden Lagen angewinkelt aneinander stossen.

[0049] Der in Figur 1 dargestellte Querschnitt zeigt einen zweispurigen Strassentunnel während dem Betonieren eines Schalungsabschnitts. Die darin angeordnete Schalungsvorrichtung 11 umfasst einen Schalungswagen 13 und eine Tunnelschalung 15. Die Tunnelschalung 15 ist in verschiedene Bereiche eingeteilt, die unterschiedlich beweglich sind. Der Schalungswagen 13 überspannt ein Baustellen-Durchfahrtprofil. Über dem Schalungswagen ist die Deckenschalung 17 angeordnet. Die Deckenschalung 17 ist zusammen mit dem Schalungswagen absenkbar. Zu beiden Seiten des Schalungswagens sind Seitenwandschalungen 19, 19' angeordnet. Diese sind um eine erste Schwenkachse 21, 21' zum Schalungswagen hin verschwenkbar.

[0050] Die Seitenwandschalung 19, 19' umfasst auch einen Fussabschluss 23, 23', der um eine zweite Schwenkachse 25, 25' gegenüber dem übrigen Teil der Seitenwandschalung 19, 19' verschwenkbar ist. Zwischen der Deckenschalung 17 und der Seitenwandschalung 19 ist eine Individualschalung 18, 18', die projektspezifisch ausgebildet ist. Sie umfasst die Schwenkachsen 21, 21' und die Nockenschalung 27, 27'. Die Nockenschalung umfasst eine Nockenklappe 41, 41', die zum Schalungswagen 13 hin um die Schwenkachse 21, 21' verschwenkbar ist. Lediglich in dieser zum Schalungswagen hin verschwenkten Stellung ist der Schalungswagen absenkbar.

[0051] Die Deckenschalung 17 ist aus drei Normlagen und zwei Ergänzungslagen gebildet. Jede Normlage ist aus Normschalungselementen 31 gebildet, die eine Schalungsbreite von 250 cm und einen Radius von 510 cm aufweisen. Die Ergänzungslagen schliessen aussen an die Normlagen an. Sie bestehen aus einem Ergänzungselement 32, 32', das projektspezifisch ausgebildet ist. Hier dient es als Anschluss an die Nockenklappe 41, 41' der Nockenschalung 27, 27'.

[0052] Die Seitenwandschalung umfasst vier Lagen. Zuoberst ist eine Ergänzungslage aus einem Ergänzungselement 42, 42' ausgebildet. Das Ergänzungselement 42, 42' formt den Knick zwischen Seitenwand-Rundung und Nocke und definiert die Schwenkachse 21, 21' für die Seitenwandschalung 19, 19'. Die daran anschliessende obere Lage ist eine Normlage und umfasst ein Normschalungselement 33 der Breite 175 cm mit dem Radius 510 cm. Die an die Normlage anschliessende untere Lage umfasst ein ebenes Schalungselement 35 der Breite 175 cm mit einer Schwenkachse 25, 25' zum Anlenken des Fussabschlusses 23, 23'. Zuunterst ist der klappbare Fussabschluss 23, 23' an die Schwenkachse 25, 25' angelenkt.

[0053] Die Tunnelschalung 15 ist eine einhäutige Schalung. Der Druck des Betons kann daher nicht über ein Zusammenbinden von zwei eine Wandung beidseitig formenden Schalungswänden aufgefangen werden. Vielmehr wird der Druck von einer Seitenwandschalung 19' auf die andere Seitenwandschalung 19 übertragen. Der Druck der Deckenschalung 17 wird über die Seitenwandschalungen 19, 19' auf den Tunnelboden 39 abgestützt. Die dabei entstehenden

Kräfte werden über Stützen 45,45', die teilweise längenverstellbar 45' sind, auf einen Querträger 43 geleitet. Der Querträger 43 ist Teil des Schalungswagens 13.

[0054] In Figur 2 ist die Tunnelschalung in einer Fahrposition dargestellt. Die Nockenklappen 41,41' sind dazu eingeklappt. Die Seitenwandschalungen 19,19' sind an den Schalungswagen 13 heran geschwenkt. Der Schalungswagen 13 ist abgesenkt. Dadurch sind alle Schalungsteile von der Wandung der frisch betonierten Tunnelröhre 47 entfernt, so dass die Schalungsvorrichtung 11 auf den Rädern der Rollfüsse 49 über den Tunnelboden 39 verschoben werden kann. Die Schalung kann in dieser Stellung gereinigt werden. An der neuen Position im Tunnel wird sie dann wieder in die in Figur 1 gezeigte Betonierstellung gebracht.

[0055] In Figur 3 ist der Schalungswagen 13 ohne die Tunnelschalung dargestellt. Der Schalungswagen 13 umfasst Räder in Rollfüssen 49. Die Rollfüsse 49 sind quer zur Tunnelrichtung gegenüber den darauf auflastenden Hubbeinen 51 verschiebbar ausgebildet. Dadurch kann die Fahrspur präzise eingestellt und der Schalungswagen quer zur Tunnelrichtung präzise positioniert werden. Die Hubbeine 51 tragen je zu zweit einen in Tunnellängsrichtung gerichteten Fachwerkträger 53,53'. Die Hubbeine 51 sind jeweils in Vorschubrichtung der Schalungsvorrichtung 11 vor und hinter der Tunnelschalung 15 am Fachwerkträger 53,53' angeordnet. Dank der Höhenverstellbarkeit der Hubbeine 51 kann die Tunnelschalung zum Betonieren mit ihrem Scheitel auf die Scheitelhöhe der Tunnelröhre angehoben und zum Verschieben um ca. 70 cm abgesenkt werden.

[0056] Die Fachwerkträger 53,53' sind über die Querträger 43 miteinander verbunden. Die Querträger 43 sind ebenfalls als Fachwerke ausgebildet. Sie besitzen einen Obergurt 44 und einen Untergurt 46, sowie Vertikalstäbe 48. Die Länge und die Höhe des Querträgers 43 sind projektspezifisch zu dimensionieren. Der Querträger ist dazu aus einem Baukastensystem zusammengesetzt. Dieses Baukastensystem umfasst Querträgerstäbe 40.1, 40.2, 40.3, 40.4 unterschiedlicher Länge. Die Längen der Querträgerstäbe 40 sind in einem 10 cm Raster ausgebildet. Jeder Querträgerstab 40 besitzt die gleichen Endplatten und den gleichen Querschnitt des Stahlprofils. Das Stahlprofil ist ein praktisch quadratisches H-Profil. Die Flansche des H-Profils sind in einem 10 cm-Raster gelocht. Dadurch kann jeder Querträgerstab 40 sowohl zur Verlängerung eines anderen Querträgerstabs 40 stirnseitig an diesen, als auch zur Bildung eines Vertikalstabs 48 auf einen Flansch eines anderen Querträgerstabs 40 angeordnet werden. Weiter ist es möglich, Diagonalstäbe in den Querträger 43 einzusetzen. Diese werden in der Art der die Tunnelschalung 15 abstützenden Stützen 45 ausgebildet.

[0057] Dieser Baukasten ermöglicht die Bildung von beliebigen, projektspezifischen Querträger 43. Gegebenenfalls kann auch ein ergänzender Querträgerstab gefertigt werden, um eine Querträgerlänge zu erreichen, die ausserhalb des Rasters liegt. In der Regel dürfte das gewählte 10 cm-Raster aber ausreichend klein sein, da die Rollfüsse 49 je um bis zu 10 cm verschieblich ausgebildet sind.

[0058] Die Hubbeine 51 sind auf drei Seiten mit Befestigungsflanschen ausgerüstet. Sie können daher stirnseitig (und zwar vorne oder hinten) oder aussenseitig an die Fachwerkträger 53,53' montiert werden. Die Fachwerkträger besitzen dazu entsprechende Montageflächen. Diese Montageflächen und die Befestigungsflansche an den Hubbeinen 51 sind in einem 12 cm Raster gelocht. Die Lochung erlaubt, die Hubbeine jeweils auf einer projektspezifischen Höhe am Fachwerkträger 53 zu montieren.

