



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 111 186 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.03.2006 Patentblatt 2006/09

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

(21) Anmeldenummer: **00127763.1**

(22) Anmeldetag: **19.12.2000**

(54) Verfahren zum Bewehren von Gewölben

Method of reinforcing arches

Procédé de renforcement de voûtes

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **20.12.1999 DE 19961448**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.06.2001 Patentblatt 2001/26

(73) Patentinhaber: **ED. ZÜBLIN AG
D-70567 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Murer, Roland
6006 Luzern (CH)**

• **Walliser, Thomas
72108 Rottenburg (DE)**

(74) Vertreter: **Riedel, Peter et al
Patent- und Rechtsanwalts-Kanzlei,
Dipl.-Ing. W. Jackisch & Partner,
Menzelstrasse 40
70192 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 19 709 336 DE-B- 1 064 710

EP 1 111 186 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bewehren von Gewölben nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Bewehrung von Tunnelgewölben erfolgt freitragend, wobei Bewehrungstragebögen die Bewehrung an der Gewölbedecke halten. Nachteilig ist, daß die Befestigung der Bewehrung ungenau ist und es zum Durchhängen der Bewehrung kommen kann. Nach dem Einfahren und Einstellungbringen eines Schalwagens in dem Tunnel muß noch an der Bewehrung zeitaufwendig nachkorrigiert werden. Dabei besteht auch die Gefahr, daß die Abdichtungsfolie im Tunnelgewölbe beschädigt wird und als Folge davon aufwendige Sanierungsmaßnahmen erforderlich werden.

[0003] Es ist auch bekannt, die Bewehrung auf einem Schalwagen herzustellen, wobei der Schalwagen vorher in die endgültige Lage gefahren wurde. Aus der DE 197 09 336 C2 ist ein Verfahren zum Betonieren von bewehrten Decken und Gewölben oder Decken im Tunnelbau bekannt, wobei die Bewehrung auf einer austauschbaren Deckenkalotte hergestellt wird. Die Deckenkalotte mit der Bewehrung wird zum späteren Betonierort gefahren, in Sollposition gebracht und der Tunnelabschnitt betoniert.

[0004] Das Verfahren erfordert einen großen Aufwand an Schalungsmaterial, da zumindest zwei Deckenkalotten benötigt werden.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bewehrung von Tunnelgewölben zu schaffen, bei dem der Aufwand an Schalungsmaterial gering ist und die Bewehrung beschleunigt hergestellt werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Zur Herstellung der Bewehrung für das Tunnelgewölbe wird eine Lehre benutzt, auf der die Bewehrung hergestellt wird. Die Lehre selbst ist im Tunnel verschiebbar oder verfahrbar angeordnet und kostengünstig zu erstellen. Nachdem die Bewehrung auf der Lehre hergestellt worden ist, wird die Bewehrung auf eine Schalung (Deckenkalotte) oder eine zweite Schalung (Austauschschalung), vorzugsweise eines Schalwagens gesetzt. Die Bewehrung wird anschließend mit der Deckenkalotte in Sollposition an das Tunnelgewölbe bewegt und anschließend dann das Tunnelgewölbe betoniert. Dabei ist es zweckmäßig, das Bewehrungsmaterial mit Hilfe von einer Hebevorrichtung eines Servicewagens zu der Lehre zu transportieren. Die Lehre selbst ist im Tunnel dabei so angeordnet, daß Arbeiter ohne Behinderung die Einzelteile der Bewehrung auf der Lehre zusammensetzen können. Ein zügiges Arbeiten und eine hohe Qualität der hergestellten Bewehrung ist dadurch bewirkt. Die Bewehrung selbst wird mit Hilfe eines Bewehrungsumsetzgerätes, vorzugsweise eines Portalkranes, von der Lehre abgehoben und auf die Deckenkalotte gesetzt. Zu diesem Zweck werden zuerst die Lehre und anschließend

die Deckenkalotte unter das Bewehrungsumsetzgerät gefahren.

[0008] Das Auflegen der Bewehrung auf die Deckenkalotte kann schon an dem Ort erfolgen, an dem später betoniert wird; das Auflegen der Bewehrung kann aber auch an einem anderen Ort im Tunnel erfolgen. Während des Betonierens des Tunnelgewölbes kann bereits wieder auf der frei gewordenen Lehre eine zweite Bewehrung erstellt werden. Es ist zweckmäßig, die Deckenkalotte auf einem Schalwagen anzuordnen und den Schalwagen vergrößerbar und verkleinerbar zu gestalten. Vorzugsweise erfolgt dies durch hydrostatisch wirkende Stellelemente.

