

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50469/2021
(22) Anmeldetag: 09.06.2021
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2022

(51) Int. Cl.: **E01D 21/00** (2006.01)
E01D 19/12 (2006.01)
E01D 2/04 (2006.01)
E01D 21/06 (2006.01)
E01D 21/10 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
Dissertation Kerstin Gaßner, Technische Universität Wien. "Ein neues Verfahren zur Herstellung von Brückenfahrbahnplatten aus Fertigteilplatten mit Aufbetonschichten", November 2020, Seiten 1-167. [online], [aufgefunden am 2022-01-18]. Aufgefunden auf <<https://repositum.tuwien.at/handle/20.500.12708/16564>>.
WO 2019090374 A1
DE 2520105 A1
JP 2006169730 A
JP 2004116060 A
EP 3303707 A1
Ernst & Sohn GmbH, Beton- und Stahlbetonbau, Kollegger et al., „Entwicklung und erste Anwendung des Brückenklappverfahren“. Vol. 115, Juli 2020, Seiten 484-494. [online], [aufgefunden am 2022-01-18]. Aufgefunden auf <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/best.202000010>>

(73) Patentinhaber:
Kollegger GmbH
3400 Klosterneuburg (AT)

(72) Erfinder:
Kollegger Johann
3400 Klosterneuburg (AT)
Gaßner Kerstin
3512 Mautern (AT)
Suza Dominik
1180 Wien (AT)
Untermarzoner Franz
1030 Wien (AT)
Rath Michael
2620 Neunkirchen (AT)

(74) Vertreter:
Schwarz & Partner Patentanwälte GmbH
1010 Wien (AT)

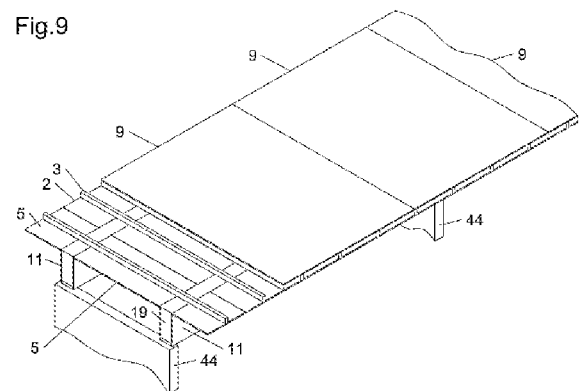
(54) Verfahren zur Herstellung einer Brücke aus Fertigteilträgern und Fahrbahnplattenelementen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauabschnitts einer Brücke (43) aus bewehrtem Beton, wobei das Verfahren zur Herstellung eines Bauabschnitts, dessen Länge näherungsweise dem Abstand zwischen zwei Pfeilern (44) entspricht, folgende Schritte umfasst:

- a- Bereitstellen mindestens eines Fertigteilträgers (11) mit einem trogförmigen Querschnitt, der eine Bodenplatte (13) und zwei Wandplatten (12) aufweist, aus bewehrtem Beton;
- b- Bereitstellen von Fahrbahnplattenelementen (2),
- c- Positionieren des mindestens einen Fertigteilträgers (11) am Einbauort (47) an der Stelle, an der im Bauendzustand der mindestens eine Steg (10) der Brücke (43) angeordnet ist,
- d- Auflegen mindestens eines Fahrbahnplattenelements (2) auf dem mindestens einen Fertigteilträger (11);

- e- Einbringen von Füllbeton (19) in den mindestens einen Fertigteilträger (11) zur Herstellung des mindestens einen Steges (10);
- f- Aufbringen von Aufbeton (9) auf die Fahrbahnplattenelemente (2) zur Herstellung der Fahrbahnplatte (1).

Fig.9



Verfahren zur Herstellung einer Brücke aus Fertigteilträgern und Fahrbahnplattenelementen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Brücke aus bewehrtem Beton oder Spannbeton mit einem Plattenbalkenquerschnitt, der mindestens einen Steg und eine Fahrbahnplatte mit mindestens einer Auskragung aufweist, wobei das Verfahren zur Herstellung eines Bauabschnitts, dessen Länge näherungsweise dem Abstand zwischen zwei Pfeilern entspricht, die Schritte des Bereitstellens mindestens eines Fertigteilträgers mit einem trogförmigen Querschnitt, der eine Bodenplatte und zwei Wandplatten aufweist, aus bewehrtem Beton und des Bereitstellens von Fahrbahnplattenelementen umfasst. Ein solches Verfahren ist aus der Dissertation von Kerstin Gaßner, Technische Universität Wien „Ein neues Verfahren zur Herstellung von Brückenfahrbahnplatten aus Fertigteilplatten mit Aufbetonschichten“ November 2020, Seiten 1-167 bekannt.

Brücken aus bewehrtem Beton oder Spannbeton werden in der Regel mit den endgültigen Querschnitten hergestellt. Bei den Querschnitten werden Plattenquerschnitte, Plattenbalkenquerschnitte und Hohlkastenquerschnitte unterschieden. Eine Querschnittsergänzung nach der Herstellung des Brückenträgers wird bei Betonbrücken mit großen Spannweiten nur selten ausgeführt, weil dadurch die Bauzeit verlängert wird.

In der WO 2019 090374 A1 sind Beispiele für eine Querschnittsergänzung zur Herstellung der Fahrbahnplatte nach der Herstellung des Brückenträgers mit hohlkastenförmigen Querschnitten angegeben. In der Fig. 4 bis Fig. 14 und in der Fig. 39 bis Fig. 44 wird die Herstellung der Fahrbahnplatte nach der Herstellung des Brückenträgers mit dem Brückenklappverfahren gezeigt. In der Fig. 15 bis Fig. 20 und in der Fig. 28 bis Fig. 38 wird die Herstellung der Fahrbahnplatte nach der Herstellung des Brückenträgers mit dem Taktschiebverfahren gezeigt. In der Fig. 21 bis Fig. 25 wird die Herstellung der Fahrbahnplatte nach dem Einheben von zwei Brückenträgern gezeigt. In der Fig. 45 bis Fig. 49 wird die Herstellung der Fahrbahnplatte nach der Herstellung des Brückenträgers mit der Segmentbauweise gezeigt. Bei den in der WO 2019 090374 A1 gezeigten Beispielen wird die Fahrbahnplatte nach der Fertigstellung des Brückenträgers in der endgültigen Lage hergestellt. Diese Vorgehensweise ist nachteilig im Hinblick auf einen schnellen Baufortschritt.

Die JP 2006169730 A zeigt ein Verfahren bei dem zur Herstellung eines Segments Wandplatten aufgestellt werden, eine Bodenplatte aus bewehrtem Beton zwischen den unteren Rändern der Wandplatten ausgebildet wird, die oberen Ränder der Wandplatten durch einen Querträger verbunden werden und auf den Querbalken Fertigteilplatten aufgelegt werden. Nach dem Zusammenfügen der Segmente zu einem Brückenträger wird in der endgültigen Lage ein Aufbeton auf den Fertigteilplatten aufgebracht. Diese Vorgehensweise ist nachteilig im Hinblick auf einen schnellen Baufortschritt.

Die JP 2004116060 A zeigt ein Verfahren zur Herstellung einer Brücke im Freivorbau. Zur Herstellung eines Bauabschnitts werden im ersten Arbeitsschritt die Stege aus Wellstegträgern hergestellt. Im zweiten Arbeitsschritt wird zwischen den Stegen die Bodenplatte am Einbauort hergestellt und auf den Stegen werden Querbalken verlegt. Anschließend werden auf den Querbalken Fertigteilplatten aufgelegt. Im letzten Arbeitsschritt wird auf den Fertigteilplatten ein Aufbeton aufgebracht. Diese Vorgehensweise ist nachteilig im Hinblick auf einen schnellen Baufortschritt.

In der Fig. 14 der EP 3303707 wird die Herstellung der Fahrbahnplatte nach der Herstellung des Brückenträgers gezeigt. Die Herstellung der Fahrbahnplatte erfolgt mit Fertigteilplatten und einer Schicht aus Ortbeton für den Aufbeton. Während der Herstellung des Aufbetons sind die Fertigteilplatten mit Zuggliedern an einem Versetzgerät befestigt. Nachteilig bei diesem Herstellungsverfahren ist, dass das Versetzgerät so lange am Einbauort verweilen muss bis der Aufbeton erhärtet ist. Die Zeitdauer für den Erhärtungsprozess des Aufbetons ist nachteilig für die schnelle Herstellung der Fahrbahnplatte.

In der US 5,425,152 wird ein Verfahren zur Herstellung von Brücken mit dünnwandigen Fertigteilträgern beschrieben. Die trogförmigen oder hutförmigen Fertigteilträger werden am Einbauort nebeneinander so positioniert, dass sie die Schalung für den Ortbeton in den Stegen und für die Fahrbahnplatte bilden. An den Rändern der Brücke sind speziell ausgebildete vorgefertigte Randträger erforderlich. Das Verfüllen der Fertigteilträger mit Füllbeton und das

Aufbringen des Aufbetons zur Herstellung der Fahrbahnplatte kann mit Ortbeton in einem Guss erfolgen. Das Versetzen der Fertigteilträger und das Einbringen des Ortbetons am Einbauort kann in einer kurzen Bauzeit erfolgen. Nachteilig bei diesem Herstellungsverfahren ist der hohe Baustoffverbrauch wegen der zahlreichen Stege in der fertiggestellten Brücke (siehe z.B. Fig. 2 der US 5,425,152). Wegen des hohen Verbrauchs an Baustoffen ist dieses Verfahren nur zur Herstellung von Brücken mit kleinen Spannweiten geeignet.

Ein weiteres Verfahren zur Herstellung von Brücken mit dünnwandigen Fertigteilträgern wird in der KR 1020100074742 A gezeigt. Dünnwandige, trogförmige Fertigteilträger werden am Einbauort nebeneinander platziert und mit Füllbeton verfüllt. Die Fahrbahnplatte wird anschließend auf und zwischen den Fertigteilträgern in einer konventionellen Bauweise mit Ortbeton hergestellt. Zur Herstellung der Fahrbahnplatte sind am Einbauort Schalungs- und Bewehrungsarbeiten erforderlich, die nachteilig für einen schnellen Baufortschritt sind.

Die Herstellung der Fahrbahnplatte mit vorgefertigten Fahrbahnplattenelementen und einem Aufbeton aus Ortbeton nach der Herstellung der Brückenträger mit hohlkastenförmigen Querschnitten oder nach der Herstellung der Stege von Brücken mit Plattenbalkenquerschnitten wird in der DE 2520105 A1 in den Fig. 9 bis Fig. 11, Fig. 13, Fig. 15 bis Fig. 19 und Fig. 21 gezeigt. Die Brückenträger können vorab mit einer Schalung, einem Traggerüst und Ortbeton oder als Fertigteilträger hergestellt werden. In der Fig. 18 und der Fig. 19 werden Beispiele von Plattenbalkenquerschnitten mit Stegen aus Fertigteilträgern gezeigt. Fertigteilträger können auf der Baustelle am Einbauort schnell versetzt werden. Brücken mit Fertigteilträgern, die die endgültigen Querschnittsabmessungen aufweisen, können wegen des Transports der Fertigteilträger auf der Straße und der damit verbundenen Beschränkungen des zulässigen Transportgewichts nur mit kleinen Spannweiten wirtschaftlich hergestellt werden. Darüber hinaus weisen sie einen hohen Baustoffverbrauch auf, weil die nebeneinander verlegten Fertigteilträger zu einer hohen Anzahl von Stegen im Querschnitt führen und die Pfeiler breite Querträger zur Auflagerung der Fertigteilträger aufweisen müssen.

In der Fig. 20 der DE 2520105 A1 wird ein Beispiel gezeigt, bei dem ein vorgefertigtes Fahrbahnplattenelement auf einer Schalung zur Herstellung einer Brücke mit einem einsteigigen Plattenbalkenquerschnitt aufgelegt wird. Bei diesem Beispiel kann der Ortbeton zur Herstellung des Steges und der Fahrbahnplatte in einem Arbeitsschritt eingebracht werden. Nachteilig bei diesem Beispiel ist, dass der Steg mit einer Schalung und einem Traggerüst am Einbauort hergestellt wird. Der Aufbau des Traggerüsts, die Herstellung der Schalung und insbesondere der Einbau der Bewehrung am Einbauort sind zeitaufwändige Arbeitsschritte, die einen langsamen Baufortschritt mit einer Zeitspanne von zwei bis drei Wochen zur Herstellung eines Felds einer Brücke bedingen.