[0059] Aus Figur 4 ist der Fachwerkträger 53 in seiner Längsausdehnung ersichtlich. Im dargestellten Fall ist der Fachwerkträger 53 aus 4 Stücken zusammengestellt. Das Grundelement 50.1 besitzt eine Länge von 10 Metern und ist eine Schweisskonstruktion. Ein Ergänzungs-Fachwerkträger 50.2 ergänzt die Länge des Grundelements 50.1 auf die projektspezifisch gewünschte Länge des längsgerichteten Fachwerks. An beiden Enden des Fachwerkträgers 53 ist ein Endstück 50.3, 50.4 angeordnet. Dieses Endstück ist mit dem Grundelement 50.1 beziehungsweise mit dem Ergänzungs-Fachwerkträger 50.2 verschraubt. Jedes Endstück 50.3, 50.4 ist mit Montageflächen zur Montage der Hubbeine 51 ausgerüstet. Im Bereich dieser Montageflächen sind auf der gegenüberliegenden Seite des Endstücks 50.3, 50.4 gelochte Flansche ausgebildet, an denen Querträger 43 montiert werden können. Solche Flansche für die Montage der Querträger sind zudem an jedem Vertikalstab des Fachwerkträgers 53 ausgebildet. Die Enden des Grundelements 50.1, des Ergänzungs-Fachwerkträgers 50.2, sowie die Endstücke 50.3 und 50.4 insgesamt sind mit Blechen und Versteifungsrippen ausgesteift. Zwischen den Vertikalstäben des Fachwerkträgers 53 sind Diagonalstäbe zur Versteifung des Fachwerkträgers 53 vorhanden.

[0060] Wie aus der Figur 5 ersichtlich ist, bilden die Fachwerkträger 53,53' zusammen mit den Querträgern 43 ein horizontales Fachwerk. Zur Versteifung dieses horizontalen Fachwerks sind Streben 55 in die Lochungen der Querträgerstäbe 40 eingehängt und der geforderten Länge entsprechend auf- oder zusammengedreht. Diese Streben 55 sind als Spannelemente ausgebildet und besitzen ein Mittelteil mit zwei gegenläufigen Innengewinden und zwei Endteile mit je den entsprechenden Aussengewinden. Diese Streben können daher diagonal oder orthogonal eingesetzt werden und dienen lediglich als Verbund des Tragsystems.

[0061] In Figur 6 ist die Tunnelschalung 15 insgesamt dargestellt. Diese umfasst die drei Bereiche linke Seitenwandschalung 19', Deckenschalung 17 und rechte Seitenwandschalung 19. Die linke und die rechte Seitenwandschalung sind weitgehend spiegelbildlich ausgebildet. Sie unterscheiden sich in den Abmessungen des Ergänzungselemente 42,42' der obersten Lage. Diese Ergänzungselemente 42,42' sind über die gesamte Länge der Tunnelschalung 15

einstückig ausgebildet. Sie sind projektspezifisch ausgebildet. Daran anschliessend ist eine gewölbte Schalungslage aus einem 10 Meter langen Normschalungselement 33 und einem 2 Meter langen Ergänzungsschalungselement 33.1 bzw. dem dazu spiegelbildlichen Ergänzungsschalungselement 33.1'. Zusammen weisen das Normschalungselement 33 und das Ergänzungsschalungselement 33.1 bzw. 33.1' die Länge der Tunnelschalung 15 auf. An der Fugestelle 57 sind die beiden Schalungselemente miteinander verschraubt. Die Spanten sind mit einer Lochung in einem 10 cm-Raster versehen. Dies alles erlaubt die unkomplizierte Wiederverwendung der beiden Schalungselemente dieser Normlage.

[0062] Das ebenflächige Schalungselement 35, 35' und die daran angelenkte Fussklappe 23,23' sind ein projektspezifische Schalungselemente und haben die Länge der Tunnelschalung 15. Im Falle einer Wiederverwertung dieser Elemente müssten sie vermutlich angepasst werden. Diese Elemente könnten auch spezifisch auf die linke und rechte Seitenwandschalung angepasst sein. Sie sind lediglich mit den für die Verstrebung notwendigen Lochungen oder mit angeschweissten Verstrebungsfüssen 59 versehen.

[0063] Die Deckenschalung 17 umfasst drei Normlagen von 2.5 Metern Breite. Jede Normlage besteht aus einem 10 Meter langen Normschalungselement 31 bzw. 31.0 und einem 2 Meter langen Ergänzungsschalungselement 31.1, 31.2, bzw. 31.3. Die Normschalungselemente mit 10 Metern Länge unterscheiden sich durch die Anordnung der Betonierfensterstellen 61. Im mittleren Normschalungselement 31.0 sind die Betonierfensterstellen 61 im Scheitel ausgebildet, während bei den seitlich angeordneten diese Fensterstellen 61 ausserhalb der Mitte angeordnet sind.

[0064] Die Schalungselemente weisen eine längsgerichtete Rippenstruktur auf. Die Rippen 63 verlaufen von einem Ende des Schalungselements zum anderen. Diese Rippen 63 sind abgestützt durch Spanten 65, die sich dem Radius des Tunnelquerschnitts entsprechend gewölbt sind. Die Spanten 65 sind in einem Rasterabstand von 125 cm voneinander angeordnet, wobei die Schalungsfläche jeweils einen halben Rasterabstand über die letzten Spanten 65 vorsteht.

[0065] Ungefähr in jedem zweiten Feld zwischen den Spanten 65 ist eine Betonierfensterstelle 61 ausgebildet. An diesen Stellen 61 kann ein Betonierfenster 61.1, ein Betonierstutzen 61.2 oder eine Betonierfensterschalung 61.3 angeordnet sein. Objektspezifisch kann daher an vielen Stellen die gewünschte Öffnung vorgesehen werden.

[0066] Im Ausschnitt gemäss Figur 7 sind solche Fensterstellen 61 grösser dargestellt. Die Rippen 63 sind lediglich im Bereich der Fensterstellen 61 unterbrochen. Bei den Normschalungselementen und den Individual-Schalungselementen sind zudem Vibratorenhalterungen 67 vorgesehen, um daran Aussenvibratoren fixieren zu können. Diese sind auf Brücken zwischen zwei Rippen 63 montiert.

[0067] In Figuren 8 und 9 ist eine Horizontalfuge zwischen zwei Schalungselementen 31 angrenzender Lagen dargestellt. In den Darstellungen ist das Schalflächenelement 91.1, 91.2 aus einem 10 bis 15 mm starken Stahlblech mit 91.1 bzw. 91.2 bezeichnet. Diese Schalflächenelemente sind getragen von Rippen (nicht eingezeichnet). Diese Rippen sind ihrerseits getragen von Spanten (nicht eingezeichnet). Von Spante zu Spante erstreckt sich entlang der Horizontalfuge ein L-Profilstahl 93.1, 93.2, der den Rand der Schalflächenelements 91.1, 91.2 trägt. Die beiden Stahlprofile 93.1, 93.2 sind mittels Schrauben an den Stellen 95 miteinander verschraubt. Für eine präzise Ausrichtung der Schalungselemente 31 sind an den Stellen 95 Druckflächen auf die L-Profile aufgedoppelt, die präzise geschliffen werden können. Die in Figur 8 dargestellte Situation, bei der die Druckflächen direkt und ebenflächig aufeinander anschlagen, ist daher der Normalfall bei einem dem Elementradius entsprechenden Tunnelradius.

[0068] Ist der Tunnelradius beispielsweise nun mit 530 cm gefordert, die bestehenden Elemente weisen jedoch einen Radius von 510 cm auf, so kann der grössere Radius mit den vorhandenen Elementen dennoch geschalt werden. Dies geschieht, indem die aneinander angrenzenden Lagen in den Horizontalfugen leicht winklig aneinander gefügt werden, wie dies in Figur 9 dargestellt ist. Zwischen die Druckflächen an den inneren Stellen 95 wird ein Keil 97 eingefügt. Die Schalflächen 91.1 und 91.2 laufen danach nicht mehr präzise ebenflächig oder tonnenförmig ineinander, sondern bilden einen Schalungsknick. Dieser liegt jedoch innerhalb der Toleranzen, wenn die Schalungselemente 31 relativ schmal sind, so dass viele horizontale Fugen vorliegen.

[0069] Bei der Horizontalfuge sind die beiden Schalflächenelemente nicht dicht gestossen, sondern lassen einen Abstand von ca. 10 mm zwischen sich. Dies erlaubt das Fügen mit kleinen Winkeln zwischen den benachbarten Schalungselementen 31. Damit diese Fuge dennoch dicht ist, was für das Betonieren notwendig ist, ist ein Neoprenband 99 in die Fuge eingeklemmt. Der Abstand zwischen den Schalflächenelementen 91.1, 91.2 wird durch das Neoprenband 99 verschlossen, wenn dieser 10 mm ausmacht, wie in Figur 8 dargestellt, oder wenn er lediglich 5 mm ausmacht, wie in Figur 9 dargestellt.