[0009] Das Verfahren zum Bewehren von Gewölben eines Tunnels ist zusammenfassend durch die zyklisch sich wiederholenden, nachfolgend genannten Vorgänge gestaltet:

[0010] Das Bewehrungsmaterial wird von einer Hebevorrichtung eines Servicewagens auf die Höhe der Lehre gebracht und anschließend die Bewehrung aus Einzelteilen des Bewehrungsmaterials auf der Lehre hergestellt. Die fertiggestellte Bewehrung wird anschließend mit dem Bewehrungsumsetzgerät von der Lehre abgehoben, der Schalwagen mit der Deckenkalotte wird verkleinert und unter das Bewehrungsumsetzgerät gefahren und die Bewehrung auf der Deckenkalotte des Schalwagens abgesetzt. Der Schalwagen wird mit der Bewehrung in Position unter das Tunnelgewölbe gefahren und die Deckenkalotte bis in Sollposition zur Decke angehoben. Weitere Schalwände werden in Sollposition zur Deckenkalotte gebracht und der entsprechende Tunnelabschnitt betoniert.

[0011] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Tunnel mit möglichen Standorten eines Schalwagens mit Deckenkalotte, eines Bewehrungsumsetzgerätes, insbesondere eines Portalkrans, einer verfahrbaren Lehre und eines Servicewagens mit Hebevorrichtung,

Fig. 2 die jeweiligen Querschnitte durch den Tunnel mit Schalwagen, Portalkran, verfahrbarer Lehre und Servicewagen in Fig. 1,

Fig. 3 einen Längsschnitt durch den Tunnel in Fig. 1 mit angehobener Hebevorrichtung und Bewehrungsmaterial am Servicewagen,

Fig. 4 die komplementären Querschnitte zu Fig. 3,

Fig. 5 einen Längsschnitt durch den Tunnel, wobei die Lehre unter das Bewehrungsumsetzgerät gefahren ist,

Fig. 6 komplementäre Querschnitte durch den Tun-

- nel in Fig. 5,
- Fig. 7 einen Längsschnitt durch den Tunnel mit von der Lehre abgehobener Bewehrung,
- Fig. 8 komplementäre Querschnitte durch den Tunnel in Fig. 7,
- Fig. 9 einen Längsschnitt durch den Tunnel mit weiter in den Tunnel bewegter Lehre und mit dieser gekoppeltem Servicewagen,
- Fig. 10 komplementäre Querschnitte des Tunnels zu Fig. 9,
- Fig. 11 einen Längsschnitt durch den Tunnel mit verkleinertem Schalwagen,
- Fig. 12 komplementäre Querschnitt des Tunnels zu Fig. 11,
- Fig. 13 einen Längsschnitt durch den Tunnel, wobei der Schalwagen mit Deckenkalotte unter den Portalkran gefahren ist und Bewehrungsmaterial auf den Servicewagen gehoben ist,
- Fig. 14 komplementäre Querschnitte des Tunnels zu Fig. 13,
- Fig. 15 einen Längsschnitt durch den Tunnel mit fertiggestellter Bewehrung auf der verschiebbaren Lehre und auf der Deckenkalotte abgesetzter Bewehrung,
- Fig. 16 komplementäre Querschnitte des Tunnels zu Fig. 15,
- Fig. 17 einen Längsschnitt durch den Tunnel mit in Sollposition gefahrenem Schalwagen,
- Fig. 18 komplementäre Querschnitte des Tunnels zu Fig. 17,
- Fig. 19 einen Längsschnitt durch den Tunnel mit bis auf Sollposition der Deckenkalotte expandiertem Schalwagen,
- Fig. 20 komplementäre Querschnitte des Tunnels zu Fig. 19,
- Fig. 21 einen Längsschnitt durch den Tunnel mit denselben Positionen von Schalwagen, Portalkran, verfahrbarer Lehre und Servicewagen wie in Fig. 1, nur um einen Tunnelabschnitt verschoben,
- Fig. 22 komplementäre Querschnitte des Tunnels zu Fig. 21.

[0012] Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen Tunnel 2, dessen Gewölbe 1 zu bewehren und zu betonieren ist. Zu diesem Zweck wird eine Bewehrung 3 auf einer verschiebbaren Lehre 4, vorzugsweise einem verfahrbarem Bewehrungswagen hergestellt. Die Lehre 4 ermöglicht aufgrund ihrer Querschnittsform die Herstellung einer einbaufertigen Bewehrung. Die Lehre ist, wie dies ein Querschnitt in Fig. 2, Position C zeigt, so weit von der Tunnelwand beabstandet, daß Arbeiter bequem das Bewehrungsmaterial von einem Servicewagen 10 abheben können und auf die Lehre 4 verbringen können. Der Servicewagen 10 ist vorzugsweise mit dem Bewehrungswagen mit der Lehre 4 gekoppelt und verfahrbar. Der Aufbau der Bewehrung 3 erfolgt auf der Lehre 4 selbst.