In der DE 2520105 A1 ist auf Seite 4 angegeben, dass die Querbalken „so niedrig gehalten werden, dass noch reichlich Ortbeton mit entsprechender Bewehrung darüber aufgebracht werden kann“. In der Fig. 1 und der Fig. 3 der DE 2520105 A1 weisen die Oberseiten der Querbalken einen Abstand von der Oberseite der Fahrbahnplatte auf, der an der Stelle mit der größten Höhe der Querbalken ungefähr einem Drittel der Höhe der Fahrbahnplatte im endgültigen Zustand entspricht.

Die Herstellung der Fahrbahnplatte mit vorgefertigten Fahrbahnplattenelementen und einem Aufbeton aus Ortbeton nach der Herstellung der Brückenträger mit hohlkastenförmigen Querschnitten wird auch in der AT 28563 B gezeigt. Wenn die Brückenträger am Einbauort hergestellt werden, ist wegen der Rüstungs-, Schalungs-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten am Einbauort kein schneller Baufortschritt für einen Bauabschnitt der Brücke möglich. Wenn die Brückenträger als Fertigteilträger angeliefert werden und am Einbauort mit Kränen versetzt werden, ist wegen des Transports der Fertigteilträger auf der Straße und der damit

verbundenen Beschränkungen des zulässigen Transportgewichts und der zulässigen Abmessungen der Breite, der Höhe und der Länge nur die Herstellung von Brücken mit kleinen Spannweiten möglich.

In den Zeilen 40 bis 42 auf Seite 2 der Beschreibung der AT 285663 B ist angegeben, dass die Höhe der Querbalken kleiner ist als die Dicke der Fahrbahnplatte, so dass im Aufbeton über den Querbalken die Längsbewehrung und die Querbewehrung verlegt werden können. Üblicherweise wird in einer Fahrbahnplatte aus bewehrtem Beton die obere Querbewehrung in der ersten Lage von oben und die obere Längsbewehrung in der zweiten Lage von oben verlegt. Der Abstand zwischen der Oberseite der Fahrbahnplatte und der Oberseite der Querbalken ist deshalb mindestens gleich der Summe aus der Betonüberdeckung zur oberen Querbewehrung, dem Durchmesser der oberen Querbewehrung, dem Durchmesser der oberen Längsbewehrung und dem gemäß Eurocode 2 erforderlichen Abstand zwischen der oberen Längsbewehrung und der Oberseite des Betonbalkens.

Die Herstellung der Fahrbahnplatte mit vorgefertigten Fahrbahnplattenelementen und einem Aufbeton aus Ortbeton nach der Herstellung der Brückenträger mit hohlkastenförmigen Querschnitten wird auch in der EP 1780338 A1 gezeigt. Wenn die Brückenträger am Einbauort hergestellt werden, ist wegen der Rüstungs-, Schalungs-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten am Einbauort kein schneller Baufortschritt für einen Bauabschnitt der Brücke möglich. Wenn die Brückenträger als Fertigteilträger angeliefert werden und am Einbauort mit Kränen versetzt werden, ist wegen des Transports der Fertigteilträger auf der Straße und der damit verbundenen Beschränkungen des zulässigen Transportgewichts und der zulässigen Abmessungen der Breite, der Höhe und der Länge nur die Herstellung von Brücken mit kleiner Spannweiten möglich.

Das Aufbringen des Aufbetons auf den Fahrbahnplattenelementen wird in der EP 1780338 A1 nicht gezeigt. Der Abstand zwischen der Oberseite der Fahrbahnplatte und der Oberseite der Querbalken ist mindestens gleich groß wie bei dem in der AT 285663 B beschriebenen Fahrbahnplattenelement,

Die in der DE 2520105 A1, der AT 285663 B und der EP 1780338 A1 beschriebenen Fahrbahnplattenelementen weisen einen großen Abstand zwischen der Oberseite der Fahrbahnplatte und der Oberseite der Querbalken auf. Ein großer Abstand zwischen der Oberseite der Querbalken und der Oberseite der Fahrbahnplatte im Endzustand bedeutet, dass die Querbalken nur eine geringe Höhe aufweisen. Das ist nachteilig beim Aufbringen des Aufbetons aus Ortbeton auf den Fahrbahnplattenelementen, weil das geringe Biegetragvermögen der Querbalken nur die Herstellung von kleineren Auskragungen der Fahrbahnplatte ermöglicht.

Um das Eigengewicht der Fertigteilträger zu reduzieren, sind trogförmige Fertigteilträger entwickelt worden, bei denen nach der Positionierung der Fertigteilträger in der endgültigen Lage am Einbauort eine Querschnittsergänzung mit Füllbeton ausgeführt wird. Eine Reduktion des Eigengewichts der Fertigteilträger ermöglicht den Transport und das Versetzen von längeren Fertigteilträgern und damit die Herstellung von Brücken mit größeren Spannweiten.

Die Errichtung einer Brücke aus dünnwandigen Fertigteilträgern mit trogförmigem Querschnitt ist in der Veröffentlichung von Johann Kollegger et al. in der Zeitschrift „Beton- und Stahlbetonbau“, Vol. 115, 2020, Seiten 484 bis 493 beschrieben. Die trogförmigen Fertigteilträger weisen einen Querschnitt, der aus zwei Wandplatten und einer Bodenplatte besteht, auf. In der Nähe der oberen Ränder der Wandplatten sind an den in den Wandplatten angeordneten Gitterträgern Bewehrungsstäbe angeschweißt. Die Verbindung der Wandplatten durch die Bewehrungsstäbe trägt zu einer Aussteifung des trogförmigen Querschnitts bei. Zusätzlich ist auf diesen Bewehrungsstäben ein Verband, der ebenfalls aus

Bewehrungsstäben besteht, angeschweißt. Die dünnwandigen Fertigteilträger werden gemäß dem in der DE 10 2006 039551 beschriebenen Bauverfahren in vertikaler Lage montiert und durch einen Klappvorgang in eine horizontale Lage gebracht. Anschließend wird entlang der Fertigteilträger ein Arbeitsgerüst mit einer Absturzsicherung angebracht, um ein sicheres Einbringen des Füllbetons zu ermöglichen (siehe Bild 14 in der o.a. Veröffentlichung von Johann Kollegger et. al.). Nach dem Erhärten des Füllbetons kann das Arbeitsgerüst wieder entfernt werden. Zur Herstellung der Brücke mit einem zweistegigen Plattenbalken sind die o.a. Arbeitsschritte zur Herstellung des zweiten Steges zu wiederholen. Anschließend wird auf den beiden Stegen die Fahrbahnplatte mit einem Schalwagen hergestellt. Nachteilig bei diesem Bauverfahren ist, dass zuerst der eine Steg und erst anschließend der zweite Steg hergestellt wird und dass erst nach der Herstellung der beiden Stege die Fahrbahnplatte hergestellt wird. Durch die konsekutive Abfolge der Arbeitsschritte wird die Bauzeit verlängert. Nachteilig ist darüber hinaus, dass zur Herstellung eines Steges ein Arbeitsgerüst aufgebaut werden muss.

In der DE 2203126 wird ein Verfahren zur Herstellung von Brücken mit einem Plattenbalkenquerschnitt gezeigt. Die Stege werden aus dünnwandigen Fertigteilträgern hergestellt und vorgespannt. Am Einbauort wird in die Fertigteilträger ein Füllbeton eingebracht. Die Fahrbahnplatte wird entweder mit Fertigteilplatten und Aufbeton (siehe Fig. 1 der DE 2203126) oder unter Verwendung einer Schalung (siehe die Zeilen 1 bis 5 der Spalte 3 in der DE 2203126) hergestellt. Zur Auflagerung der Fertigteilplatten oder der Schalung ist ein Traggerüst erforderlich. Das Traggerüst kann erst entfernt werden, wenn der Ort beton der Fahrbahnplatte erhärtet ist. Deswegen kann mit dem in der DE 2203126 beschriebenen Verfahren kein schneller Baufortschritt erzielt werden.

Ein Träger mit trogförmigem Querschnitt wird auch in der Fig. 13 der WO 2016 037864 gezeigt. Die Wandplatten des Trägers werden durch die beiden Platten einer Doppelwand gebildet. In der Nähe der oberen Ränder der Wandplatte ist ein Verbindungselement, das aus einem Stahlprofil mit winkelförmigem Querschnitt besteht, angeordnet. Dieses Verbindungselement dient zur Aufnahme des Betonierdrucks beim Einbringen des Füllbetons in den aus dünnwandigen Platten bestehenden Träger. Darüber hinaus dient dieses Verbindungselement zur Aussteifung des trogförmigen Querschnitts während der Transport- und Montagevorgänge.

Auch in der WO 2019 090374 A1 wird in der Fig. 1 ein Fertigteilträger mit trogförmigem Querschnitt gezeigt. Der Fertigteilträger weist zwei Wandplatten mit einer Dicke von jeweils 50 mm und eine Bodenplatte mit einer Dicke von 200 mm auf.

Es ist bekannt, dass Fertigteilträger mit einem trogförmigen Querschnitt wegen des tief liegenden Schwerpunkts ein kleines Widerstandsmoment an der Oberseite des Querschnitts aufweisen. Das ist nachteilig, weil die in den Bauzuständen auftretenden Biegebeanspruchungen dadurch zu hohen Spannungen an der Oberseite des Querschnitts führen.

Zusammenfassend kann in Bezug auf die bekannten Verfahren zur Herstellung von Brücken aus bewehrtem Beton oder Spannbeton mit einem Plattenbalkenquerschnitt Folgendes festgestellt werden:

Brücken, bei denen die Fertigteilträger direkt nebeneinander angeordnet werden (Fig. 2 der US 5,425,152 und Fig. 18 und Fig. 19 der DE 2520105 A1) oder die in einem geringen Abstand zueinander angeordnet werden (Fig. 5 der KR 1020100074742 A und Fig. 1B der US 5,425,152) sind nur für kleine Spannweiten geeignet, weil die zahlreichen nebeneinander verlegten Fertigteilträger und die zur Auflagerung der Fertigteilträger bei den Pfeilern erforderlichen Querträger einen hohen Ressourcenverbrauch und damit hohe Baustoffkosten bewirken.

Brücken, bei denen die Fahrbahnplatte am Einbauort unter Verwendung von Fertigteilplatten und einem Traggerüst (Fig. 1 der DE 22031126) oder unter Verwendung einer Schalung und einem Traggerüst (Zeilen 1 bis 5 der Spalten 3 der DE 22031126 und KR 1020100074742 A) hergestellt wird, erfordern eine lange Bauzeit zur Herstellung der Fahrbahnplatte.

Brücken, bei denen die Fahrbahnplatte wegen der Verwendung von vorgefertigten, selbsttragenden Fahrbahnplattenelementen schnell hergestellt werden kann, weisen entweder eine lange Bauzeit zur Herstellung der Stege bzw. der Brückenträger auf, wenn diese am Einbauort mit einer Schalung und einem Traggerüst hergestellt werden (Fig. 9, Fig. 10 und Fig. 20 der DE 2520105 A1, Fig. 2 der EP 1780338 A1 und Fig. 6 der AT 285 663 B) oder sind wegen des Transportgewichts der massiven Stege bzw. der Brückenträger, wenn diese als Fertigteilträger hergestellt werden (Fig. 9 und Fig. 10 des DE 2520105 A1, Fig. 2 der EP 1780338 A1 und Fig. 6 der AT 285 663 B), auf kleine Spannweiten beschränkt.