[0070] Die Stahlprofile 93.1 und 93.2 sind mit Abstand zum Rand des Schalflächenelements 91.1, bzw. 91.2 an dieses angeschweisst, so dass der längsgerichtete Rand des Schalflächenelements 91.1 und 91.2 frei auskragend ausgebildet ist. Dadurch ist hinter den Schalflächenelementen die Fuge zwischen den Schalungselementen 31 weiter als zwischen den Schalflächenelementen. Das Neoprenband 99 füllt diesen weiteren Raum ebenfalls aus und unterschneidet dadurch die Schalflächenelemente 91.1, 91.2. Dadurch wird erreicht, dass sich das Neoprenband 99 nicht aus der Fuge entfernen lässt, ausser durch Lösen der beiden zusammengefügt Schalungselemente 31.

[0071] Dieselbe Art der Fugendichtung kann auch in Fugen gewählt werden, die in Umfangrichtung verlaufen, oder in Horizontalfugen, die bei Gelenken liegen. Bei letzteren sind die beiden benachbarten Schalungselemente entgegen

der Darstellung in Figuren 8 und 9 nicht miteinander verschraubt.

Patentansprüche

1. Schalungselement für eine Tunnelschalung (15), mit einem eine Schalfläche bildenden Schalflächenelement, wobei, dass im Schalungselement eine Mehrzahl von Fensterstellen (61) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fensterstellen in Bezug auf ihre Abmessungen identisch sind und bei allen Fensterstellen eine gleichbleibende Anordnung von Befestigungsstellen vorhanden ist, wobei an der Fensterstelle ein Betonierfenster (61.1) aus dem Schalflächenelement ausgenommen ist und eine Fensterschalung (61.3) oder ein Betonierstützen (61.2) in der Ausnehmung des Betonierfensters (61.1) an den Befestigungsstellen auswechselbar befestigt ist.
2. Schalungselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** über die ganze Länge des Schalungselements verlaufende Rippen (63) und quer zu den Rippen (63) Spanten (65) zur Abstützung auf einen Schalungswagen (13) vorhanden sind, und dass die Fensterstelle (61) durch zwei Wechsel in den Rippen (63) ausgebildet ist.
3. Schalungselement nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Rippen (63) die Befestigungsstellen ausgebildet sind.
4. Schalungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** dessen entlang seinem in Schalungslängsrichtung gerichteter, gestreckter Rand frei auskragend ausgebildet ist.
5. Schalungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schalungselement (31,31.0,33) eine normierte Elementlänge von vorteilhaft 500 oder 1000 cm und einen normierten Elementradius aufweist und **dadurch** für eine Anordnung in einer durch eine projektspezifische Lage (60) der Tunnelschalung (15) ergänzte, über die Länge der Tunnelschalung (15) sich erstreckende Normlage (10) geeignet ist.
6. Schalungselement nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schalungselement (31,31.0,33) in Umfangsrichtung der Tunnelschalung (15) höchstens eine Breite von 350 cm aufweisen, bevorzugt von höchstens 300 cm, besonders bevorzugt von höchstens 250 cm.
7. Tunnelschalung (15), bestehend aus einer Mehrzahl von miteinander verschraubten Schalungselementen (31) und wenigstens einem Schalungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen deren Schalflächenelementen (91.1, 91.2) in Schalungslängsrichtung gestreckte Fugen und in Schalungsumfangsrichtung gegebenenfalls gekrümmte Fugen vorliegen, und dass bei den gestreckten Fugen die Schalflächenelemente (91.1, 91.2) in Abstand zwischen 5 und 15 mm zueinander angeordnet sind und zwischen den Schalflächenelementen ein komprimierbares Band (99) eingeklemmt ist, das diesen Abstand ausfüllt.
8. Tunnelschalung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das komprimierbare Band (99) mit einer Schalungsoberfläche der Schalflächenelemente (91.1, 91.2) bündig geschnitten ist.
9. Tunnelschalung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band (99) geschäumt ist.
10. Tunnelschalung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das komprimierte Band (99) die Schalflächenelemente (91.1, 91.2) hintergreift.
11. Schalungsvorrichtung für den Untertagebau von Tunnelröhren (47) aus Beton, umfassend einen Schalungswagen (13), und eine Tunnelschalung (15) mit einer Mehrzahl von Schalungselementen (23, 23', 27, 27', 31, 31.0, 31.1, 31.2, 31.3, 33, 33.1, 33.1', 35, 35', 41, 41', 42, 42') und wenigstens einem Schalungselement gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalungselemente (23, 23', 27, 27', 31, 31.0, 31.1, 31.2, 31.3, 33, 33.1, 33.1', 35, 35', 41, 41', 42, 42')
 - mit Schalflächenelementen (91.1,91.2) aneinander gefügt sind,
 - in Lagen (10,60) am Schalungswagen (13) angeordnet sind, welche Lagen (10,60) sich über die Länge der Tunnelschalung (15) erstrecken,
 - wobei beidseitig am Schalungswagen (13) je eine Seitenwandschalung (19,19') vorhanden ist, welche Seitenwandschalungen (19,19') derart beweglich montiert sind, dass sie zum Schalungswagen (13) hin in eine

Verfahrstellung und vom Schalungswagen (13) weg in eine Betonierstellung gebracht werden können,

und dass die Seitenwandschalungen (19,19') aus wenigstens zwei Lagen (10,60) und aus höchstens 3 Schalungselementen (33,33.1; 33,33.1') pro Lage (10,60) zusammengefügt sind, von welchen Schalungselementen (23, 23', 27, 27', 31, 31.0, 31.1, 31.2, 31.3, 33, 33.1, 33.1', 35,35', 41,41', 42, 42') einer Lage (10,60) jeweils eines ein Längsschalungselement (23, 23', 27, 27', 31, 31.0, 33, 35, 35', 41, 41', 42, 42') ist, das wenigstens die Hälfte der Länge der Tunnelschalung (15) einnimmt.

12. Schalungsvorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Lage (10,60) der Seitenwandschalung (19,19') eine Normlage (10) ist, die in Umfangrichtung der Tunnelschalung (15) eine normierte Breite aufweist, und dass die Seitenwandschalung (19,19') durch eine der Normlage (10) benachbarte projektspezifische Lage (60) ergänzt ist.

13. Schalungsvorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Deckenschalung (17) vorhanden ist, die, insbesondere zusammen mit dem Schalungswagen (13), in eine Verfahrstellung abgesenkt und in eine Betonierstellung angehoben werden kann, welche Deckenschalung (17) wenigstens zwei in Längsrichtung der Tunnelschalung (15) gerichtete Normlagen (10) aufweist, die in Umfangrichtung der Tunnelschalung (15) eine normierte Breite aufweisen und deren Schallflächelemente in Längsrichtung der Tunnelschalung gerichteten gestreckten Fugen frei auskragend ausgebildet sind.

14. Schalungsvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Normlagen (10) der Deckenschalung (17) aus höchstens 3 Schalungselementen (31, 31.1; 31.0, 31.2; 31, 31.3) pro Lage (10) zusammengefügt sind, von welchen Schalungselementen (31, 31.1; 31.0, 31.2; 31, 31.3) einer Lage ein Längsschalungselement (31; 31.0; 31) jeweils mehr als die Hälfte der Länge der Tunnelschalung (15) einnimmt.

15. Schalungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die normierten Breiten der Normlagen (10) in wenigstens einer Stufe abgestuft sind, wobei der Breitenunterschied zwischen zwei Stufen zwischen 50 und 100 cm ist, vorzugsweise um 75 cm.

Claims

1. Formwork element for a tunnel form (15) with a forming surface element forming a forming surface, whereby a multitude of window locations (61) is configured in the formwork element, **characterized in that** the window arrangements are identical in their dimensions and that a constant arrangement of fixing points exists for all window locations, whereby a concreting window (61.1) is cut out from the forming surface element at the window location and a window formwork (61.3) or a concreting nozzle (61.2) is replaceable fixed in the recess of the concreting window (61.1) in the fixing points.

2. Formwork element according to claim 1, **characterized in that** ribs (63) extending over the whole length of the formwork element and struts (65) extending transversely to the ribs (63) exist for bearing on a formwork carriage (13) and that the window location (61) is configured by two headers in the ribs (63).

3. Formwork element according to claim 2, **characterized in that** the fixing points are configured on the ribs (63).

4. Formwork element according to any of the claims 1 to 3, **characterized in that** its stretched edge, orientated in formwork longitudinal direction, is configured freely projecting.