[0013] Wie Fig. 2 in Position D zeigt, weist der Servicewagen 10 eine Hebevorrichtung 11 mit einer Hebefläche 17 auf, mit Hilfe derer das schwere Bewehrungsmaterial 12 von einer Palette 16 unter dem Servicewagen 10 auf die Höhe der Lehre 4 gehoben werden kann. In den Fig. 3 und 4 ist in Position D das Bewehrungsmaterial 12 auf Höhe der Lehre 4 gefahren worden. Die Fig. 5 bis 8 verdeutlichen in Quer- und Längsschnitten in Position B, daß die fertiggestellte Bewehrung 3 auf der Lehre 4 liegend unter ein Bewehrungsumsetzgerät 7 gefahren wird. Vorzugsweise ist das Bewehrungsumsetzgerät 7 als Portalkran 14 ausgebildet.

[0014] In den Fig. 7 und 8 ist in Position B verdeutlicht, daß die gesamte einzubauende Bewehrung 3 für das Gewölbe 1 des Tunnels 2 von der Lehre 4 abgehoben worden ist und sich an dem Portalkran 14 befindet. Der Bewehrungswagen und der darüber befindliche Portalkran wurden in eine arbeitsgünstigere Position gefahren. In den Fig. 9 und 10 ist der Bewehrungswagen mit der Lehre 4 und dem Servicewagen 10 in eine andere, arbeitsgünstigere Position in Längsrichtung des Tunnels 2 gefahren worden. Die Hebefläche 17 der Hebevorrichtung 11 ist erneut abgesenkt. Unabhängig von den weiteren Verfahrensschritten des Umsetzens der Bewehrung 3 auf eine Schalung oder Deckenkalotte 5 kann auf der Lehre 4 mit der Herstellung einer neuen, zweiten Bewehrung 9 in bekannter Weise begonnen werden. Die Bewehrung 9 ist in den Fig. 15 und 16 fertiggestellt dargestellt.

[0015] In den Fig. 11 und 12 in Position A wird ein Schalwagen 13 unter der Deckenkalotte 5 verkleinert, nachdem der an diesem Ort des Tunnels betonierte Abschnitt 15 der Tunnelwand hinreichend erhärtet ist. Der Schalwagen 13 ist eine verfahrbare Konstruktion aus Trägern, Streben und hydrostatisch arbeitenden Zylindern mit Gelenken. Die Deckenkalotte 5 und weitere Schalwände 8 am Schalwagen 13 können ins Innere bezogen auf die Innenwand des Tunnels 2 gesenkt und geklappt werden. Der Schalwagen 13 läßt sich dadurch vergrößern und verkleinern - schrumpfen oder erweitern.

[0016] Nachdem der Schalwagen 13 "geschrumpft" ist, kann er, wie dies die Fig. 13 und 14 in Position B zeigen, unter den Portalkran 14 gefahren werden. An-

schließlich wird die Bewehrung 3 auf der Deckenkalotte 5 abgesenkt. Es kann zweckmäßig sein, die Bewehrung 3, 9 an dem Ort, an dem betoniert wird, auf die Deckenkalotte umzusetzen.

[0017] In den Fig. 15 und 16 ist zu erkennen, daß auf der Lehre 4 bereits eine zweite Bewehrung 9 hergestellt wurde und nach dem Absetzen der Bewehrung 3 auf die Deckenkalotte 5 von dem Portalkran 14 übernommen werden kann.

[0018] In den Fig. 17 und 18 ist der Schalwagen 13 mit der Deckenkalotte 5 und den Schalwänden 8 zu einer neuen Sollposition im Tunnel gefahren, wo ein weiterer Abschnitt oder Block 15 des Tunnels betoniert werden soll. Der Schalwagen 13 wird vergrößert, indem die Deckenkalotte 5 und die Schalwände 8 auf die Schalungsposition gefahren werden. Diesen Vorgang kann man in den Fig. 19 und 20 in Position A im Quer- und Längsschnitt erkennen. Ein neuer Abschnitt oder Block 15 des Tunnels wird anschließend betoniert.

[0019] Die Fig. 21 und 22 zeigen dieselben Positionen der verschiedenen Vorrichtungen (Schalwagen, Portalkran, Lehre und Servicewagen) wie in den Fig. 1 und 2 im Tunnel, jedoch um einen Tunnelabschnitt verschoben. Das Verfahren wiederholt sich nun in denselben Schritten wie oben genannt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bewehren eines Gewölbes (1) eines Tunnels (2),
dadurch gekennzeichnet, daß eine Bewehrung (3) auf einer verschiebbaren Lehre (4) hergestellt wird, die Bewehrung (3) dann auf eine Schalung (5) bzw. Deckenkalotte oder eine Austauschschalung (6) gesetzt wird und die Bewehrung (3) mit der Deckenkalotte (5) in Sollposition bewegt wird und das Gewölbe (1) anschließend betoniert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß die Bewehrung (3) auf eine Schalung (5) eines Schalwagens oder eine Austauschschalung (6) für diesen Schalwagen gesetzt wird, die daraufhin auf den Schalwagen aufgesetzt wird und dann die Bewehrung (3) mit der Deckenkalotte (5, 6) in Sollposition bewegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe einer Hebevorrichtung (11) eines Servicewagens (10) Bewehrungsmaterial (12) zu der Lehre (4) bewegt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß die Bewehrung (3) mit Hilfe eines Bewehrungsumsetzgeräts (7), vorzugsweise eines Portalkrans (14) von der Lehre (4) abgehoben wird und auf die Deckenkalotte (5) bzw. (6) aufgesetzt wird und die Deckenkalotte (5) bzw.