Es ist somit Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung einer Brücke mit einem Plattenbalkenquerschnitt aus bewehrtem Beton oder Spannbeton zu schaffen, das für größere Spannweiten als bei den bekannten Verfahren mit Fertigteilträgern, die in geringen Abständen nebeneinander angeordnet werden und/oder die bereits bei dem Einheben die endgültigen Querschnittsabmessungen aufweisen, geeignet ist und das einen schnelleren Baufortschritt als bei den bekannten Verfahren für größeren Spannweiten ermöglicht.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Fahrbahnplattenelement zu schaffen, das eine größere Biegesteifigkeit und ein höheres Tragvermögen in Querrichtung aufweist als die bekannten Ausführungsformen.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Fertigteilträger mit trogförmigem Querschnitt zu schaffen, der eine größere Biegesteifigkeit und ein höheres Tragvermögen aufweist als die bekannten Ausführungsformen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Bauabschnitts einer Brücke aus bewehrtem Beton oder Spannbeton mit einem Plattenbalkenquerschnitt, der mindestens einen Steg und eine Fahrbahnplatte mit mindestens einer Auskragung aufweist, umfasst zur Herstellung eines Bauabschnitts, dessen Länge näherungsweise dem Abstand zwischen zwei Pfeilern entspricht, folgende Schritte:

- a- Bereitstellen mindestens eines Fertigteilträgers mit einem trogförmigen Querschnitt, der eine Bodenplatte und zwei Wandplatten aufweist, aus bewehrtem Beton;
- b- Bereitstellen von Fahrbahnplattenelementen,
 - wobei ein Fahrbahnplattenelement mindestens zwei Platten und mindestens einen Querbalken aufweist;
 - wobei die Platten aus bewehrtem Beton oder Spannbeton hergestellt sind;
 - wobei der mindestens eine Querbalken aus bewehrtem Beton, Spannbeton oder Baustahl hergestellt ist;
 - wobei die Platten im Grundriss mit vier Eckpunkten ausgebildet sind;
 - wobei die mindestens zwei Platten durch den mindestens einen Querbalken verbunden sind;
 - wobei der mindestens eine Querbalken im Grundriss unter einem Winkel von 70° bis 90° zu der Längsachse der Brücke angeordnet ist;
 - wobei der mindestens eine Querbalken mit einer Höhe hergestellt ist, so dass die größte Höhe des Querbalkens größer ist als die größte Dicke der mindestens zwei Platten;
 - wobei zwei gegenüberliegende Ränder von einer Platte unter einem Winkel von 70° bis 90° zu der Längsachse der Brücke angeordnet sind;

- wobei die zwei übrigen gegenüberliegenden Ränder von jeder Platte unter einem Winkel von 0° bis 20° zu der Längsachse der Brücke angeordnet sind; und
- wobei mindestens ein Rand einer ersten Platte und ein Rand einer zweiten Platte einen Abstand zueinander aufweisen, der näherungsweise der Breite an der Oberseite des mindestens einen Fertigteilträgers entspricht, wobei die Ränder unter einem Winkel von 0° bis 20° zu der Längsachse der Brücke angeordnet sind;
- c- Positionieren des mindestens einen Fertigteilträgers am Einbauort an der Stelle, an der im Bauendzustand der mindestens eine Steg der Brücke angeordnet ist,
- d- Auflegen mindestens eines Fahrbahnplattenelements und vorzugsweise der gesamten Fahrbahnplattenelemente für einen Bauabschnitt auf dem mindestens einen Fertigteilträger;
- e- Einbringen von Füllbeton in den mindestens einen Fertigteilträger zur Herstellung des mindestens einen Steges;
- f- Aufbringen von Aufbeton auf die Fahrbahnplattenelemente zur Herstellung der Fahrbahnplatte; und
- g- gegebenenfalls Wiederholen der in a bis f beschriebenen Arbeitsschritte zur Herstellung eines weiteren Bauabschnitts der Brücke.

Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren für den Bauabschnitt zeichnet sich dadurch aus, dass der Steg und die Fahrbahnplatte im Wesentlichen gleichzeitig hergestellt werden, d.h. zuerst werden der Fertigteilträger und die Fahrbahnplattenelemente positioniert und erst danach werden der Füllbeton eingebracht bzw. der Aufbeton aufgebracht. Dadurch wird das Herstellungsverfahren wesentlich beschleunigt, denn es muss nicht gewartet werden, bis der Steg vollständig hergestellt (und dessen Füllbeton ausgehärtet) ist, bevor mit dem Aufsetzen der Fahrbahnplatte bzw. der Fahrbahnplattenelemente fortgefahren werden kann.

Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren erzielt dadurch einen wesentlichen Vorteil gegenüber den bekannten Herstellungsverfahren, wie auch gegenüber der WO 2019 090374 A1 oder gegenüber der DE 2520105 oder einer fiktiven Zusammenschau dieser Herstellungsverfahren, bei denen zuerst der Steg fertig hergestellt wird, und erst anschließend mit der Herstellung der Fahrbahnplatte fortgefahren wird. Überdies ergeben sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Vorteile, dass die Fahrbahnplattenelemente beim Einbringen des Füllbetons als Arbeitsfläche benutzt werden können und dass die Fahrbahnelemente bereits versetzt werden können, bevor Zugglieder zwischen den Fertigteilträgern und einem Versatzgerät montiert werden, wie unten in der Figurenbeschreibung genauer erläutert wird.

In einer ersten bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren die folgenden Schritte:

- a- Bereitstellen des mindestens einen Fertigteilträgers mit einem trogförmigen Querschnitt;
- b- Transportieren des mindestens einen Fertigteilträgers durch ein Versetzgerät von einem Übergabepplatz zum Einbauort;
- c- Positionieren des mindestens einen Fertigteilträgers am Einbauort mit Hilfe des Versetzgeräts an der Stelle, an der im Bauendzustand der mindestens eine Steg der Brücke angeordnet ist;
- d- Auflegen der Fahrbahnplattenelemente auf dem mindestens einen Fertigteilträger;
- e- Einbringen von Füllbeton zur Herstellung des mindestens einen Steges in den mindestens einen Fertigteilträger am Einbauort;
- f- Aufbringen von Aufbeton zur Herstellung der Fahrbahnplatte auf die Fahrbahnplattenelemente und

- g- Wegbewegen des Versetzgeräts vom Einbauort und gegebenenfalls Verbringen des Versetzgeräts zum Übergabeplatz, um dort mindestens einen weiteren Fertigteilträger für einen Bauabschnitt der Brücke aufzunehmen.

In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren die folgenden Schritte:

- a- Bereitstellen des mindestens einen Fertigteilträgers mit einem trogförmigen Querschnitt;
- b- Transportieren des mindestens einen Fertigteilträgers zu einem Übergabeplatz, wobei der Fertigteilträger mit Hilfe eines Krans angehoben und an dem Einbauort an der Stelle positioniert wird, an der im Bauendzustand der mindestens eine Steg der Brücke angeordnet ist;
- c- Auflegen von Fahrbahnplattenelementen auf dem mindestens einen Fertigteilträger;
- d- Einbringen von Füllbeton zur Herstellung des mindestens einen Steges in den mindestens einen Fertigteilträger am Einbauort;
- e- Aufbringen von Aufbeton zur Herstellung der Fahrbahnplatte auf die Fahrbahnplattenelemente und
- f- Wegbewegen des Krans vom Einbauort und gegebenenfalls Verbringen des Krans in das angrenzende Feld, um dort mindestens einen weiteren Fertigteilträger für den nächsten Bauabschnitt der Brücke anzuheben.

In einer dritten bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren die folgenden Schritte:

- a- Bereitstellen des Fertigteilträgers mit einem trogförmigen Querschnitt;
- b- Transportieren mindestens eines ersten Fertigteilträgers zu einem Übergabeplatz;
- c- Auflegen von Fahrbahnplattenelementen auf dem mindestens einen ersten Fertigteilträger und kraftschlüssiges Verbinden der Fahrbahnplattenelemente mit dem mindestens einen ersten Fertigteilträger;
- d- Verschieben des mindestens einen ersten Fertigteilträgers und der Fahrbahnplattenelemente durch eine Verschiebeinrichtung vom Übergabeplatz in Längsrichtung der Brücke in Richtung der endgültigen Position des mindestens einen ersten Fertigteilträgers, bis der mindestens eine erste Fertigteilträger den Übergabeplatz verlassen hat;
- e- kraftschlüssiges Verbinden mindestens eines weiteren Fertigteilträgers am Übergabeplatz mit dem mindestens einen ersten Fertigteilträger;
- f- Auflegen von Fahrbahnplattenelementen auf dem mindestens einen weiteren Fertigteilträger und Verbinden der Fahrbahnplattenelemente mit dem mindestens einen weiteren Fertigteilträger;
- g- Verschieben des mindestens einen ersten Fertigteilträgers, des mindestens einen weiteren Fertigteilträgers und der mit den Fertigteilträgern verbundenen Fahrbahnplattenelemente durch eine Verschiebeinrichtung in Längsrichtung der Brücke in Richtung der endgültigen Position der Fertigteilträger, bis der mindestens eine weitere Fertigteilträger den Übergabeplatz verlassen hat;
- h- Wiederholen der Arbeitsschritte e bis g so oft, bis der mindestens eine erste Fertigteilträger seine endgültige Position erreicht hat;
- i- Einbringen von Füllbeton in die Fertigteilträger anschließend zur Herstellung des mindestens einen Steges; und
- j- Aufbringen von Aufbeton zur Herstellung der Fahrbahnplatte auf die Fahrbahnplattenelemente.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Fertigteilträger am Übergabepplatz oder am Einbauort aus Teilstücken zusammengesetzt. In die Fugen zwischen den Teilstücken kann ein Vergussmörtel eingebracht werden. Durch das Anspannen von Spanngliedern werden die Teilstücke kraftschlüssig miteinander verbunden. Das Anliefern von Teilstücken kann vorteilhaft sein, wenn auf den Zufahrtswegen zu einer Brücke Beschränkungen im Hinblick auf das Gewicht oder die Länge der Fertigteilträger vorliegen. Das Anliefern von Teilstücken kann auch erforderlich sein, wenn in einem Fertigteilwerk die vorhandenen Krankapazitäten nicht für das Anheben eines Fertigteilträgers ausreichen.

Beim Einbringen des Füllbetons oder beim Aufbringen des Aufbetons kann es vorteilhaft sein, wenn ein Fertigteilträger unterstützt wird, damit nicht das gesamte Gewicht der Querschnittsergänzung vom Fertigteilträger über eine Biegetragwirkung abgetragen werden muss. Die Unterstützung kann durch die Auflagerung auf mindestens einem Traggerüst oder auf einer Vorschubrüstung erfolgen. Alternativ könnte ein Teil der Eigengewichtslasten durch mindestens ein Zugglied, das an einem Versetzgerät oder an einem Pylon befestigt wird, aufgenommen werden. Die Herstellung von mindestens einem Obergurt in einem Fertigteilträger mit trogförmigem Querschnitt ist eine preiswerte und wirkungsvolle Methode, um das Widerstandsmoment an der Oberseite des Querschnitts zu erhöhen. Der mindestens eine Obergurt kann zwischen den Wandplatten in dem von der Bodenplatte entfernten Bereich hergestellt werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können auch zwei Obergurte aus bewehrtem Beton ausgebildet werden. Diese Obergurte können an die Wandplatten in dem von der Bodenplatte entfernten Bereich mit Anschlussbewehrung befestigt werden. Ein Obergurt kann entweder auf der Innenseite des trogförmigen Querschnitts zwischen den beiden Wandplatten oder auf der Außenseite hergestellt werden.

Die Querkraftbewehrung zwischen einem Obergurt und der Bodenplatte kann entweder durch eine Wandplatte, wenn der Obergurt mit der Wandplatte verbunden wird, oder durch ein Fachwerk, das zwischen dem Obergurt und der Bodenplatte eingebaut wird, erfolgen. Der Obergurt und/oder die Stäbe des Fachwerks können aus bewehrtem Beton, aus Spannbeton, aus Bewehrungsstäben oder aus Baustahl hergestellt werden.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können Fertigteilträger verwendet werden, die in ihren Endbereichen eine größere Breite und/oder größere Höhe als im mittleren Bereich aufweisen. Die Herstellung einer Brücke mit derartigen Fertigteilträgern ist vorteilhaft, weil dadurch im Bereich der Pfeiler, wo im Endzustand große negative Biegemomente auftreten, eine größere Breite und/oder Höhe der Stege zur Aufnahme der Druckspannungen im Beton an der Unterseite der Brücke zur Verfügung steht.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Möglichkeit einen Bauabschnitt einer Brücke sehr schnell herstellen zu können. Es ist bekannt, dass die Verlegearbeiten für die Bewehrung zeitaufwändig sind. Deshalb muss danach getrachtet werden, die Verlegearbeiten für die Bewehrung am Einbauort zu minimieren. Vorteilhaft wird deshalb die obere Längsbewehrung der Fahrbahnplatte in der ersten Lage von oben und die obere Querbewehrung der Fahrbahnplatte in der zweiten Lage von oben angeordnet. In diesem Fall ist es möglich, die obere Querbewehrung bereits im Fertigteilwerk in die Fahrbahnplattenelemente einzubauen.