5. Formwork element according to any of the claims 1 to 3, **characterized in that** the formwork element (31, 31.0, 33) has a standardized element length of advantageously 500 or 1000 cm and a standardized element radius and is thus convenient for an arrangement in a standardized layer (10) extending over the length of the tunnel formwork and completed by a project-specific layer (60) of the tunnel formwork (15).

6. Formwork element according to claim 6, **characterized in that** the formwork element (31, 31.0, 33) has a maximal width of 350 cm in the circumferential direction, preferably of 300 cm at the most, particularly preferably of 250 cm at the most.

7. Tunnel formwork (15) consisting of a multitude of formwork elements screwed with each other (31) and at least one

formwork element according to any of the claims 1 to 6, **characterized in that** joints stretched in the longitudinal direction of the formwork exist between the forming surface elements (91.1, 91.2) of the formwork elements and, if necessary, curved joints in the circumferential direction of the formwork and that for the stretched joints the forming surface elements (91.1, 91.2) are placed at a distance between 5 and 15 mm from each other and that a compressible strip (99) which fills this distance is squeezed between the forming surface elements.

8. Tunnel formwork according to claim 7, **characterized in that** the compressible strip (99) is flush cut with a formwork upper surface of the forming surface elements (91.1, 91.2).

9. Tunnel formwork according to claim 7 or 8, **characterized in that** the strip (99) is foamed.

10. Tunnel formwork according to any of the claims 7 to 9, **characterized in that** the compressible strip (99) grips the forming surface elements (91.1, 91.2) from behind.

11. Formwork device for the underground construction of tunnel tubes (47) of concrete comprising a formwork carriage (13) and a tunnel formwork (15) with a multitude of formwork elements (23, 23', 27, 27', 31, 31.0, 31.1, 31.2, 31.3, 33, 33.1, 33.1', 35, 35', 41, 41', 42, 42') and at least one formwork element according to any of the claims 1 to 6, **characterized in that** the formwork elements (23, 23', 27, 27', 31, 31.0, 31.1, 31.2, 31.3, 33, 33.1, 33.1', 35, 35', 41, 41', 42, 42')

- are joined together with forming surface elements (91.1, 91.2),
- are placed in layers (10, 60) on the formwork carriage (13), which layers (10, 60) extend over the length of the tunnel formwork (15),
- whereby a side wall formwork (19, 19') exists on both sides on the formwork carriage (13), which side wall formworks are movably mounted so that they can be brought into a displacement position towards the formwork carriage (13) and away from the formwork carriage into a concreting position,

and that the side wall formworks (19, 19') are assembled from at least two layers (10, 60) and at the most 3 formwork elements (33, 33.1; 33, 33.1') per layer (10, 60), among which formwork elements (23, 23', 27, 27', 31, 31.0, 31.1, 31.2, 31.3, 33, 33.1, 33.1', 35, 35', 41, 41', 42, 42') of a layer (10, 60) respectively one is a longitudinal formwork element (23, 23', 27, 27', 31, 31.0, 31.1, 31.2, 31.3, 33, 33.1, 33.1', 35, 35', 41, 41', 42, 42') which occupies at least half the length of the tunnel formwork (15).

12. Formwork device according to claim 11, **characterized in that** at least one layer (10, 60) of the side wall formwork (19, 19') is a standardized layer (10) which has a standardized width in the circumferential direction of the tunnel formwork (15) and that the side wall formwork (19, 19') is completed by a project-specific layer (60) adjacent to the standardized layer (10).

13. Formwork device according to claim 11 or 12, **characterized in that** a top formwork (17) exists which can be lowered in particular together with the formwork carriage (13) into a displacement position and which can be lifted into a concreting position, which top formwork (17) has at least two standardized layers (10) orientated in longitudinal direction of the tunnel formwork (15) which have a standardized width in the circumferential direction of the tunnel formwork (15) and the forming surface elements of which are configured freely projecting in stretched joints orientated in the longitudinal direction of the tunnel formwork.

14. Formwork device according to claim 13, **characterized in that** the standardized layers (10) of the top formwork (17) are assembled from at the most 3 formwork elements (31, 31.1; 31.0, 31.2; 31, 31.3) per layer (10), among which formwork elements (31, 31.1; 31.0, 31.2; 31, 31.3) of a layer each longitudinal formwork element (31; 31.0; 31) occupies more than half the length of the tunnel formwork (15).

15. Formwork device according to any of the claims 12 to 14, **characterized in that** the standardized widths of the standardized layers (10) are stepped in at least one step, whereby the width difference between two steps is between 50 and 100 cm, preferably of 75 cm.

Revendications

1. Élément de coffrage pour un coffrage de tunnel (15) avec un élément de surface de coffrage formant une surface

de coffrage, une multitude d'emplacements de fenêtres (61) étant configurée dans l'élément de coffrage, **caractérisé en ce que** les emplacements de fenêtre sont identiques pour ce qui est de leurs dimensions et qu'il existe un arrangement constant de points de fixation pour tous les emplacements de fenêtre, une fenêtre de bétonnage (61.1) étant évidée dans l'élément de surface de coffrage à l'emplacement de fenêtre et un coffrage de fenêtre (61.3) ou un ajutage de bétonnage (61.2) étant fixé en étant remplaçable dans l'évidement de la fenêtre de bétonnage (61.1) aux endroits de fixation.

2. Élément de coffrage selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** existe des nervures (63) sur toute la longueur de l'élément de coffrage et qu'il existe des renforts (65) transversalement aux nervures (63) pour l'étalement sur un chariot de coffrage (13) et que l'emplacement de fenêtre (61) est formé par deux chevêtres dans les nervures (63).

3. Élément de coffrage selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les endroits de fixation sont configurés sur les nervures (63).

4. Élément de coffrage selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le bord de celui-ci qui est étiré et orienté dans le sens longitudinal du coffrage est configuré en porte-à-faux.

5. Élément de coffrage selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'élément de coffrage (31, 31.0, 33) présente une longueur d'élément normalisée d'avantageusement 500 ou 1000 cm et un rayon d'élément normalisé et est donc approprié pour un arrangement dans une couche normalisée (10) qui est complétée par une couche spécifique au projet (60) du coffrage de tunnel (15) et qui s'étend sur la longueur du coffrage du tunnel (15).

6. Élément de coffrage selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'élément de coffrage (31, 31.0, 33) présente, dans le sens de la circonférence du coffrage de tunnel (15), une largeur maximale de 350 cm, de préférence de 300 cm maximum, de manière particulièrement préférée de 250 cm maximum.

7. Coffrage de tunnel (15) constitué par une multitude d'éléments de coffrage vissés les uns aux autres (31) et par au moins un élément de coffrage selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'il** existe des joints étirés dans le sens longitudinal du coffrage entre les éléments de surfaces de coffrage (91.1, 91.2) du coffrage de tunnel et des joints éventuellement courbés dans le sens circonférentiel du coffrage et que les éléments de surfaces de coffrage (91.1, 91.2) sont placés pour les joints étirés en étant espacés entre 5 et 15 mm et qu'une bande compressible (99), qui remplit cet espace, est coïncée entre les éléments de surfaces de coffrage.

8. Coffrage de tunnel selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la bande compressible (99) est coupée en affleurement avec une surface supérieure des éléments de surfaces de coffrage (91.1, 91.2).

9. Coffrage de tunnel selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la bande (99) est expansée.

10. Coffrage de tunnel selon l'une des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** la bande compressible (99) saisit les éléments de surfaces de coffrage (91.1, 91.2) par derrière.