(6) und weitere Schalwände (8) in Sollposition gebracht werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß die Lehre (4) und die Deckenkalotte (5) bzw. (6) nacheinander unter das Bewehrungsumsetzgerät (7) gefahren werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß während des Betonierens des Gewölbes (1) eine zweite Bewehrung (9) auf der Lehre (4) erstellt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß die Deckenkalotte (5) bzw. (6) auf einem Schalwagen (13) angeordnet ist.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, daß der Schalwagen (13) quer zu einer Tunnelängsachse vergrößerbar und verkleinerbar ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß die Bewehrung (3, 9) an dem Ort, an welchem betoniert wird, von der Lehre (4) auf die Deckenkalotte (5) umgesetzt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, daß im wesentlichen der folgend beschriebene zyklisch sich wiederholende Hergang erfolgt:
 - a) Bewehrungsmaterial (12) wird von einer Hebevorrichtung (11) des Servicewagens (10) auf die Höhe der Lehre (4) gebracht.
 - b) Die Bewehrung (3, 9) wird auf der Lehre (4) hergestellt.
 - c) Die Bewehrung (3, 9) wird mit dem Bewehrungsumsetzgerät (7) von der Lehre (4) abgehoben.
 - d) Der Schalwagen (13) mit der Deckenkalotte (5) wird verkleinert und unter das Bewehrungsumsetzgerät (7) gefahren und die Bewehrung (3, 9) auf der Deckenkalotte (5) abgesetzt oder die Bewehrung (3, 9) wird auf eine Austauschdeckenkalotte (6) abgesetzt, welche hernach auf einen verkleinerten Schalwagen (13) ohne Deckenkalotte (5) aufgesetzt wird.
 - e) Der Schalwagen (13) wird vergrößert und die Deckenkalotte (5) bzw. (6) mit der Bewehrung (9) auf Sollposition gebracht.
 - f) Weitere Schalwände (8) werden in Sollposition zur Deckenkalotte (5) bzw. (6) gebracht und ein Tunnelabschnitt (15) betoniert.

Claims

1. Method for reinforcing the arch (1) of a tunnel (2),
characterised in that a reinforcement (3) is produced on a movable jig (4), the reinforcement (3) is then placed on a formwork (5) or roof section or on a replacement formwork (6) and the reinforcement (3) is brought into the desired position together with the roof section (5) and the arch (1) is then concreted. 5
2. Method according to claim 1,
characterised in that the reinforcement (3) is placed on a formwork (5) of a formwork transport wagon or on a replacement formwork (6) for said wagon, which is then placed on the formwork transport wagon, whereupon the reinforcement (3) is brought into the desired position together with the roof section (5, 6). 10
3. Method according to claim 1 or 2
characterised in that reinforcement material (12) is moved to the jig (4) with the aid of a lifting gear (11) of a service wagon (10). 15
4. Method according to claim 1 or 2,
characterised in that the reinforcement (3) is lifted off the jig (4) and placed on the roof section (5) or (6) with the aid of reinforcement transfer equipment (7), preferably of a gantry crane (14), and **in that** the roof section (5) or (6) and further sheeting (8) are brought into the desired position. 20
5. Method according to claim 1 or 2,
characterised in that the jig (4) and the roof section (5) or (6) are moved below the reinforcement transfer equipment (7) in succession. 25
6. Method according to any of claims 1 to 5,
characterised in that a second reinforcement (9) is produced on the jig (4) while the arch (1) is being concreted. 30
7. Method according to any of claims 1 to 6,
characterised in that the roof section (5) or (6) is located on a formwork transport wagon (13). 35
8. Method according to claim 7,
characterised in that the size of the formwork transport wagon (13) can be increased or reduced at right angles to the longitudinal tunnel axis. 40
9. Method according to any of claims 1 to 8,
characterised in that the reinforcement (3, 9) is transferred from the jig (4) to the roof section (5) at the concreting point. 45
10. Method according to claim 9,
characterised in that the process described below 50

is cyclically repeated:

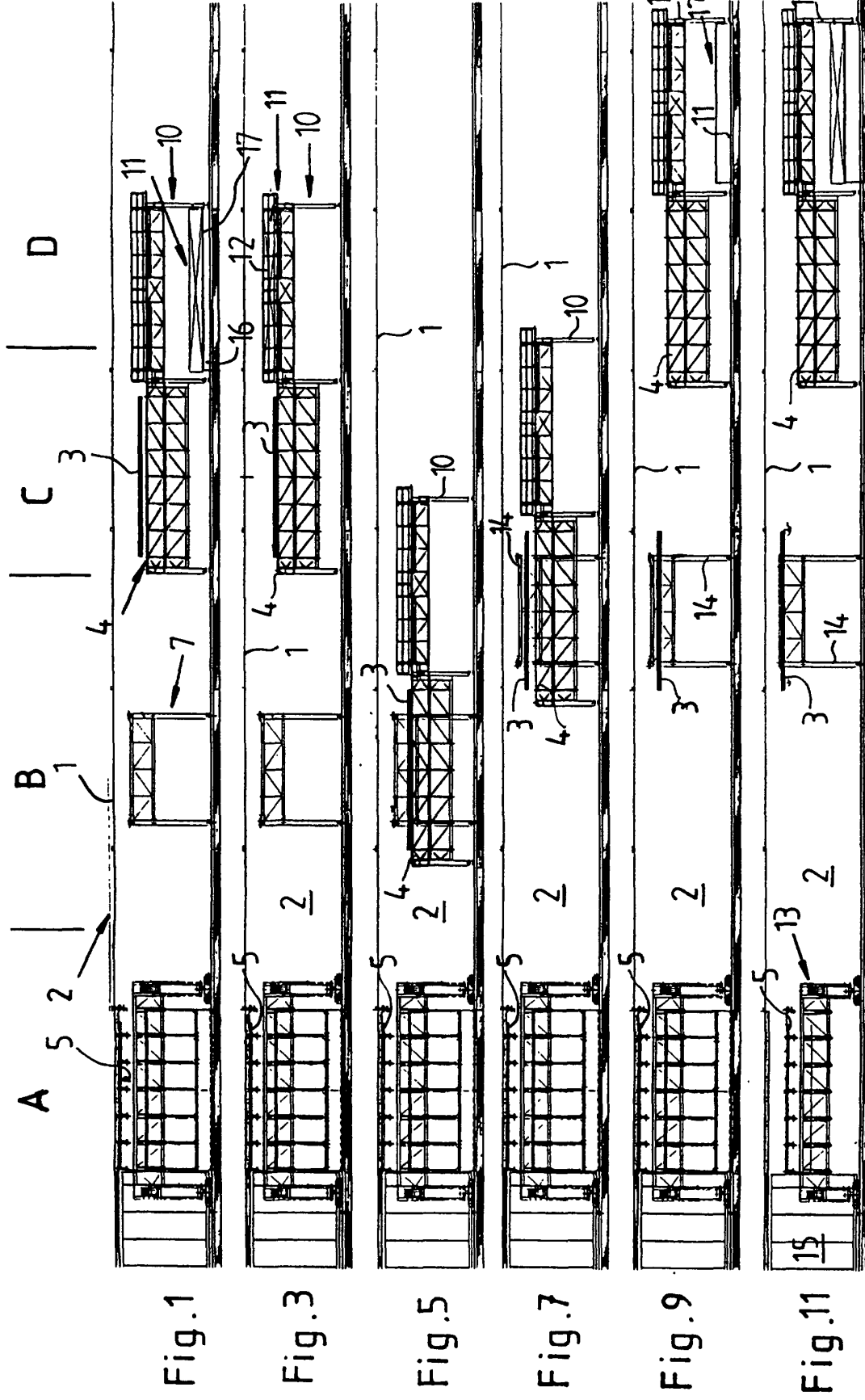
- a) Reinforcing material (12) is moved to the level of the jig (4) by a lifting gear (11) of the service wagon (10).
- b) The reinforcement (3, 9) is produced on the jig (4).
- c) The reinforcement (3, 9) is lifted off the jig (4) by the reinforcement transfer equipment (7).
- d) The formwork transport wagon (13) with the roof section (5) is reduced in size and moved below the reinforcement transfer equipment (7), and the reinforcement (3, 9) is placed on the roof section (5) or the reinforcement (3, 9) is placed on a replacement formwork (6), which is then placed on a reduced formwork transport wagon (13) without a roof section (5).
- e) The formwork transport wagon (13) is increased in size, and the roof section (5) or (6) with the reinforcement (9) is brought into the desired position.
- f) Further sheeting (8) is brought into the desired position relative to the roof section (5) or (6), and a tunnel section (15) is concreted.