Wenn die obere Querbewehrung der Fahrbahnplatte in der zweiten Lage von oben angeordnet wird, kann es vorteilhaft sein, diese Bewehrung in einem Querbalken so einzubetten, dass ein Teil der Bewehrung aus dem Querbalken herausragt. Dies hat den Vorteil, dass die Querbewehrung im Querbalken sehr hoch angeordnet ist, was günstig für

den inneren Hebelarm bei der Abtragung der Biegemomente ist, und dass die Querbewehrung als Auflager für die in der ersten Lage von oben verlegte obere Längsbewehrung verwendet werden kann. Der Abstand a zwischen der Oberseite des mindestens einen eingebetteten Bewehrungsstabes der Querbewehrung und der oberen Betonoberfläche des mindestens einen Querbalkens kann mindestens ein Zehntel und maximal zwei Drittel und vorzugsweise die Hälfte des Durchmessers des Bewehrungsstabes betragen.

Besonders vorteilhaft wird es sein, wenn ein Querbalken an mindestens einer Stelle, vorzugsweise entlang seiner gesamten Längserstreckung, so hoch ausgebildet wird, dass der Abstand b zwischen der Oberseite der Fahrbahnplatte und der Oberseite des Querbalkens kleiner als die Summe aus der Betonüberdeckung zur oberen Längsbewehrung, dem Durchmesser der oberen Längsbewehrung und von zwei Dritteln des Durchmessers der oberen Querbewehrung der Fahrbahnplatte ist.

Zur Überdrückung der Zugspannungen, die infolge von negativen Momenten im Bereich der Pfeiler an der Oberseite der Fahrbahnplatte auftreten werden, kann es vorteilhaft sein, in der Fahrbahnplatte Spannglieder, die in Längsrichtung der Brücke angeordnet werden, einzulegen. Wenn die Verankerungen dieser Spannglieder in den Querbalken der Fahrbahnplattenelemente angeordnet werden, kann das Vorspannen der Spannglieder vorteilhaft bei einer geringen Festigkeit des Aufbetons, das bedeutet nach einer kurzen Zeit nach der Herstellung des Aufbetons, erfolgen.

Vorteilhaft wird auf der Oberseite von einer Wandplatte oder einem Obergurt ein Dichtstreifen aufgelegt. Als Dichtstreifen ist beispielweise ein Elastomerstreifen mit einer Breite von 30 mm und einer Höhe von 20 mm geeignet. Mit diesem Dichtstreifen kann der planmäßige Spalt zwischen der Oberseite der Wandplatten oder der Obergurte und den Unterseiten der Platten der Fahrbahnplattenelemente abgedichtet werden, damit beim Einbringen des Füllbetons oder beim Aufbringen des Aufbetons kein Beton seitlich austreten kann.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann es vorteilhaft sein, die Fuge zwischen zwei in Längsrichtung der Brücke hintereinander angeordneten Fertigteilträgern in einem Abstand von weniger als drei Metern von der Achse eines Pfeilers anzuordnen und die beiden Fertigteilträger durch eine in den Bodenplatten oder in einem Abstand von weniger als einem halben Meter über den Bodenplatten angeordnete Druckbewehrung, die die Fuge zwischen den beiden Fertigteilträgern kreuzt, miteinander zu koppeln.

Bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung einer Brücke kann es vorteilhaft sein, wenn zwei Fertigteilträger durch einen Querträger miteinander verbunden werden.

Zur Aufnahme des Betonierdrucks beim Einbringen des Füllbetons in einen Fertigteilträger kann es vorteilhaft sein, wenn gegenüberliegende Punkte von den Wandplatten durch ein Verbindungselement miteinander verbunden werden. Als Verbindungselemente können Bewehrungsstäbe, die an eine aus den Wandplatten herausstehende Bewehrung angeschweißt werden und Kabelbinder aus Stahl oder Kunststoff verwendet werden. Es wäre möglich, dass, ähnlich wie bei der Herstellung einer Doppelwand, ein Verbindungselement in der ersten Wandplatte einbetoniert wird und unmittelbar nach der Herstellung der zweiten Wandplatte in den Frischbeton der zweiten Wandplatte eingetaucht wird.

Zur Reduktion des Gewichts eines Steges im Bereich der Feldmitte kann es vorteilhaft sein, Verdrängungskörper in einem Fertigteilträger einzubauen.

Zur Vergrößerung der Biegesteifigkeit des mindestens einen Fertigteilträgers kann es vorteilhaft sein, wenn nach dem Auflegen der Fahrbahnplattenelemente auf den Fertigteilträgern die Fahrbahnplattenelemente mit den Fertigteilträgern kraftschlüssig verbunden werden. Eine kraftschlüssige Verbindung kann durch Anschlussbewehrung und Vergussmörtel oder durch Stahleinbauteile und Schraubenverbindungen bzw. Schweißverbindungen hergestellt werden.

Erfindungsgemäß kann somit ein Bauabschnitt einer Brücke aus bewehrtem Beton oder Spannbeton mit einem Plattenbalkenquerschnitt geschaffen werden, der mindestens einen Steg und eine Fahrbahnplatte mit mindestens einer Auskragung aufweist, wobei in dem Bauabschnitt mindestens ein Fertigteilträger mit trogförmigem Querschnitt, Fahrbahnplattenelemente, Füllbeton und Aufbeton eingebaut sind.

In einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Fertigteilträger geschaffen, bei dem neben den Wandplatten in dem von der Bodenplatte entfernten Bereich mindestens ein Obergurt angeordnet ist. Im Übrigen kann dieser Fertigteilträger alle Merkmale aufweisen, die für den Fertigteilträger des oben beschriebenen Herstellungsverfahrens für den Bauabschnitt vorgesehen werden, wobei der Fertigteilträger aber auch in anderen Bauabschnitt-Herstellungsverfahren zum Einsatz kommen könnte.

In einem dritten Aspekt der Erfindung wird ein Fahrbahnplattenelement geschaffen, bei dem der Abstand zwischen der Oberseite eines Querbalkens von der Oberseite der Fahrbahnplatte an mindestens einer Stelle und vorzugsweise entlang der gesamten Längserstreckung des Querbalkens kleiner als die Summe aus der Betonüberdeckung zur oberen Längsbewehrung und dem Durchmesser der oberen Längsbewehrung. Im Übrigen kann dieses Fahrbahnplattenelement alle Merkmale aufweisen, die für das Fahrbahnplattenelement des oben beschriebenen Herstellungsverfahrens für den Bauabschnitt vorgesehen werden, wobei das Fahrbahnplattenelement aber auch in anderen Bauabschnitt-Herstellungsverfahren zum Einsatz kommen könnte.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den nachstehenden Erläuterungen von in den Zeichnungen Fig. 1 bis Fig. 50 schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 einen Schnitt durch einen Brückenträger mit trogförmigem Querschnitt, die Spannungen infolge Eigengewicht und die Spannungen infolge einer Kombination von Eigengewicht und Vorspannung;
- Fig. 2 einen Schnitt durch einen Brückenträger mit hohlkastenförmigem Querschnitt, die Spannungen infolge Eigengewicht und die Spannungen infolge einer Kombination von Eigengewicht und Vorspannung;
- Fig. 3 einen Schnitt durch einen mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Brückenträger, die Spannungen infolge Eigengewicht und Spannungen infolge einer Kombination von Eigengewicht und Vorspannung;
- Fig. 4 eine Ansicht des Einbauorts zur Herstellung eines Bauabschnitts einer Brücke gemäß einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform;
- Fig. 5 eine Ansicht des Einbauorts der ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Versetzen eines ersten Fertigteilträgers;
- Fig. 6 eine Ansicht des Einbauorts der ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Versetzen eines zweiten Fertigteilträgers;

- Fig. 7 eine Ansicht des Einbauorts der ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Versetzen von sieben Fahrbahnplattenelementen;
- Fig. 8 eine Ansicht des Einbauorts der ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Einbringen eines Füllbetons in die trogförmigen Fertigteilträger und dem Aufbringen einer Aufbetonschicht auf vier Fahrbahnplattenelemente und
- Fig. 9 eine Ansicht des Einbauorts der ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Aufbringen einer Aufbetonschicht auf drei weiteren Fahrbahnplattenelemente.
- Fig. 10 eine Längsansicht zur Herstellung eines Bauabschnitts einer Brücke gemäß einer zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform;
- Fig. 11 eine Längsansicht der zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Verschieben der Fertigteilträger in das nächste Feld;
- Fig. 12 eine Längsansicht der zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform unmittelbar vor dem Anheben des ersten Fertigteilträgers am Übergabepfahl;
- Fig. 13 eine Längsansicht der zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform während des Absenkens des ersten Fertigteilträgers am Einbauort;
- Fig. 14 eine Längsansicht der zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Versetzen von zwei Fertigteilträgern am Einbauort;
- Fig. 15 eine Längsansicht der zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Versetzen von zwölf Fahrbahnplattenelementen;
- Fig. 16 eine Längsansicht der zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach der Montage von Zuggliedern, nach dem Einbringen des Füllbetons und nach der Herstellung des Aufbetons auf vier Fahrbahnplattenelementen;
- Fig. 17 eine Längsansicht der zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Herstellen des Aufbetons auf weiteren acht Fahrbahnplattenelementen;
- Fig. 18 einen vertikalen Schnitt der zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß der in Fig. 12 eingezeichneten Schnittlinie XVIII – XVIII;
- Fig. 19 einen der Fig. 18 entsprechenden vertikalen Schnitt einer dritten erfindungsgemäßen Ausführungsform;
- Fig. 20 einen der Fig. 18 entsprechenden vertikalen Schnitt einer vierten erfindungsgemäßen Ausführungsform unmittelbar vor dem Anheben eines Fertigteilträgers;
- Fig. 21 einen der Fig. 20 entsprechenden vertikalen Schnitt der vierten erfindungsgemäßen Ausführungsform während des Transports von Fahrbahnplattenelementen;
- Fig. 22 einen vertikalen Schnitt der vierten erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß der in Fig. 21 eingezeichneten Schnittlinie XXII-XXII;
- Fig. 23 einen vertikalen Schnitt der vierten erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß der in Fig. 21 eingezeichneten Schnittlinie XXIII-XXIII;
- Fig. 24 einen Längsschnitt einer fünften erfindungsgemäßen Ausführungsform während des Versetzens eines Fertigteilträgers;