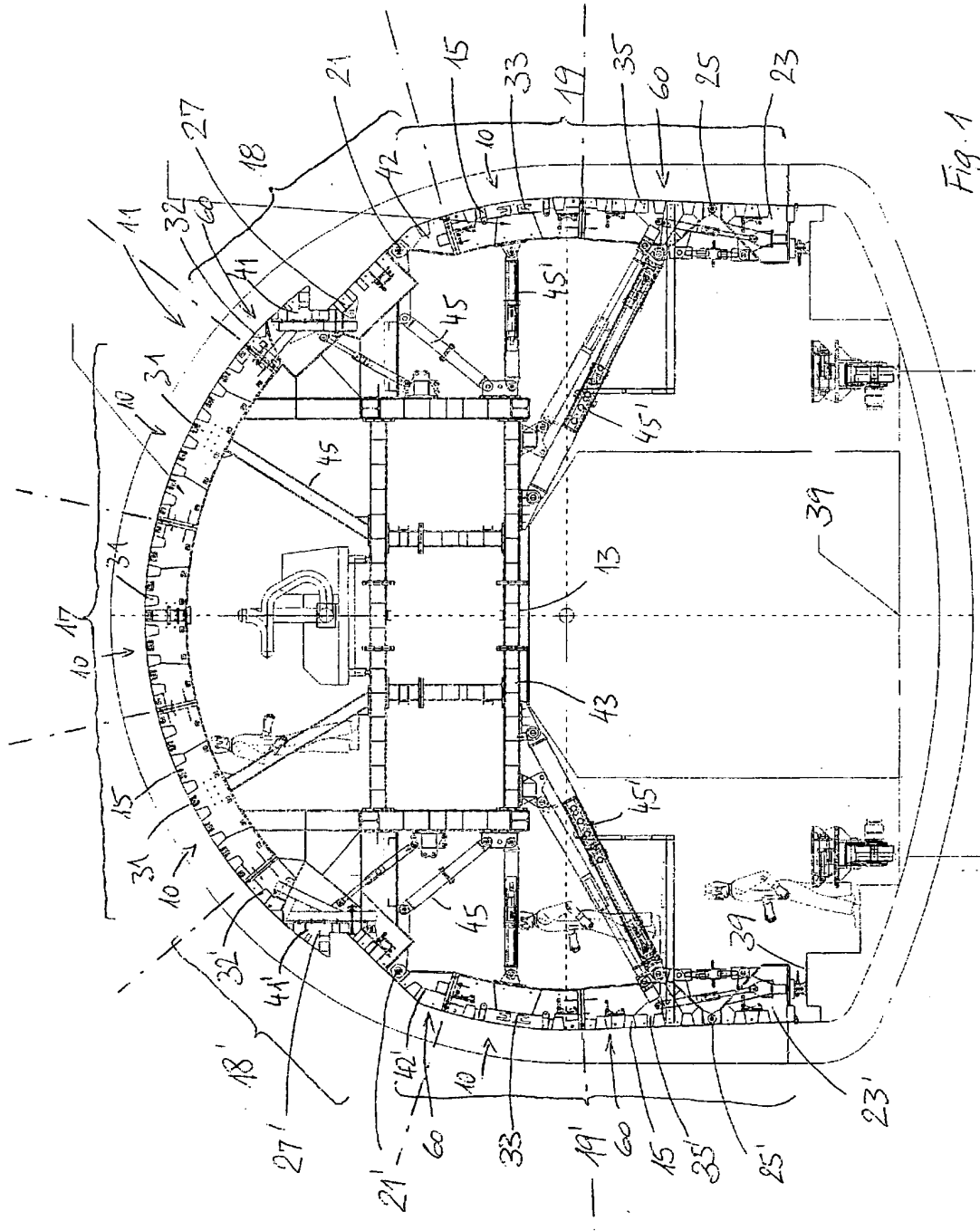
11. Dispositif de coffrage pour la construction souterraine de tubes de tunnel (47) en béton comprenant un chariot de coffrage (13) et un coffrage de tunnel (15) avec une multitude d'éléments de coffrage (23, 23', 27, 27', 31, 31.0, 31.1, 31.2, 31.3, 33, 33.1, 33.1', 35, 35', 41, 41', 42, 42') et au moins un élément de coffrage selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les éléments de coffrage (23, 23', 27, 27', 31, 31.0, 31.1, 31.2, 31.3, 33, 33.1, 33.1', 35, 35', 41, 41', 42, 42')

- sont assemblés les uns aux autres avec des éléments de surfaces de coffrage (91.1, 91.2),
- sont placés en couches (10, 60) sur le chariot de coffrage (13), lesquelles couches (10, 60) s'étendent sur la longueur du coffrage de tunnel (15),
- un coffrage de paroi latérale (19, 19') existant sur chacun des deux côtés du chariot de coffrage (13), lesquels coffrages de paroi latérale (19, 19') sont montés mobiles de telle manière qu'ils peuvent être amenés dans une position de déplacement vers le chariot de coffrage (13) et qu'ils peuvent être amenés dans une position de bétonnage en s'éloignant du chariot de coffrage (13)

et que les coffrages de paroi latérale (19, 19') sont assemblés à partir d'au moins deux couches (10, 60) et d'au plus 3 éléments de coffrage (33, 33.1 ; 33, 33.1') par couche (10, 60), éléments de coffrage (23, 23', 27, 27', 31,

31.0, 31.1, 31.2, 31.3, 33, 33.1, 33.1', 35, 35', 41, 41', 42, 42') d'une couche (10, 60) dont au moins l'un est un élément de coffrage longitudinal (23, 23', 27, 27', 31, 31.0, 33, 35, 35', 41, 41', 42, 42') qui occupe au moins la moitié de la longueur du coffrage de tunnel (15).

- 5 12. Dispositif de coffrage selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'**au moins une couche (10, 60) du coffrage de paroi latérale (19, 19') est une couche normalisée (10) qui a, dans le sens de la circonférence du coffrage de tunnel (15), une largeur normalisée et que le coffrage de paroi latérale (19, 19') est complété par une couche spécifique au projet (60) voisine de la couche normalisée (10).
- 10 13. Dispositif de coffrage selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce qu'**il existe un coffrage de dessus (17) qui peut être abaissé dans une position de déplacement, en particulier avec le chariot de coffrage (13), et qui peut être levé dans une position de bétonnage, lequel coffrage de dessus (17) présente au moins deux couches normalisées (10), orientées dans le sens longitudinal du coffrage de tunnel (15), qui présentent une largeur normalisée dans le sens de la circonférence du coffrage de tunnel (15) et dont les éléments de surfacesde coffrage sont configurés en porte-à-faux dans des joints étirés dans le sens longitudinal du coffrage de tunnel.
- 15 14. Dispositif de coffrage selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** les couches normalisées (10) du coffrage de dessus (17) sont assemblées à partir de 3 éléments de coffrage (31, 31.0, 31.1, 31.2, 31.3) par couche (10), éléments de coffrage (31, 31.0, 31.1, 31.2, 31.3) d'une couche dont un élément de coffrage longitudinal (31 ; 31.0; 20 31) occupe respectivement plus de la moitié de la longueur du coffrage de tunnel (15).
- 15 15. Dispositif de coffrage selon l'une des revendications 12 à 14, **caractérisé en ce que** les largeurs normalisées des couches normalisées (10) sont échelonnées dans au moins un degré, la différence de largeur entre deux degrés étant entre 50 et 100 cm, de préférence de 75 cm.