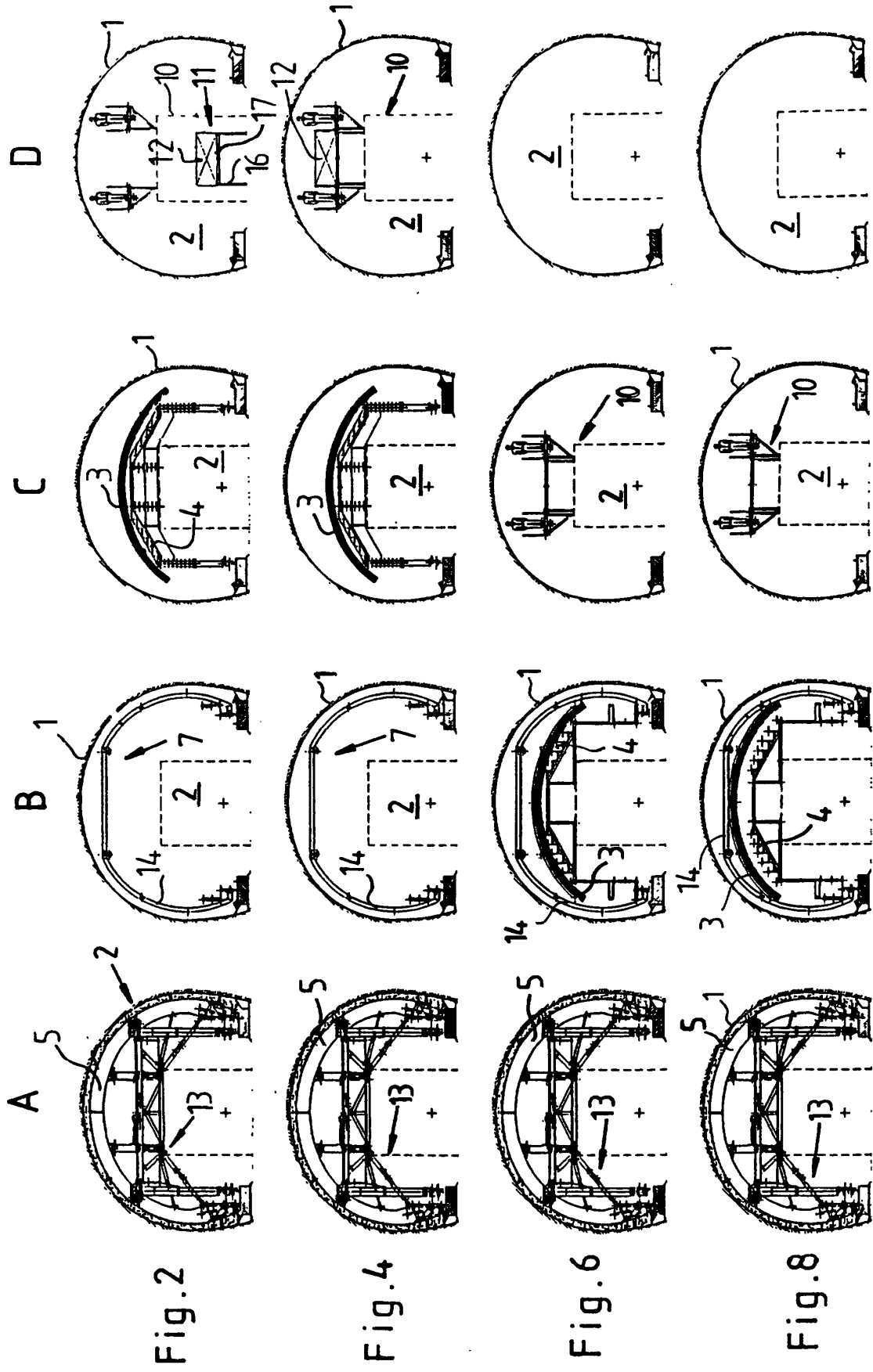
Revendications

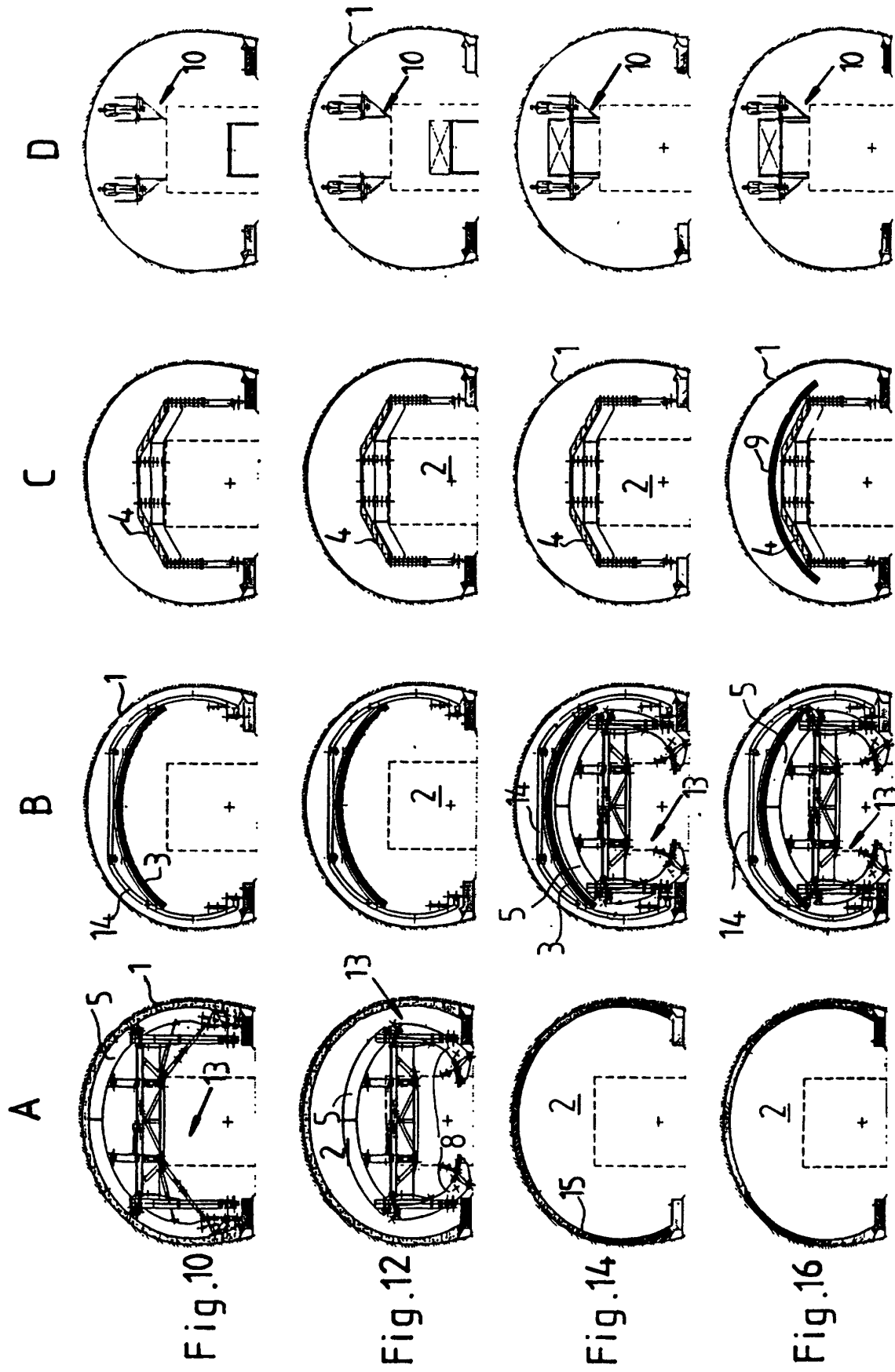
1. Procédé de renforcement d'une voûte (1) d'un tunnel (2),
caractérisé en ce qu'un renforcement (3) est fabriqué, sur un gabarit (4) déplaçable, le renforcement (3) étant ensuite posé sur un coffrage (5), ou une calotte de plafond ou un coffrage remplaçable (6), et le renforcement (3), avec la calotte de plafond (5), étant déplacée à la position de consigne et la voûte (1) étant ensuite bétonnée.
2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que le renforcement (3) est posé sur un coffrage (5) d'un chariot de coffrage, ou un coffrage remplaçable (6) pour ce chariot de coffrage, lequel est ensuite posé sur le chariot de coffrage et, puis, le renforcement (3), est placé à la position de consigne avec la calotte de plafond (5,6).
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce qu'un chariot de service (10) est déplacé, à l'aide d'un dispositif de levage (11), pour transporter du matériau de renforcement (12) au gabarit (4).
4. Procédé selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que le renforcement (3) est soulevé du gabarit (4), à l'aide d'un appareil de placement de renforcement (7), de préférence une grue à portique (14).

5. Procédé selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que le gabarit (4) et la calotte de plafond (5) ou (6) sont déplacés l'un après l'autre sous l'appareil de déplacement de renforcement (7). 5
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce qu'un deuxième renforcement (9) est posé sur le gabarit (4), pendant que la voûte (1) est bétonnée. 10