- Fig. 25 einen Längsschnitt der fünften erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Versetzen des Fertigteilträgers und nach dem Versetzen von neun Fahrbahnplattenelementen;
- Fig. 26 einen Längsschnitt der fünften erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Einbringen des Füllbetons und nach dem Herstellen des Aufbetons auf vier Fahrbahnplattenelementen;
- Fig. 27 einen Längsschnitt der fünften erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Herstellen des Aufbetons auf fünf weiteren Fahrbahnplattenelementen;
- Fig. 28 einen der Fig. 25 entsprechenden Längsschnitt einer sechsten erfindungsgemäßen Ausführungsform;
- Fig. 29 eine Längsansicht einer siebten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Versetzen eines ersten Fertigteilträgers;
- Fig. 30 eine Längsansicht der siebten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem ersten Schubvorgang;
- Fig. 31 eine Längsansicht der siebten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem zweiten Schubvorgang;
- Fig. 32 eine Längsansicht der siebten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem dritten Schubvorgang;
- Fig. 33 eine Längsansicht der siebten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem vierten Schubvorgang;
- Fig. 34 einen vertikalen Schnitt der siebten erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß der in Fig. 33 eingezeichneten Schnittlinie XXXIV - XXXIV;
- Fig. 35 das Detail A der Fig. 34;
- Fig. 36 einen vertikalen Schnitt der siebten erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß der in Fig. 34 eingezeichneten Schnittlinie XXXVI – XXXVI;
- Fig. 37 einen Grundriss einer achten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Versetzen von zwei Fertigteilträgern und zwei Querträgern;
- Fig. 38 einen vertikalen Schnitt der achten erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß der in Fig. 37 eingezeichneten Schnittlinie XXXVIII – XXXVIII;
- Fig. 39 einen vertikalen Schnitt der achten erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß der in der Fig. 38 eingezeichneten Schnittlinie XXXIX – XXXIX;
- Fig. 40 einen vertikalen Schnitt der achten erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß der in der Fig. 37 eingezeichneten Schnittlinie XL - XL;
- Fig. 41 einen vertikalen Schnitt der achten erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß der in der Fig. 40 eingezeichneten Schnittlinie XLI – XLI;
- Fig. 42 einen vertikalen Schnitt der achten erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß der in der Fig. 40 eingezeichneten Schnittlinie XLII – XLII;
- Fig. 43 das Detail B der Fig. 40;
- Fig. 44 einen dem Detail B der Fig. 40 entsprechenden vertikalen Schnitt nach dem Verlegen der oberen Längsbewehrung und dem Herstellen des Aufbetons;

- Fig. 45 eine Ansicht einer neunten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Verlegen von zwei trogförmigen Fertigteilträgern;
- Fig. 46 einen vertikalen Schnitt der neunten erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß der in der Fig. 45 eingezeichneten Schnittlinie XLVI – XLVI;
- Fig. 47 eine Ansicht der neunten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Verlegen von fünf Fahrbahnplattenelementen;
- Fig. 48 eine Ansicht der neunten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Einbringen von Füllbeton in die trogförmigen Fertigteilträger;
- Fig. 49 einen vertikalen Schnitt der neunten erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß der in der Fig. 48 eingezeichneten Schnittlinie XLIX – XLIX und
- Fig. 50 eine Ansicht der neunten erfindungsgemäßen Ausführungsform nach dem Verlegen von Fertigteilplatten zwischen den Fahrbahnplattenelementen.

Es ist bekannt, dass ein Träger mit einem trogförmigen Querschnitt wegen des tiefliegenden Schwerpunkts ein ungünstigeres Tragverhalten als ein Träger mit einem hohlkastenförmigen Querschnitt aufweist. Um das Tragverhalten des trogförmigen Querschnitts zu verbessern, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, im oberen Querschnittsbereich Obergurte 14 anzuordnen. Am Beispiel eines Einfeldbalkens mit 40 m Spannweite werden die drei in den Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3 dargestellten Querschnitte untersucht. Die drei Querschnitte weisen eine Breite von einem Meter und eine Höhe von zwei Metern auf. Die Wandplatten weisen eine Dicke von 50 mm auf. Die drei Querschnitte weisen die gleiche Fläche von 0,38 m² und mit einer Wichte von 25 kN/m³ auch die gleiche Gewichtsbelastung von 9,5 kN/m auf. Das Moment infolge Eigengewicht in Feldmitte beträgt deshalb bei allen drei Trägern 1,9 MNm. Zwei Spannglieder 23, deren Schwerpunkt in Feldmitte 0,15 m über der Unterseite der Bodenplatte 13 angeordnet ist, werden so hoch angespannt, dass infolge Eigengewicht g und Vorspannung p in Feldmitte an der Unterseite der Bodenplatte 13 keine Zugspannung auftritt. Für den Träger mit hohlkastenförmigem Querschnitt ist zur Einhaltung des Dekompressionsnachweises eine Vorspannkraft von 1,307 MN erforderlich. Wegen des tiefliegenden Schwerpunkts ist beim Träger mit trogförmigem Querschnitt eine um 34 % höhere Vorspannkraft von 1,752 MN erforderlich, um den Dekompressionsnachweis einzuhalten. Wenn in den trogförmigen Träger zusätzliche Obergurte 14 eingebaut werden, ergeben sich Querschnittswerte, die ähnlich sind wie bei dem hohlkastenförmigen Querschnitt und es ist im Vergleich zu dem Träger mit hohlkastenförmigem Querschnitt nur eine geringfügig höhere Vorspannkraft von 1,356 MN (+ 4 %) zur Einhaltung des Dekompressionsnachweises erforderlich.

Das ungünstige Tragverhalten von einem Träger mit trogförmigem Querschnitt zeigt sich in den in der Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3 dargestellten Ergebnissen. Bei dem Träger mit trogförmigem Querschnitt treten an der Oberseite des Querschnitts infolge Eigengewicht (-18,8 N/mm²) und infolge Eigengewicht und Vorspannung (-16,1 N/mm²) viel höhere Druckspannungen als bei dem Träger mit hohlkastenförmigem Querschnitt (-8,3 N/mm² bzw. -6,9 N/mm²) auf. Durch den Einbau von zwei Obergurten wird das Tragverhalten des Trägers mit trogförmigem Querschnitt wesentlich verbessert, so dass Spannungen an der Oberseite des Querschnitts auftreten (-9,1 N/mm² bzw. -7,3 N/mm²), die nur geringfügig höher sind als bei dem Träger mit hohlkastenförmigem Querschnitt.

Damit steht für das Bauverfahren erfindungsgemäß ein Trägerquerschnitt zur Verfügung, der ähnlich günstige Querschnittswerte wie ein Hohlkastenquerschnitt aufweist, der mit industriellen Herstellungsmethoden in Fertigteilwerken produziert werden kann und der nach

dem Einbringen und Erhärten des Füllbetons die Eigenschaften eines Ortbetonträgers aufweist.

Eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in den Abbildungen Fig. 4 bis Fig. 9 dargestellt.

Die einzelnen Arbeitsschritte zur Herstellung eines Bauabschnitts einer mehrfeldrigen Brücke 43 mit einem Plattenbalkenquerschnitt sind in Fig. 4 bis Fig. 9 schematisch dargestellt. Der Übersichtlichkeit halber wird in diesen Zeichnungen auf die Darstellung der Bewehrung, der Spannglieder 23, der Montagelager 27 und des Versetzgeräts 30, der Zugglieder 38 und der Absturzsicherungen verzichtet.

Die Fig. 4 zeigt die Situation vor der Herstellung eines Bauabschnitts. In die trogförmigen Fertigteilträger 11 des vorhergehenden Bauabschnitts wurde ein Füllbeton 19 eingebracht. Auf den Fahrbahnplattenelementen 2, mit Ausnahme der zwei neben dem Pfeiler 44 angeordneten Fahrbahnplattenelemente 2, wurde ein Aufbeton 9 aufgebracht.

Im ersten Arbeitsschritt wird gemäß Fig. 5 ein trogförmiger Fertigteilträger 11 mit einem Versetzgerät 30 zum Einbauort 47 transportiert und in der endgültigen Lage auf Montagelagern 27 abgesetzt. Im nächsten Arbeitsschritt wird gemäß Fig. 6 der zweite Fertigteilträger 11 mit dem Versetzgerät 30 zum Einbauort 47 transportiert und in der endgültigen Lage auf Montagelagern 27 abgesetzt.

Im dritten Arbeitsschritt werden gemäß Fig. 7 die sieben Fahrbahnplattenelemente 2 für den gesamten Bauabschnitt mit dem Versetzgerät 30 auf den trogförmigen Fertigteilträgern 11 aufgelagert. Anschließend werden die Stoßbewehrung für die untere Längsbewehrung 7 und die obere Längsbewehrung 7 verlegt. Für die Schnelligkeit des Bauverfahrens ist es besonders vorteilhaft, wenn die Verlegearbeiten für die Bewehrung am Einbauort 47 auf ein Minimum reduziert werden. Deshalb werden die untenliegende Querbewehrung 6 und die untenliegende Längsbewehrung 7, die obenliegende Querbewehrung 6 und die Bügelbewehrung bevorzugt bereits im Fertigteilwerk in die Fahrbahnplattenelemente 2 eingebaut.

Alternativ zu dem hier erläuterten Ausführungsbeispiel wäre es auch möglich, nach dem Auflegen der Fahrbahnplattenelemente 2 auf den Fertigteilträgern 11, die Fahrbahnplattenelemente 2 mit den Fertigteilträgern 11 kraftschlüssig zu verbinden, wie dies zum Beispiel bei dem siebten Ausführungsbeispiel erläutert wird.

Im vierten Arbeitsschritt wird gemäß Fig. 8 in die beiden trogförmigen Fertigteilträger 11 ein Füllbeton 19 eingebracht. Auf vier Fahrbahnplattenelemente 2 wird ein Aufbeton 9 aufgebracht. Sobald der Füllbeton 19 und der Aufbeton 9 die erforderliche Festigkeit aufweisen, können die in den trogförmigen Fertigteilträgern 11 und in dem Aufbeton 9 angeordneten Spannglieder 23 angespannt werden. Während des Einbringens des Füllbetons 19 und der Herstellung des Aufbetons 9 werden zwischen den Fertigteilträgern 11 und dem Versetzgerät 30 angeordnete Zugglieder 38 angespannt, um das Gewicht des Füllbetons 19 und des Aufbetons 9 teilweise mit dem Versetzgerät zu übernehmen und in die Pfeiler 44 abzutragen.

Im fünften Arbeitsschritt wird gemäß Fig. 9 auf die drei in der Mitte des zu errichtenden Bauabschnitts angeordneten Fahrbahnplattenelemente 2 ein Aufbeton 9 aufgebracht. Dieser Aufbeton 9 kann erst im fünften Arbeitsschritt hergestellt werden, weil die Verankerungen 49 zur Vorspannung der in dem Aufbeton 9 angeordneten Spannglieder 23 im vierten Arbeitsschritt noch zugänglich sein müssen.

Wenn der im fünften Arbeitsschritt hergestellte Aufbeton 9 die erforderliche Festigkeit aufweist, können die Zugglieder 38 entspannt werden und das Versetzgerät 30 in das angrenzende Feld zur Herstellung des nächsten Bauabschnitts bewegt werden.

Das bei diesem Ausführungsbeispiel beschriebene Versetzen der Fahrbahnplattenelemente 2 vor dem Einbringen des Füllbetons 19 in die Fertigteilträger 11 weist mehrere Vorteile im Vergleich zu den bekannten Ausführungsformen auf:

1. Im Vergleich zu dem eingangs beschriebenen Ausführungsbeispiel mit dünnwandigen Fertigteilträgern (Johann Kollegger et al. in der Zeitschrift „Beton- und Stahlbetonbau“, Vol. 115, 2020, Seiten 484 bis 493) wird Bauzeit eingespart, weil das Einbringen des Füllbetons 19 in die beiden Fertigteilträger 11 und das teilweise Aufbringen des Aufbetons 9 in einem Arbeitsschritt erfolgt.
2. Es ist kein Arbeitsgerüst neben den Fertigteilträgern 11 für das Einbringen des Füllbetons 19 erforderlich, weil die Fahrbahnplattenelemente 2 als Arbeitsfläche benützt werden können. Der Zeitaufwand für die Montage und Demontage von Arbeitsgerüsten neben den Fertigteilträgern 11 kann deshalb entfallen.
3. Die Zugglieder 38 zwischen den Fertigteilträgern 11 und dem Versetzgerät 30 werden erst nach dem Versetzen der Fahrbahnplattenelemente 2 montiert. Das vereinfacht das Versetzen der Fahrbahnplattenelemente 2 ganz wesentlich, weil die Zugglieder 38 den Längstransport und den notwendigen Drehvorgang der Fahrbahnplattenelemente 2 behindern würden. Zugglieder 38 können in den Bereichen, in denen die Fahrbahnplattenelemente 2 bereits versetzt wurden, montiert werden bevor das Versetzen der Fahrbahnplattenelemente abgeschlossen ist.

Eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in den Abbildungen Fig. 10 bis Fig. 18 dargestellt.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird ein Feld einer Brücke innerhalb von einer Woche errichtet. Die Fig. 10 zeigt die Situation zu Beginn des Wochentakts, beispielweise am Montag am Morgen. Zwei trogförmige Fertigteilträger 11 sind bereitgestellt und auf Montagelagern 27 gelagert. Im ersten Arbeitsschritt werden die Zugglieder 38, die zur Unterstützung des zuletzt hergestellten Bauabschnitts eingebaut wurden, entspannt und ausgebaut. Anschließend können Vorspannarbeiten durchgeführt werden.

Im nächsten Arbeitsschritt werden gemäß Fig. 11 die zwei trogförmigen Fertigteilträger 11 um ein Feld verschoben und in dem Feld, das in der Vorwoche hergestellt wurde, auf Montagelagern 27 gelagert. Dieses Feld wird als Übergabepplatz 46 bezeichnet, weil dort die Fertigteilträger 11 an das Versetzgerät 30 übergeben werden. Bei dem Verschiebevorgang werden die beiden Fertigteilträger 11 durch den mittleren Rahmen 32 des Versetzgeräts 30 durchgeschoben.

Im nächsten Arbeitsschritt wird gemäß Fig. 12 das Versetzgerät 30 in den nächsten Bauabschnitt bewegt. Der Rahmen 32 an der Vorderseite des Versetzgeräts 30 wird auf Konsolen 40 aufgelagert. Die Konsolen 40 sind mit dem Pfeiler 44 kraftschlüssig verbunden. Die Laufkatzen 36 werden über den Endbereichen des ersten Fertigteilträgers 11 positioniert. Zugglieder 38, die den Fertigteilträger 11 mit den auf den Laufkatzen 36 installierten Hubeinrichtungen 37 verbinden, werden eingebaut. Anschließend wird der erste Fertigteilträger 11 angehoben und zwischen den beiden Versetzträgern 31 über den Rahmenriegel 34 des mittleren Rahmens 32 in den nächsten Bauabschnitt transportiert. Dieser Bauabschnitt wird nachfolgend als Einbauort 47 bezeichnet.

Die Fig. 13 zeigt das Absenken des ersten Fertigteilträgers 11 am Einbauort 47. Der zweite Fertigteilträger 11 ist während des Transports des ersten Fertigteilträgers 11 zum Einbauort 47 am Übergabeplatz 46 auf Montagelagern 27 gelagert.

Die Fig. 14 zeigt einen Zustand nach dem Absenken des ersten Fertigteilträgers 11 am Einbauort 47. Der Fertigteilträger 11 wird in diesem Zustand am vorderen Ende auf den Lagern 45 aufgelagert und am hinteren Ende mit dem in der Vorwoche hergestellten Bauabschnitt verbunden.

Die Fig. 15 zeigt einen Zustand nach dem Absenken des zweiten Fertigteilträgers 11 am Einbauort. Der Fertigteilträger 11 wird in diesem Zustand am vorderen Ende auf den Lagern 45 aufgelagert und am hinteren Ende mit dem in der Vorwoche hergestellten Bauabschnitt verbunden.

Im nächsten Arbeitsschritt wird gemäß Fig. 16 der Rahmen 32 an der Vorderseite des Versetzgeräts 30 auf den Fertigteilträgern 11 aufgelagert. Anschließend können die Konsolen 40 entfernt werden.

Anschließend werden Zugglieder 38 zwischen den Fertigteilträgern 11 und den Versetzträgern 31 des Versetzgeräts 30 installiert. Beim Einbringen des Füllbetons 19 in die Fertigteilträger 11 und beim Aufbringen des Aufbetons 9 auf vier Fahrbahnplattenelemente 2 wird ein Teil des Gewichts des Füllbetons 19 und des Aufbetons 9 von dem Versetzgerät 30 übernommen und über die Rahmen 32 in die Pfeiler 44 eingeleitet. Der übrige Teil des Gewichts des Füllbetons 19 und des Aufbetons 9 wird von den beiden Fertigteilträgern 11 über eine Biegetragwirkung abgetragen. Es hängt überwiegend von den Biegesteifigkeiten der Versetzträger 31 und der Fertigteilträger 11 ab, wie groß der Anteil des Gewichts des Füllbetons 19 und des Aufbetons 9 ist, der von den Fertigteilträgern 11 abgetragen wird. Es wäre auch möglich an den oberen Endpunkten der Zugglieder 38 hydraulische Pressen zu installieren, um die Kraft in den Zuggliedern 38 während des Betoniervorgangs genau einstellen zu können.

Die Fig. 16 zeigt auch, dass gleichzeitig mit dem Betoniervorgang die Fertigteilträger 11 für den nächsten Bauabschnitt in jeweils drei Teilstücken 29 angeliefert und auf Montagelagern 27 gelagert werden.

Gemäß Fig. 17 werden die Teilstücke 29 im nächsten Arbeitsschritt zusammengefügt und dadurch die Fertigteilträger 11 für den nächsten Bauabschnitt hergestellt. Wenn der in dem der Fig. 16 entsprechenden Arbeitsschritt eingebaute Füllbeton 19 und der Aufbeton 9 die erforderliche Mindestfestigkeit aufweisen, können die Spannglieder 23 angespannt werden. Anschließend wird der Aufbeton 9 auf acht Fahrbahnplattenelemente 2 aufgebracht. Der Füllbeton 19 und der Aufbeton 9 können über das Wochenende aushärten.

Damit sind alle Arbeiten zur Herstellung für diesen Bauabschnitt der Brücke 43 abgeschlossen und es kann am folgenden Montag mit den Arbeiten zur Herstellung des nächsten Bauabschnitts begonnen werden.

In der Fig. 18 ist ein Querschnitt durch die Brücke 43 und das Versetzgerät 30 dargestellt. Die trogförmigen Fertigteilträger 11 bestehen jeweils aus zwei Wandplatten 12 und einer Bodenplatte 13. Die Fahrbahnplattenelemente 2 bestehen jeweils aus einem Querbalken 3 und drei Platten 5. In die Fertigteilträger 11 wurde ein Füllbeton 19 eingebracht. Die Oberseite des Füllbetons 19 weist dieselbe Höhe wie die Oberseite der Platten 5 auf. Das ist günstig, weil dadurch nach dem Erhärten des Füllbetons 19 eine Verbindung zwischen den Fertigteilträgern 11 und den Fahrbahnplattenelementen 2 hergestellt wird. Auf den Fahrbahnplattenelementen 2 wurde ein Aufbeton 9 aufgebracht. Auf der Fahrbahnplatte 1 sind die Fertigteilträger 11, die im nächsten Bauabschnitt eingebaut werden, auf Montagelagern 27 gelagert.

Das Versetzgerät 30 besteht aus drei Rahmen 32, zwei Versetzträgern 31, Kranträgern 35, Laufkatzen 36 und Hubeinrichtungen 37. Jeder Rahmen 32 besteht aus zwei Rahmenstützen 33 und einem Rahmenriegel 34. Bei diesem Ausführungsbeispiel besteht jede Rahmenstütze 33 aus zwei Stahlprofilen die durch einen Verband 21 ausgesteift sind. Die Rahmenstützen 33 sind auf Montagelagern 27 gelagert.

Die Versetzträger 31 können relativ zu den Rahmen 32 in Längsrichtung der Brücke 43 durch ein Verschieben auf den Rollenböcken 39 bewegt werden. Die Kranträger 35 können relativ zu den Versetzträgern 31 in Längsrichtung der Brücke 43 durch ein Verfahren auf den Kranschiene 60 bewegt werden. Auf den Kranträgern 35 sind Laufkatzen 36 installiert die relativ zu den Kranträgern 35 in Querrichtung der Brücke 43 bewegt werden können.

Die Fig. 18 zeigt einen Zustand bei dem Zugglieder 38 zwischen den Anhebepunkten 20 des ersten Fertigteilträgers 11 und den auf den Laufkatzen 36 installierten Hubeinrichtungen 37 eingebaut wurden.

Eine dritte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in der Abbildung Fig. 19 dargestellt.

Die Fig. 19 zeigt einen der Fig. 18 entsprechenden Querschnitt für ein Ausführungsbeispiel bei dem die Stege 10 einen trapezförmigen Querschnitt aufweisen und die Fahrbahnplatte 1 mit einer veränderlichen Dicke hergestellt wird. In jedem der zwei Fertigteilträger 11 wurden zwischen den Wandplatten 12 in dem von der Bodenplatte 13 entfernten Bereich zwei Obergurte 14 hergestellt. Die Obergurte 14 wurden mit Anschlussbewehrung mit den Wandplatten 13, die vorab als Fertigteilplatten 58 hergestellt wurden, verbunden.

Die Querbalken 3 der Fahrbahnplattenelemente 2 wurden mit einer veränderlichen Höhe hergestellt. Die Platte 5 zwischen den beiden Stegen 10 wurde mit zwei Knicken hergestellt. Die beiden Platten 5 in dem auskragenden Teil der Fahrbahnplatte 1 wurden mit Aufkantungen 62 hergestellt. Die Aufkantungen 62 wirken bei dem Aufbringen des Aufbetons 9 als seitliche Schalung. Die Stege 10 sind auf Lagern 45 aufgelagert.

Das Versetzgerät 30 weist bei diesem Ausführungsbeispiel Rahmen 32 mit einer geringen Höhe der Rahmenstützen 33 auf. Die beiden in der Fig. 19 dargestellten Rahmenstützen 33 sind biegesteif mit dem Rahmenriegel 34 verbunden. Im Vergleich zu dem zweiten Ausführungsbeispiel weist der Rahmenriegel 34 eine kleinere Länge auf. Die Versetzträger 31 sind zwischen den Stegen 10 der Brücke 43 angeordnet. Die Versetzträger 31 können in Längsrichtung der Brücke 43 auf Rollenböcken 39, die auf den Rahmenriegeln 34 befestigt sind, bewegt werden. Auf den Versetzträgern 31 sind Kranschiene 60 montiert. Auf den Kranschiene 60 können die Kranträger 35 in Längsrichtung der Brücke 43 bewegt werden.

Die Fig. 19 zeigt einen Bauzustand, bei dem zwei Fertigteilträger 11 angehoben werden. Zugglieder 38 sind zwischen den in den Fertigteilträgern 11 eingebauten Anhebepunkten 20 und den Hubeinrichtungen 37 installiert. Mit den Laufkatzen 36 können die Hubeinrichtungen 37 an den richtigen Stellen über den Fertigteilträgern 11 positioniert werden. Bei diesem Ausführungsbeispiel müssen die beiden Fertigteilträger 11 gleichzeitig angehoben und transportiert werden, weil die Versetzträger 31 zwischen den Stegen 10 der Brücke 43 angeordnet sind. Das Versetzgerät 30 weist im Vergleich zu dem im zweiten Ausführungsbeispiel gezeigten Versetzgerät 30 den Vorteil einer geringeren Höhe und einer geringeren Breite auf.

Eine vierte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in den Abbildungen Fig. 20 bis Fig. 23 dargestellt.

Die Fig. 20 zeigt einen der Fig. 18 entsprechenden Querschnitt für ein Ausführungsbeispiel mit einer geänderten Ausführungsform des Versetzgeräts 30. Das Versetzgerät 30 weist bei diesem Ausführungsbeispiel Rahmen 32 mit einer geringen Höhe der Rahmenstützen 33 auf. Die beiden in der Fig. 20 dargestellten Rahmenstützen 33 sind biegesteif mit dem Rahmenriegel 34 verbunden. Der Rahmenriegel 34 weist die gleiche Länge wie bei dem in der Fig. 18 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel auf. Die Versetzträger 31 sind seitlich von den beiden Stegen 10 angeordnet. Damit weist das in der Fig. 20 gezeigte Versetzgerät 30 im Vergleich zu dem in der Fig. 18 dargestellten Versetzgerät 30 den Vorteil auf, dass es kleiner ist und die Fertigteilträger 11 nicht so hoch angehoben werden müssen. Die Fig. 20 zeigt einen Zustand bei dem Zugglieder 38 zwischen den Anhebe Punkten 20 des ersten Fertigteilträgers 11 und den auf den Laufkatzen 36 installierten Hubeinrichtungen 37 eingebaut wurden.