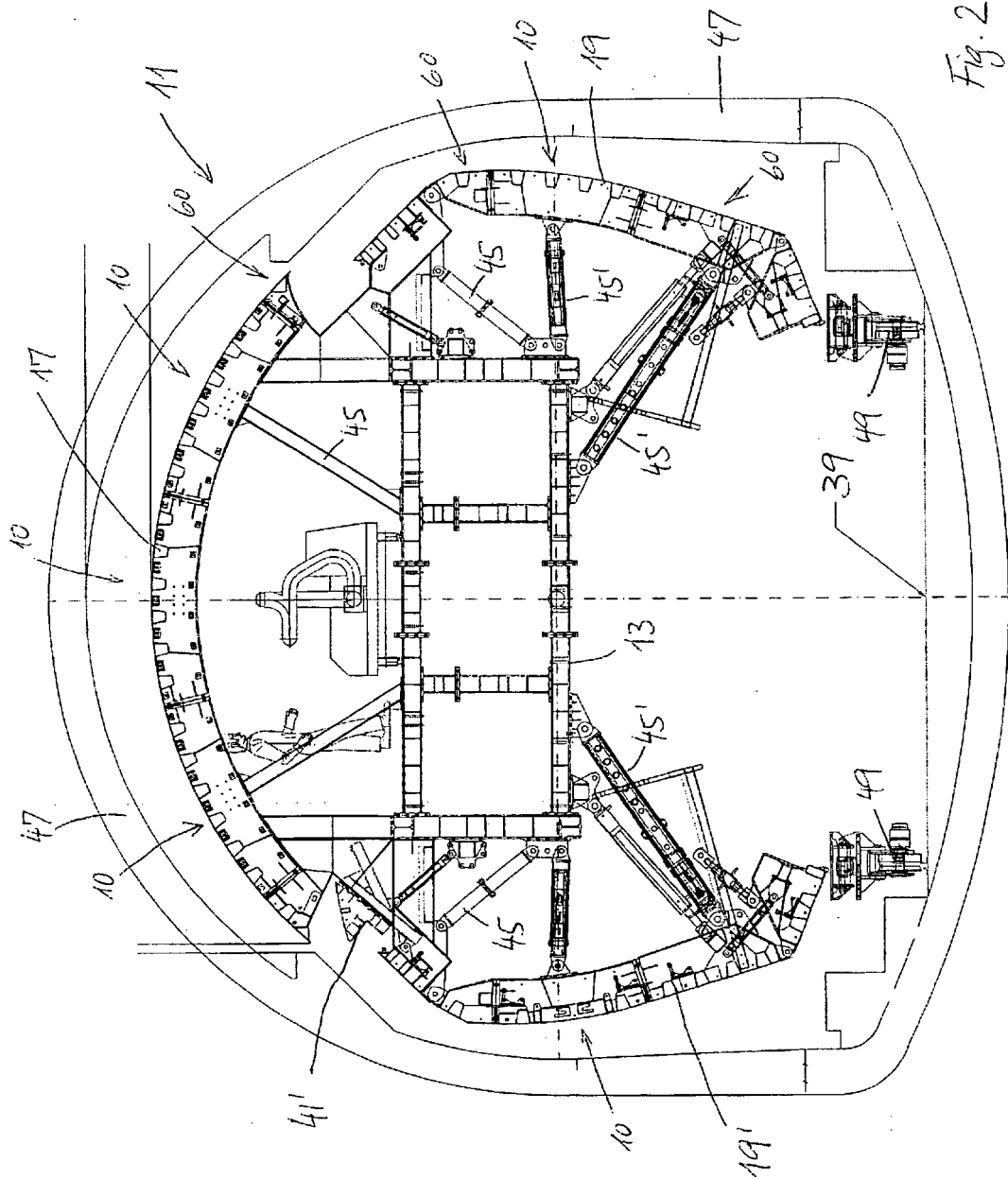


Fig. 2

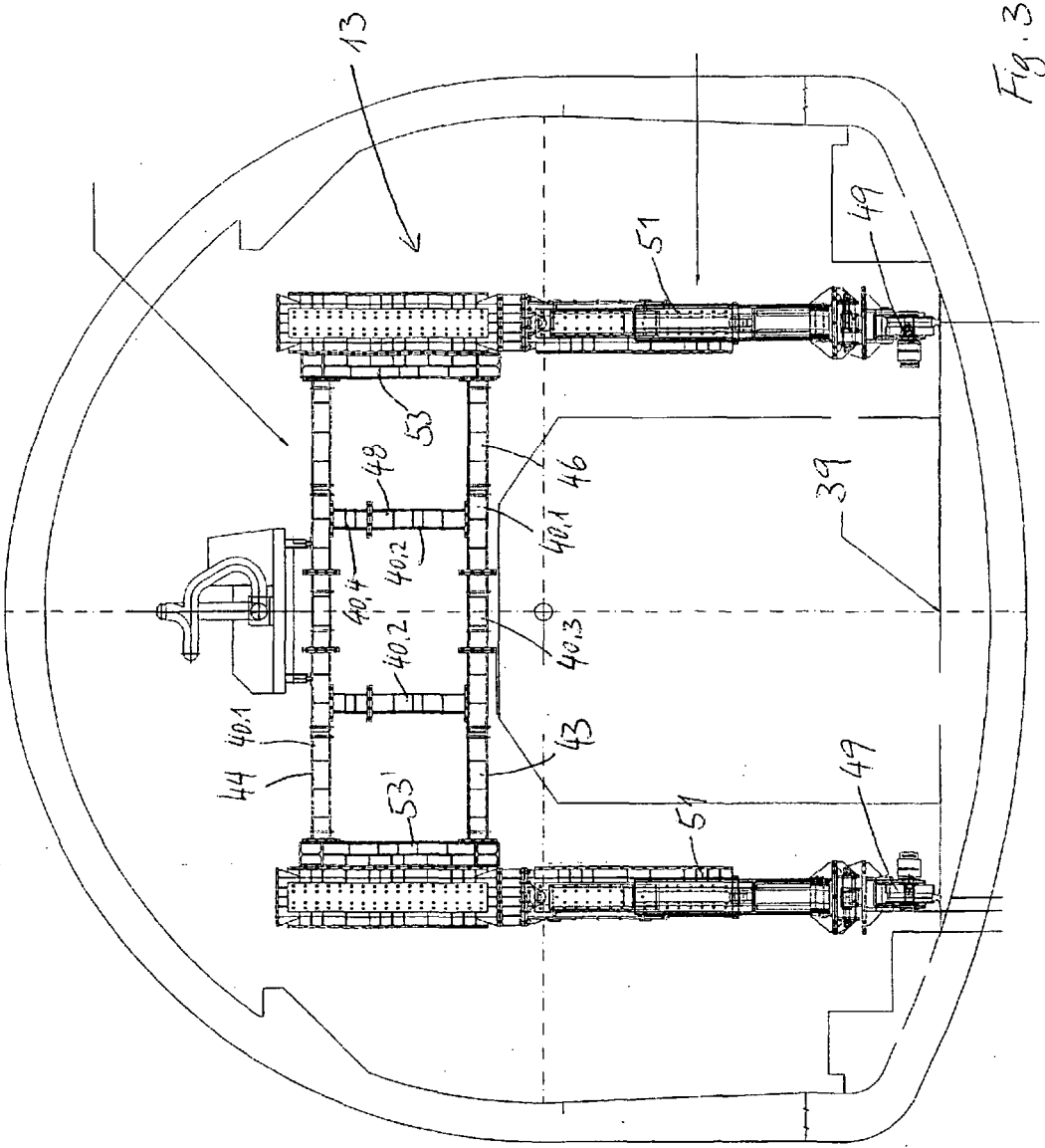


Fig. 3

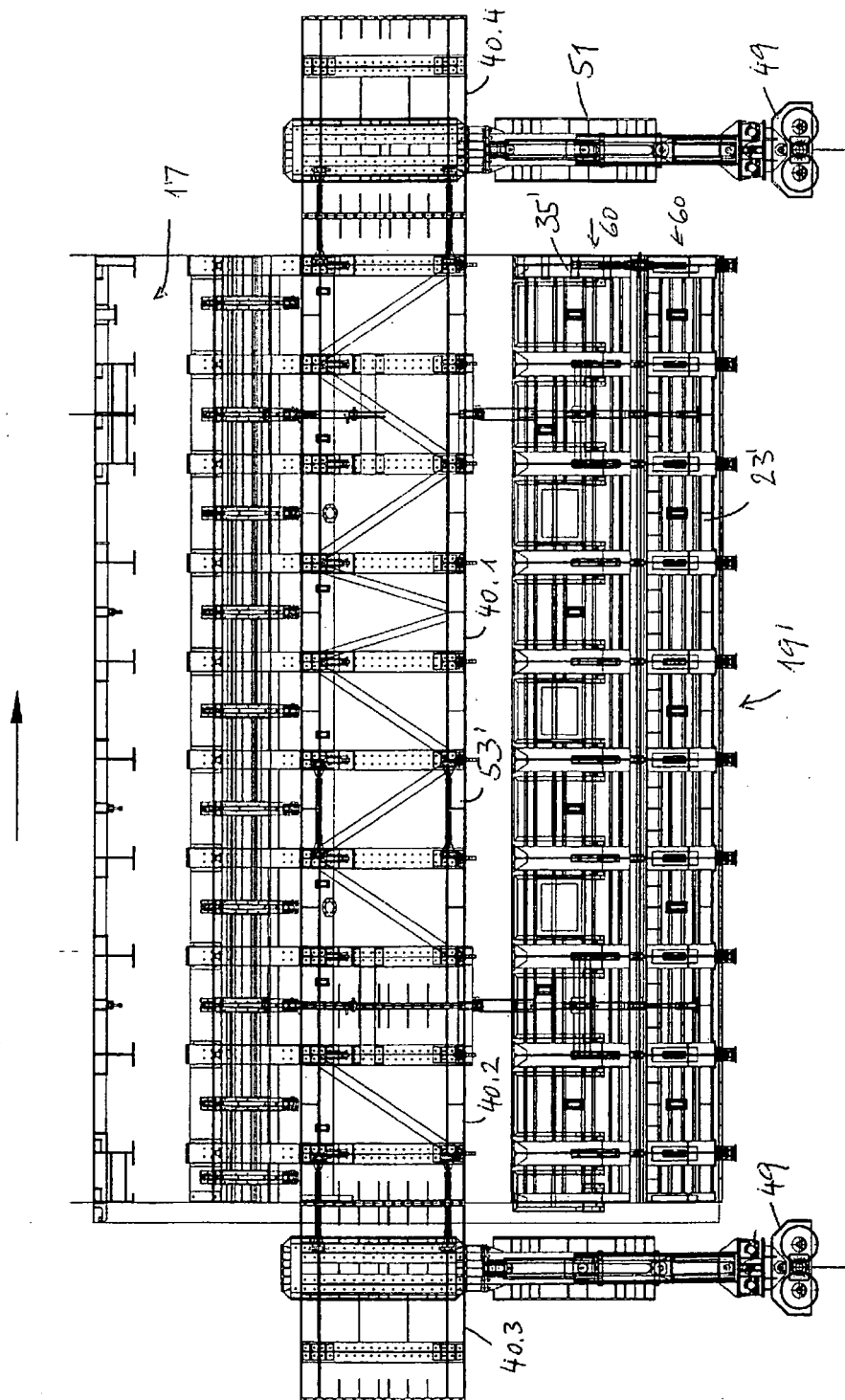


Fig. 4

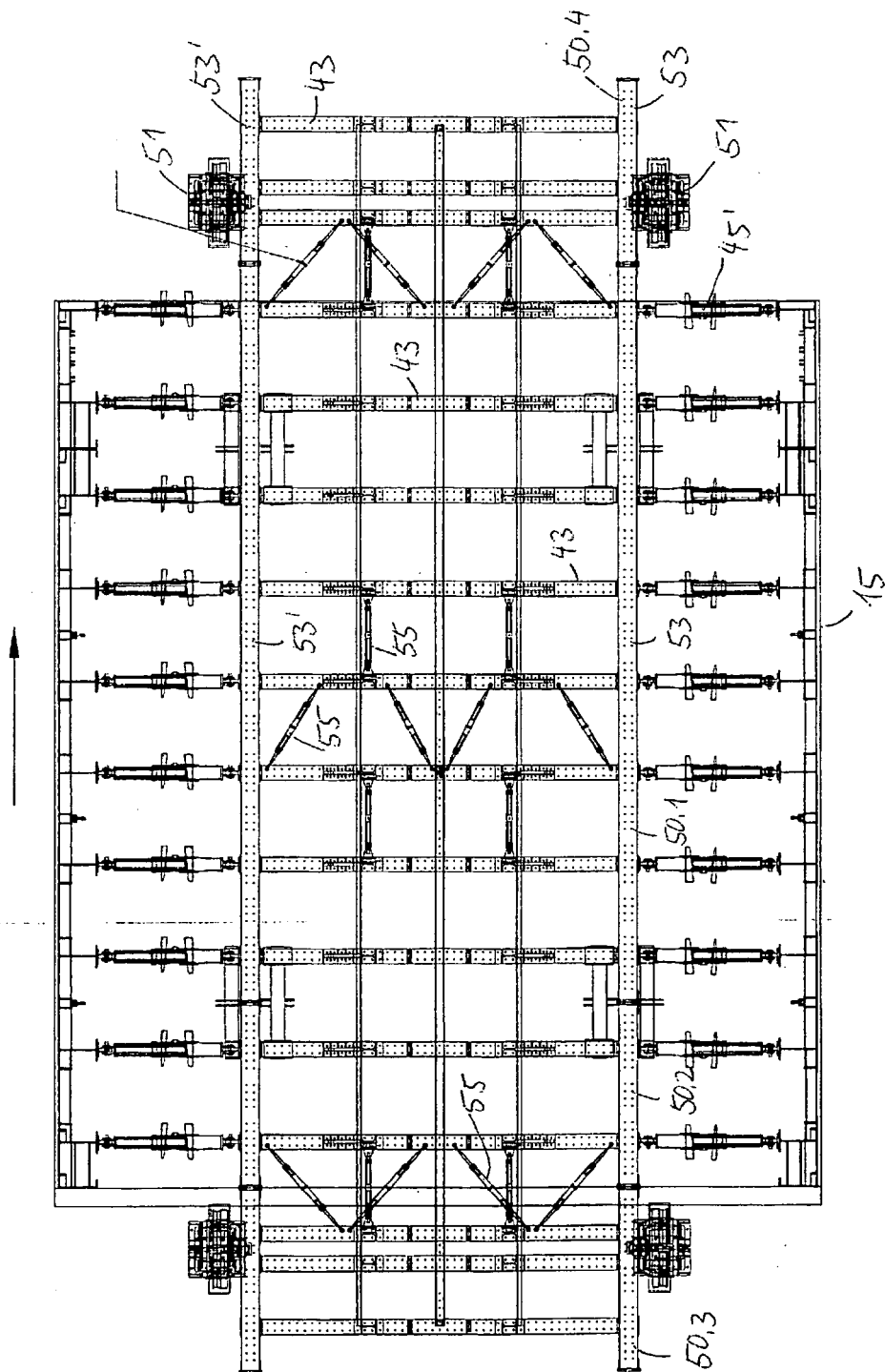


Fig. 5