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce que la calotte de plafond (5) ou (6) est disposée sur un chariot de coffrage (13). 15
8. Procédé selon la revendication 7,
caractérisé en ce que le chariot de coffrage (13) est susceptible d'être grossi et rétréci par rapport à un axe longitudinal du tunnel. 20
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8,
caractérisé en ce que le renforcement (3,9) est déplacé au site auquel le bétonnage est effectué, du gabarit (4) à la calotte de plafond (5). 25
10. Procédé selon la revendication 9,
caractérisé en ce qu'un déroulement répétitif et cyclique s'effectue sensiblement de la façon décrite ci-après : 30
 - a) le matériau de renforcement (12) est placé d'un dispositif de levage (21) du chariot de service (10) à la hauteur du gabarit (4). 30
 - b) Le renforcement (3,9) est fabriqué sur le gabarit (4).
 - c) Le renforcement (3,9) est levé du gabarit (4) à l'aide de l'appareil de déplacement de renforcement (7). 35
 - d) Le chariot de coffrage (13) avec la calotte de plafond (5) est rétréci et déplacé au-dessous de l'appareil de déplacement de renforcement (7) et le renforcement (3,9) est déposé sur la calotte de plafond (5), ou le renforcement (3,9) est déposé sur une calotte de plafond remplaçable (6), qui ensuite est posée sur un chariot de coffrage (13) rétréci, ne comprenant pas de calotte de plafond (5). 40
 - e) Le chariot de coffrage (13) est grossi et la calotte de plafond (5) ou (6), avec le renforcement (9), est amenée à la position de consigne. 45
 - f) D'autres parois de coffrage (8) sont amenées à la position de consigne par rapport à la calotte de plafond (5) ou (6) et un tronçon de tunnel (15) est bétonné. 50