Die Fig. 21 zeigt einen Zustand nach dem Versetzen der beiden Fertigteilträger 11 am Einbauort 47 und während des Transports von zwei Fahrbahnplattenelementen 2 vom Übergabeplatz 46 zum Einbauort 47. Die zwei Fahrbahnplattenelemente 2 sind während des Transportvorganges an Traversen 65 aus Stahl befestigt und gegenüber ihrer endgültigen Position am Einbauort 47 im Grundriss um 90° gedreht. Die Drehung der zwei Fahrbahnplattenelemente 2 um 90° ist erforderlich, damit sie zwischen den Versetzträgern 31 in Längsrichtung der Brücke 43 vom Übergabeplatz 46 zum Einbauort 47 transportiert werden können. Am Einbauort werden die zwei Fahrbahnplattenelemente abgesenkt und um 90° gedreht und anschließend auf den Fertigteilträgern 11 aufgelegt.

Auf den Fahrbahnplatten kann vor dem Transport zu dem Einbauort 47 eine untere Längsbewehrung 7 aus Bewehrungsstäben 52 verlegt werden und eine erste Schicht 64 des Aufbetons 9 aufgebracht werden. Die Schicht 64 aus Aufbeton 9 wird nur zwischen den Querbalken 3 aufgebracht. Auf den auskragenden Teilen der Fahrbahnplattenelemente 2 wird keine Schicht 64 aus Aufbeton 9 aufgebracht, weil dort am Einbauort 47 eine Anschlussbewehrung verlegt werden muss.

In den Abbildungen Fig. 22 und Fig. 23 sind der Übersichtlichkeit halber die Traversen 65 nicht dargestellt.

Der in der Fig. 22 dargestellte Querschnitt zeigt, dass die Bewehrungsstäbe 52 der unteren Längsbewehrung 7 durch zylinderförmige Aussparungen 61 in den Querbalken 3 durchgeschoben werden können. Die Fig. 23 zeigt, dass bei diesem Ausführungsbeispiel auf den Platten 5 eine Schicht 64 aus Aufbeton 9 aufgebracht wurde, um die Stabilität der zwei Fahrbahnplattenelemente 2 während des Transportvorganges zu erhöhen. Nach dem Erhärten der Schicht 64 aus Aufbeton 9 wird aus den zwei einzelnen Fahrbahnplattenelementen 2 eine Scheibe gebildet. Beim Aufbringen der Schicht 64 aus Aufbeton 9 ist darauf zu achten, dass die zylinderförmigen Aussparungen 61 in den Querbalken 3 vollständig mit Beton verfüllt werden. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Durchmesser der zylinderförmigen Aussparungen 61 in den Querbalken 3 gleich groß wie die Höhe der Schicht 64 aus Aufbeton 9. Der Durchmesser einer zylinderförmigen Aussparung 61 könnte auch größer oder kleiner als die Höhe der Schicht 64 aus Aufbeton 9 gewählt werden.

Eine fünfte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in den Abbildungen Fig. 24 bis Fig. 27 dargestellt.

Das Versetzen der Fertigteilträger 11 erfolgt bei diesem Ausführungsbeispiel mit Kränen. Der Übersichtlichkeit halber sind die Kräne und die Bewehrung in den Abbildung Fig. 24 bis Fig. 27 nicht dargestellt.

Gemäß Fig. 24 wird ein Fertigteilträger 11 mit zwei Kränen am Einbauort 47 versetzt. Das Gewicht des Fertigteilträgers 11 wird an den Anhebe Punkten 20, die in den Auflagerbauteilen

25 angeordnet sind, von den Kränen übernommen. In diesem Zustand sind die Spannglieder 23 bereits vorgespannt. Die Spannglieder 23 werden als externe Spannglieder 23 ausgebildet, weil sie nur an den Verankerungen 49, bei den Umlenkstellen 24 und in den Auflagerbauteilen 25 im Beton des Fertigteilträgers 11 eingebettet sind. Die Verankerungen 49 werden in den Auflagerbauteilen 25 angeordnet. Im Auflagerbauteil 25 am vorderen Ende des Fertigteilträgers 11 ist eine feste Verankerung 49 eingebaut. Im Auflagerbauteil 25 am hinteren Ende des Fertigteilträgers 11 ist eine Spannverankerung 49 eingebaut.

Im nächsten Arbeitsschritt wird der Fertigteilträger 11 gemäß Fig. 25 am vorderen Ende auf Lagern 45 und am hinteren Ende auf Montagelagern 27 abgesetzt. Der Übersichtlichkeit halber sind die in der Fig. 24 eingezeichneten Spannglieder 23 in der Fig. 25 nicht mehr dargestellt. Anschließend werden weitere Spannglieder 23 eingebaut. Um die Arbeiten am Einbauort 47 zu reduzieren, könnten diese Spannglieder 23 schon im Fertigteilwerk oder auf dem Übergabeplatz 46 in den Fertigteilträger 11 eingebaut werden. Die Spannglieder 23 werden mit dem vorigen Bauabschnitt mit einer Kopplung 57 verbunden. Diese Spannglieder 23 werden als interne Spannglieder ausgebildet und weisen entlang ihrer Längserstreckung Krümmungen im Spanngliederverlauf auf. Diese Spannglieder werden erst nach dem Einbringen und Erhärten des Füllbetons 19 zu einem späteren Zeitpunkt angespannt.

Anschließend werden neun Fahrbahnplattenelemente 2 verlegt. Im nächsten Arbeitsschritt werden gerade Spannglieder 23 in den Fahrbahnplattenelementen 2 eingebaut. Diese Spannglieder 23 weisen am hinteren Ende eine feste Verankerung 49 und am vorderen Ende eine Spannverankerung 49 auf. Die Verankerungen 49 dieser Spannglieder 23 sind in den Querbalken 3 der Fahrbahnplattenelemente 2 angeordnet.

Im nächsten Arbeitsschritt wird gemäß Fig. 26 in den Fertigteilträger 11 ein Füllbeton 19 eingebracht und auf vier Fahrbahnplattenelemente 2 ein Aufbeton 9 aufgebracht. Wenn der Füllbeton 19 und der Aufbeton 9 eine vorab festgelegte Mindestfestigkeit von beispielweise 20 N/mm² aufweisen, können die im Steg 10 und in der Fahrbahnplatte 1 angeordneten Spannglieder 23 angespannt werden.

Im nächsten Arbeitsschritt wird gemäß Fig. 27 auf fünf Fahrbahnplattenelementen 2 ein Aufbeton 9 aufgebracht. Nach dem Erhärten des Aufbetons 9 sind die Arbeiten zur Herstellung von diesem Bauabschnitt abgeschlossen.

Eine sechste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in der Abbildung Fig. 28 dargestellt.

Die Fig. 28 zeigt einen der Fig. 25 entsprechenden Längsschnitt durch einen fertiggestellten Bauabschnitt einer Brücke 43 und einen Fertigteilträger 11 nach dem Versetzen auf den Lagern 45 und den Montagelagern 27.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird ein Obergurt 14 mittig zwischen den Wandplatten 12 des Fertigteilträgers 11 angeordnet. Der Obergurt 14 wird mit Stäben 16 mit der Bodenplatte 13 verbunden. Die Stäbe 16 werden als Vertikalstäbe 18 und als Diagonalen 17 ausgebildet. Die Vertikalstäbe 18 bestehen aus Stahlbeton. Die Diagonalen 17 werden als Bewehrungsstäbe 52 ausgebildet und so im Fertigteilträger 11 angeordnet, dass sie beim Versetzen des Fertigteilträgers 11 und beim Einbringen des Füllbetons 19 nur durch Zugkräfte belastet werden. Die Endbereiche der Diagonalen 17 sind im Obergurt 14 und in der Bodenplatte 13 über Verbundspannungen verankert.

Bei diesem Ausführungsbeispiel werden die Biegebeanspruchungen im Fertigteilträger 11 beim Einbringen des Füllbetons 19 und beim Aufbringen des Aufbetons 9 im Vergleich zu dem vierten Ausführungsbeispiel kleiner sein, weil der Fertigteilträger 11 auf einem Traggerüst 42 aufgelagert ist und ein Zugglied 38 installiert wurde. Das Traggerüst 42 besteht aus Stützen

aus Stahlprofilen, die durch einen Verband 21 ausgesteift werden. Das eine Ende des Zugglieds 38 ist in der Bodenplatte 13 des Fertigteilträgers 11 verankert. Das andere Ende ist an der Spitze eines Pylons 56 verankert. Der Pylon 56 wird über ein weiteres Zugglied 38, das im Pylon 56 und in der Fahrbahnplatte 1 verankert ist, stabilisiert. Alternativ wäre es auch möglich den Fertigteilträger 11 auf einer Vorschubrüstung, die mit den beiden in der Fig. 28 dargestellten Pfeilern 44 verbunden ist, aufzulagern.

Es wäre auch möglich den Fertigteilträger 11 aus zwei Teilstücken 29 am Einbauort 47 herzustellen. Das eine Teilstück 29 könnte auf dem Lager 45 und dem Traggerüst 42 aufgelagert werden. Das andere Teilstück könnte auf dem Traggerüst 42 und auf den Montagelagern 27 aufgelagert werden. Ein Zusammenfügen des Fertigteilträgers 11 aus zwei Teilstücken 29 am Einbauort 47 hätte den Vorteil, dass die Kräne für das Anheben von kleineren Lasten als zum Beispiel bei dem fünften Ausführungsbeispiel ausgelegt werden könnten. Bei dieser Vorgehensweise müssten allerdings die Arbeiten zum Zusammenfügen der Teilstücke 29 am Einbauort 47 durchgeführt werden, was nachteilig für einen schnellen Baufortschritt wäre.

Eine siebte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in den Abbildungen Fig. 29 bis Fig. 36 dargestellt.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Herstellung einer Brücke 43 mit dem Taktschiebeprozess unter Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt.

Im ersten Arbeitsschritt wird gemäß Fig. 29 auf einem Übergabepplatz 46 auf und hinter einem Widerlager 54 ein erster Fertigteilträger 11 versetzt. Auf diesem ersten Fertigteilträger 11 werden Fahrbahnplattenelemente 2 aufgelegt und mit diesem kraftschlüssig verbunden. An der Vorderseite des ersten Fertigteilträgers 11 wird ein Vorbauschnabel 50 befestigt.

Gemäß Fig. 30 werden anschließend der erste Fertigteilträger 11 und die Fahrbahnplattenelemente 2 durch eine Verschiebeeinrichtung vom Übergabepplatz 46 in Längsrichtung der Brücke 43 in Richtung der endgültigen Position des ersten Fertigteilträgers 11 verschoben. Wenn der erste Fertigteilträger 11 den Übergabepplatz 46 verlassen hat, wird am Übergabepplatz 46 ein weiterer Fertigteilträger 11 versetzt und mit dem ersten Fertigteilträger 11 kraftschlüssig verbunden. Anschließend werden auf dem weiteren Fertigteilträger 11 Fahrbahnplattenelemente 2 aufgelegt und mit diesem kraftschlüssig verbunden. Anschließend werden der erste Fertigteilträger 11, der weitere Fertigteilträger 11 und die aufgelegten Fahrbahnplattenelemente durch eine Verschiebeeinrichtung in Längsrichtung der Brücke 46 in Richtung der endgültigen Position des ersten Fertigteilträgers 11 verschoben. Gemäß den Abbildungen Fig. 31 bis Fig. 33 werden die oben angegebenen Arbeitsschritte so oft wiederholt, bis der erste Fertigteilträger 11 seine endgültige Position erreicht hat.

Ein vertikaler Schnitt durch den letzten der vier Fertigteilträger 11 ist in der Fig. 34 dargestellt. Die Obergurte 14 werden bei diesem Ausführungsbeispiel in einem Arbeitsschritt mit den Wandplatten 12 in liegender Position hergestellt. Bei der Herstellung der Fertigteilträger 11 werden anschließend die Wandplatten 12 mit den Obergurten 14 aufgestellt. Zwischen den beiden Wandplatten 12 werden ein Fachwerk 15 und ein weiterer Obergurt 14 eingebaut. Anschließend wird die Bodenplatte 13 betoniert. Bei diesem Ausführungsbeispiel werden die mit den Wandplatten 12 verbundenen Obergurte 14 auf der Außenseite des Fertigteilträgers 11 angeordnet. Auf dem Fertigteilträger 11 sind Fahrbahnplattenelemente 2 aufgelegt und mit diesem kraftschlüssig verbunden.