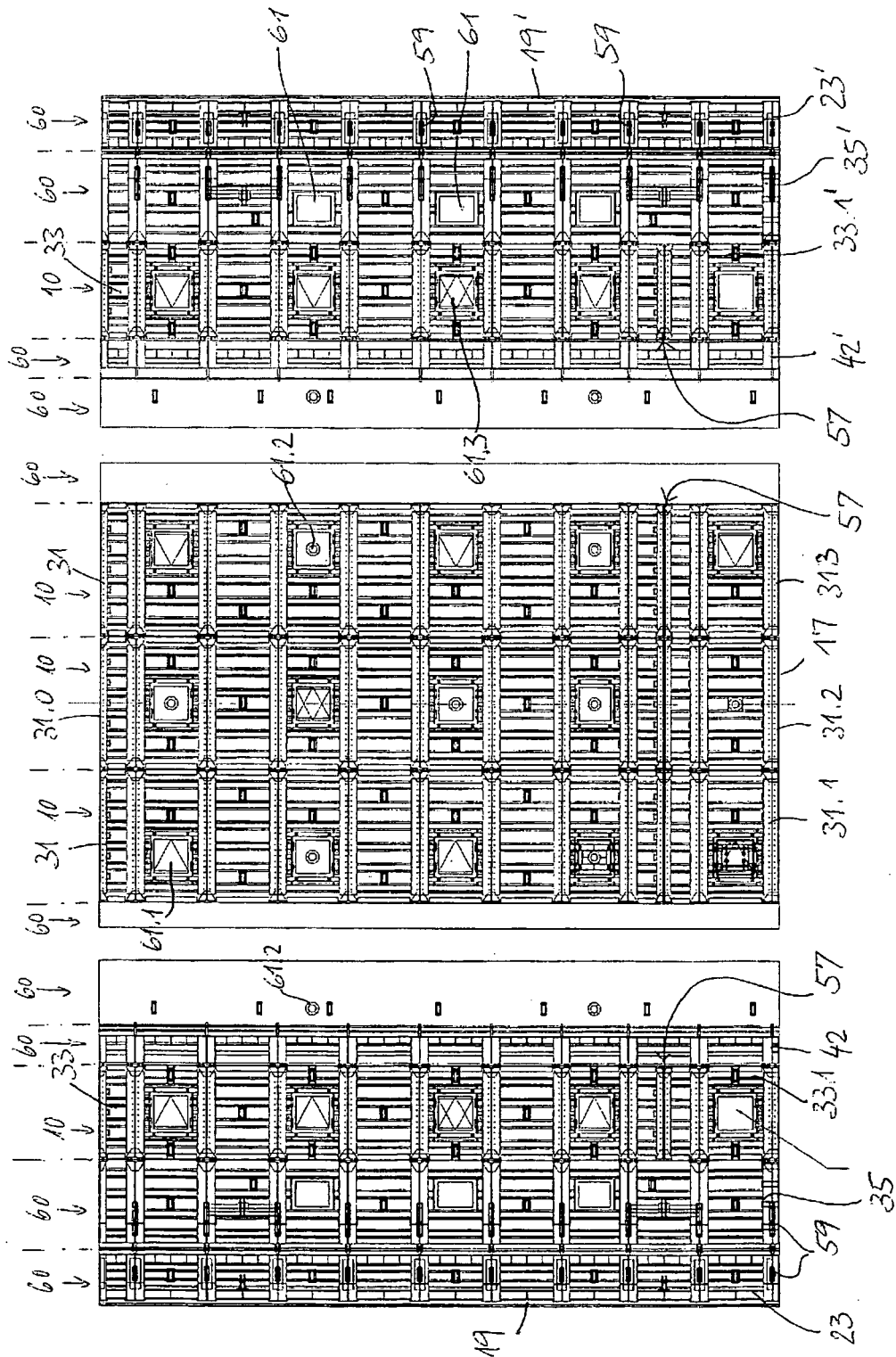
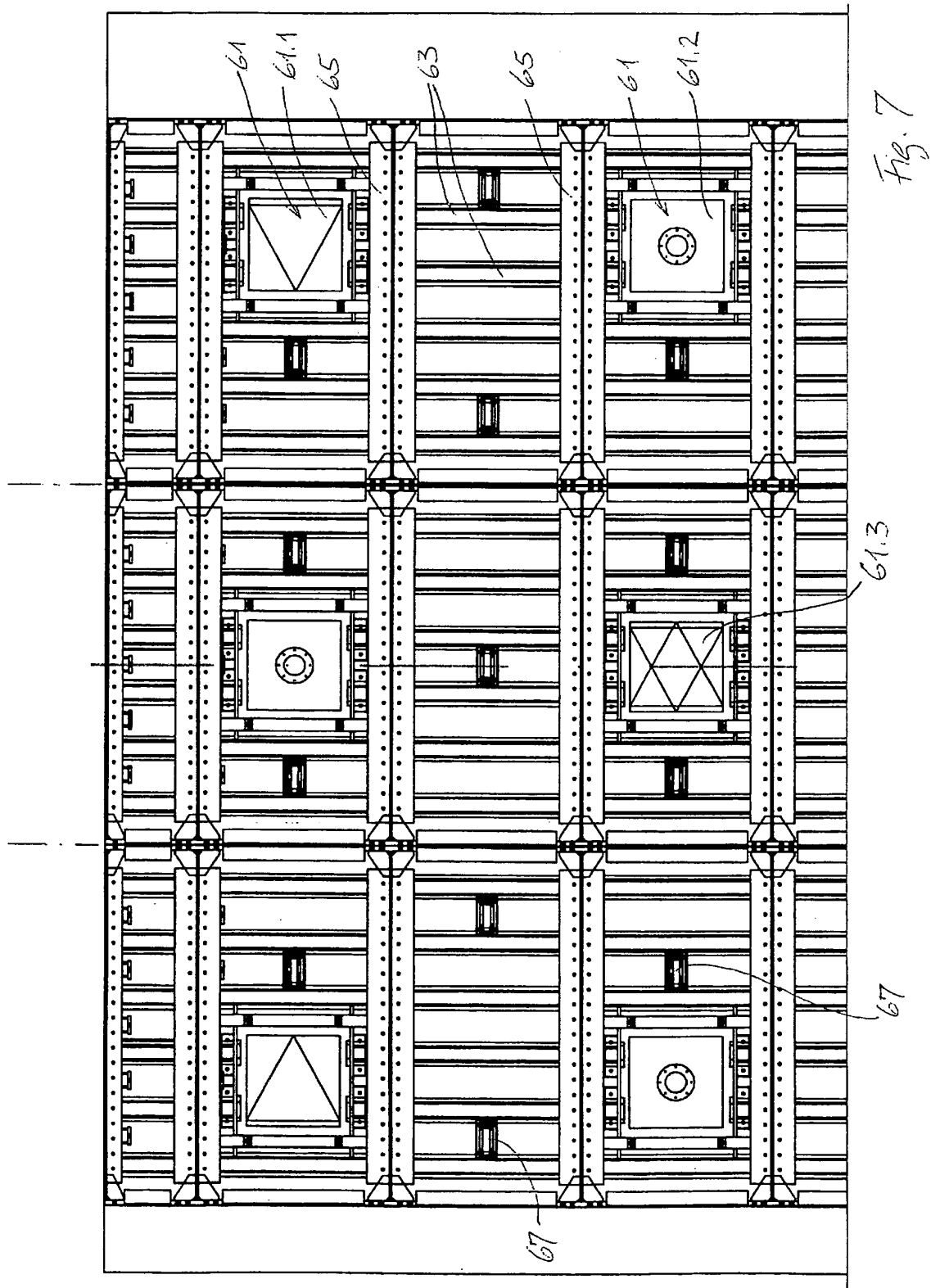
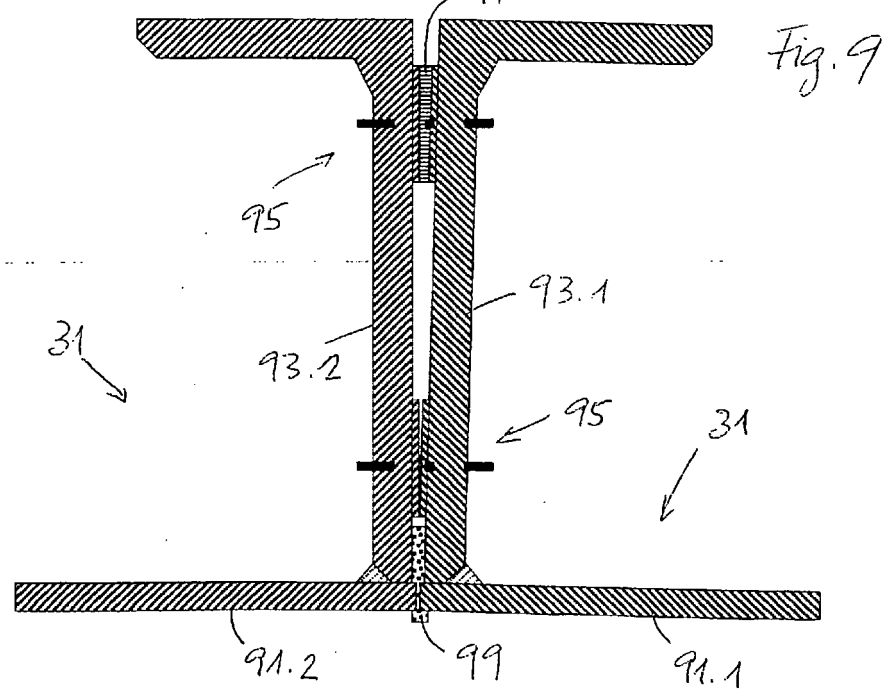
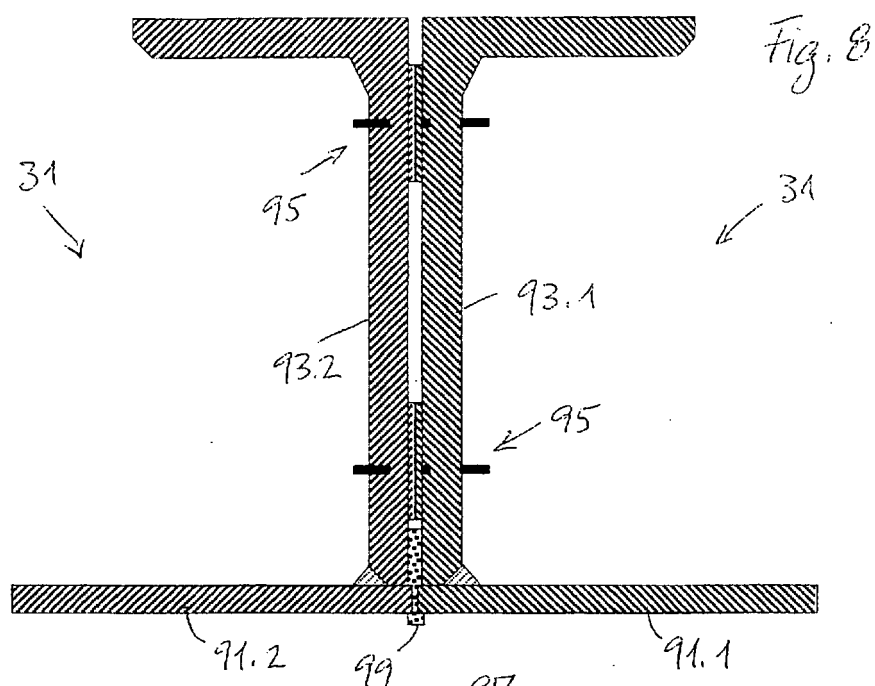


Fig. 6





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

- DE 3017057 [0006]
- EP 1123650 A [0006]
- JP 2005002730 A [0006]
- JP 3891210 A [0006]
- WO DT2453281 A [0006]
- CH 437404 [0006]
- JP 2007138594 A [0006]
- GB 711282 A [0007]