55







A | | B | | C | D

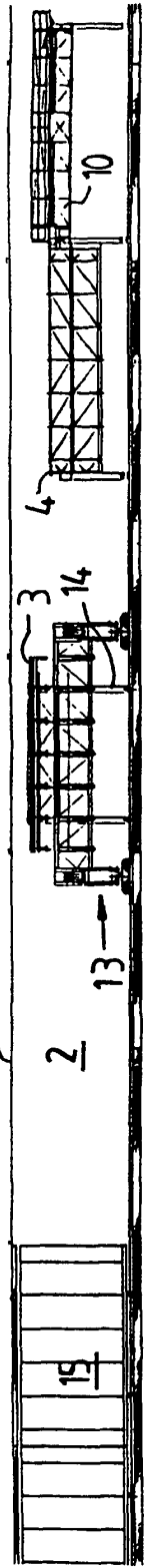


Fig. 13

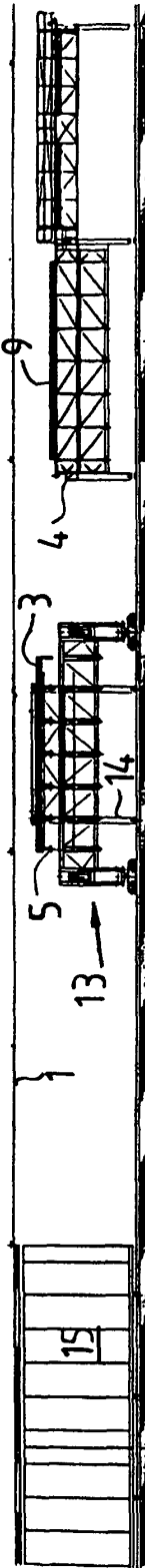


Fig. 15

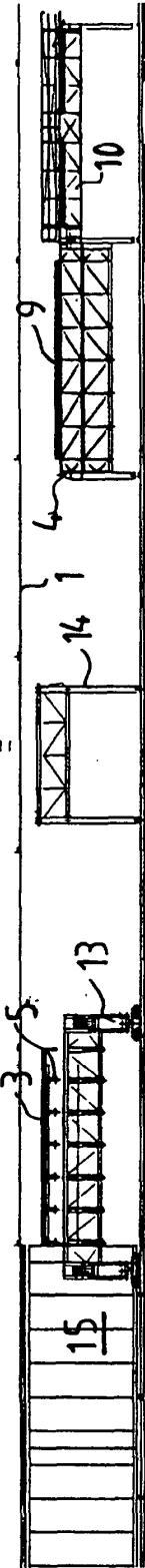


Fig. 17

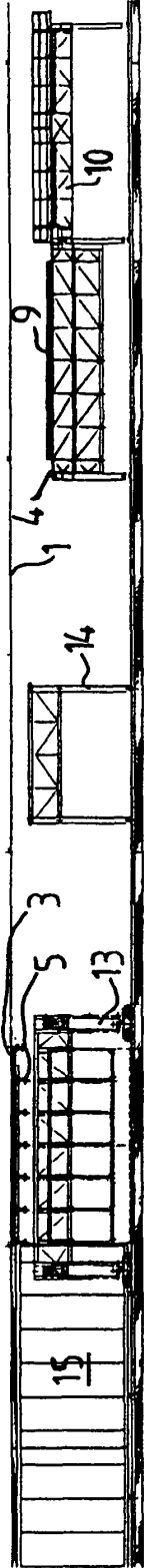


Fig. 19

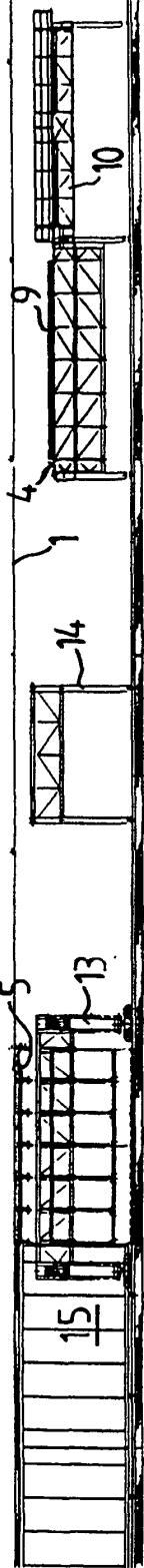


Fig. 21