Das in der Fig. 35 dargestellte Detail A der Fig. 34 zeigt, dass die kraftschlüssige Verbindung des Obergurtes 14 mit der Platte 5 des Fahrbahnplattenelements 2 durch Anschlussbewehrung

und einen Vergussmörtel 55 erfolgt. Die Anschlussbewehrung ist der Übersichtlichkeit halber in der Fig. 35 nicht dargestellt.

Die Fig. 36 zeigt das mittig zwischen den beiden Wandplatten 12 eingebaute Fachwerk 15. Das Fachwerk 15 besteht aus den Diagonalen 17, die mit dem Obergurt 14 und der Bodenplatte 13 verbunden werden. Die Diagonalen 17 des Fachwerks 15 werden bei diesem Ausführungsbeispiel aus Winkelstahl 59 hergestellt. Die Stäbe 16 des Fachwerks könnten auch aus bewehrtem Beton, Spannbeton oder aus Bewehrungsstäben 52 hergestellt werden.

Eine achte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in den Abbildungen Fig. 37 bis Fig. 44 dargestellt.

Die Fig. 37 zeigt die Herstellung einer im Grundriss gekrümmten Brücke 43 mit dem erfindungsgemäßen Verfahren. Im linken Teil der Fig. 37 ist der vorige Bauabschnitt zu erkennen. Auf dem letzten Fahrbahnplattenelement 2 des vorigen Bauabschnitts wurde kein Aufbeton 9 aufgebracht. Die im Grundriss gekrümmten Fertigteilträger 11 des herzustellenden Bauabschnitts wurden bereits versetzt. Zwischen den beiden Fertigteilträgern 11 sind Querträger 26 angeordnet. In jedem der beiden Fertigteilträger 11 wird an der Oberseite der Obergurte 14 ein Verband 21 aus Winkelstähle 59 ausgebildet. Die Winkelstähle 59 werden mit Schraubverbindungen mit den in den Obergurten 14 eingebauten und verankerten Muttern verbunden. Die Winkelstähle 59 werden so auf den Obergurten 14 befestigt, dass dazwischen die Querbalken 3 der Fahrbahnplattenelemente 2 auf den Obergurten 14 aufgelagert werden können.

In den gekrümmten Fertigteilträgern 11 treten infolge der Eigengewichtsbelastung Torsionsmomente auf. Mit den Verbänden 21 an der Oberseite der trogförmigen Fertigteilträger 11 weisen die Fertigteilträger 11 eine viel höhere Torsionssteifigkeit auf als ohne Verbände 21. Auch die Querträger 26 sind günstig im Hinblick auf die Abtragung der Torsionsbeanspruchung.

Die Fig. 38 zeigt einen vertikalen Schnitt durch die beiden Fertigteilträger 11 und einen Querträger 26. Durch die Anordnung der Verbände 21 werden in statischer Hinsicht aus den offenen trogförmigen Querschnitten der Fertigteilträger 11 geschlossene Querschnitte gebildet. Die Querträger 26 weisen trogförmige Querschnitte auf und werden am Einbauort 47 nach dem Versetzen der Fertigteilträger 11 montiert. Der Anschluss der Querträger 26 an die Fertigteilträger 11 kann durch stahlbaumäßige Verbindungen oder durch Muffenstäbe erfolgen.

Ein vertikaler Schnitt durch einen Querträger 26 vor dem Einbringen von Füllbeton 19 in den Querträger 26 ist in der Fig. 39 dargestellt. Die Höhe des Querträgers 26 entspricht bei diesem Ausführungsbeispiel der halben Höhe der Fertigteilträger 11. Die Querträger 26 können auch mit einer kleineren oder größeren Höhe hergestellt werden. Die Querträger 26 können an beliebigen Stellen, zum Beispiel auch über den Pfeilern 44, angeordnet werden.

Der in der Fig. 40 dargestellte Längsschnitt und der in der Fig. 41 dargestellte vertikale Schnitt zeigen die Verbindung von einem der beiden Fertigteilträger 11 mit dem vorigen Bauabschnitt. Der Fertigteilträger 11 ist im Bauzustand auf Montagelagern 27 auf dem Auflagerbauteil 25 des vorigen Bauabschnitts aufgelagert. Im unteren Bereich des Fertigteilträgers 11 ist eine Druckbewehrung 28 angeordnet. Die Druckbewehrung 28 besteht bei diesem Ausführungsbeispiel aus Bewehrungsstäben 52 mit einem großen Durchmesser von beispielweise 63,5 mm. Die Druckbewehrung 28 wird mit Muffen 51 an den vorhergehenden Bauabschnitt angeschlossen. Die Fuge 41 zwischen den beiden in der Fig. 36 dargestellten Fertigteilträgern 11 weist nur einen geringen Abstand von der Achse des Pfeilers 44 auf.

In dem in der Fig. 42 dargestellten vertikalen Schnitt wird gezeigt, dass die Wandplatten 12 durch ein Verbindungselement 53 miteinander verbunden werden können, um beim Einbringen des Füllbetons 19 den Betonierdruck besser als durch eine reine Biegetragwirkung in den Wandplatten 12 aufnehmen zu können. Ein Verbindungselement 53 kann aus einem an der herausstehenden Bewehrung der Wandplatten 12 angeschweißten Bewehrungsstab 52 bestehen. Ein Verbindungselement 53 kann auch als Kabelbinder oder als Ankerstange ausgebildet werden.

Das in der Fig. 43 dargestellte Detail B der Fig. 40 zeigt, dass der Bewehrungsstab 52 der oberen Querbewehrung 6 der Fahrbahnplatte 1 mit dem halben Durchmesser im Beton des Querbalkens 3 eingebettet ist und mit dem halben Durchmesser, der dem in der Fig. 43 eingezeichneten Maß a entspricht, aus dem Querbalken 3 herausragt. Eine derartige Anordnung der Querbewehrung 6 der Fahrbahnplatte 1 in dem Querbalken 3 ist vorteilhaft, weil dadurch der Querbalken mit einer großen Höhe hergestellt werden kann. Mit Bewehrungsschlaufen 48 wird gewährleistet, dass sich der Bewehrungsstab 52 beim Aufbringen des Aufbetons 9, wenn in dem Bewehrungsstab 52 die höchsten Zugspannungen auftreten, nicht von dem Querbalken 3 lösen kann. Es wäre auch möglich, den Abstand a zwischen der Oberseite des Bewehrungsstab 52 und der oberen Betonoberfläche des Querbalkens 3 kleiner, zum Beispiel mit einem Zehntel des Durchmessers des Bewehrungsstabes 52, oder größer, zum Beispiel mit zwei Dritteln des Durchmessers des Bewehrungsstabes 52, zu wählen.

Ein weiterer Vorteil der in der Fig. 43 dargestellten Anordnung der oberen Querbewehrung 6 der Fahrbahnplatte 1 in einem Querbalken 3 ist in der Fig. 44 zu erkennen. Der Bewehrungsstab 52 der Querbewehrung 6 dient als Auflager für die Bewehrungsstäbe 52 der oberen Längsbewehrung 7 der Fahrbahnplatte 1, die bei diesem Beispiel in der ersten Lage von oben verlegt wird. Die Anordnung der oberen Längsbewehrung 7 der Fahrbahnplatte 1 in der ersten Lage von oben ist vorteilhaft, weil die obere Querbewehrung 6 und die Bügelbewehrung der Fahrbahnplatte 1 in den Fahrbahnplattenelementen 2 bereits im Fertigteilwerk eingebaut werden können und dadurch die am Einbauort 47 auszuführenden Verlegearbeiten der Bewehrung reduziert werden können.

Der in der Fig. 44 eingezeichnete Abstand b zwischen der Oberseite 8 der Fahrbahnplatte 1 und der Oberseite 4 des Querbalkens 3, die bei diesem Ausführungsbeispiel durch die Oberseite des Bewehrungsstabes 52 der Querbewehrung 6 gebildet wird, setzt sich aus der Betonüberdeckung c im Aufbeton 9 und dem Durchmesser der Bewehrungsstäbe 52 der oberen Längsbewehrung 7 der Fahrbahnplatte 1 zusammen. Es ist vorteilhaft, wenn der Abstand b möglichst klein, beispielweise kleiner als 100 mm und vorzugsweise kleiner als 75 mm, ist, weil dadurch die Querbalken 3, die beim Aufbringen des Aufbetons 9 hohen Beanspruchungen ausgesetzt sind, mit einer großen Höhe ausgebildet werden können.

Eine neunte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in den Abbildungen Fig. 45 bis Fig. 50 dargestellt.

Die Fig. 45 zeigt eine Ansicht des Einbauorts 47 nach dem Verlegen von zwei trogförmigen Fertigteilträgern 11. Die trogförmigen Fertigteilträger 11 bestehen aus Wandplatten 12, die an der Unterseite durch eine Bodenplatte 13 miteinander verbunden sind. Die Breite der trogförmigen Fertigteilträger 11 ist in Feldmitte kleiner als bei der Auflagerung auf den Pfeilern 44. Die Vergrößerung der Breite der trogförmigen Fertigteilträger 11 im Bereich der Pfeiler 44 ist günstig, weil im Endzustand wegen der Durchlaufwirkung der Brücke 43 in diesen Bereichen negative Biegemomente auftreten. An den Oberseiten der Wandplatten 12 sind Aussparungen 61 ausgebildet.

Die Fig. 46 zeigt, dass in dem trogförmigen Fertigteilträger 11 Verdrängungskörper 63 angeordnet werden, um das Volumen des Füllbetons 19 im Bereich der Feldmitte des Fertigteilträgers 11 zu reduzieren. Die Verdrängungskörper 63 können beispielweise aus Stahl oder aus Kunststoff hergestellt werden.

Die Fig. 47 zeigt eine Ansicht des Einbauorts 47 nach dem Verlegen von fünf Fahrbahnplattenelementen 2. Jedes Fahrbahnplattenelement 2 besteht aus zwei quer zur Längsachse der Brücke 43 angeordneten Querbalken 3 und drei Platten 5. Um Fertigungstoleranzen ausgleichen zu können, muss die Fläche einer Aussparung 61 in einem Fertigteilträger 11 größer als die Querschnittsfläche des Querbalkens 3, der in ihr verlegt wird, sein. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Fläche der Aussparungen 61 so groß gewählt, dass der Abstand zwischen den Rändern der Wandplatten 12 in den Aussparungen 61 und den Oberflächen der Querbalken 3 ca. 20 mm beträgt. Anschließend werden an der Außenseite der Wandplatten 12 bei den Querbalken 3 Schalungen befestigt. Der Übersichtlichkeit halber sind die Schalungen bei diesem Ausführungsbeispiel nicht dargestellt.

Im nächsten Arbeitsschritt werden gemäß Fig. 48 zwischen dem Versetzgerät 30 und den trogförmigen Fertigteilträgern 11 Zugglieder 38 eingebaut. Diese Zugglieder 38 übernehmen bei dem anschließenden Verfüllen der trogförmigen Fertigteilträger 11 mit Füllbeton 19 einen großen Anteil des Gewichts des Füllbetons 19 und leiten dieses an die Versetzträger 31 des Versetzgeräts 30 weiter.

Die Fig. 48 zeigt einen Bauzustand nach dem Verfüllen der trogförmigen Fertigteilträger 11 mit Füllbeton 19. Die Oberseite des Füllbetons 19 ist gleich hoch wie die Oberseite der Wandplatten 12 und die Oberseite 4 der Querbalken 3. Anschließend werden die Schalungen an der Außenseite der Wandplatten 12 bei den Querbalken 3 entfernt.

Die Fig. 49 zeigt einen vertikalen Schnitt durch ein Fahrbahnplattenelement 2. Die Querbalken 3 sind bei diesem Ausführungsbeispiel unter den Platten 5 bei den quer zur Längsachse der Brücke 43 angeordneten Rändern angeordnet.

Im nächsten Arbeitsschritt werden gemäß Fig. 50 Fertigteilplatten 58 zwischen den Fahrbahnplattenelementen 2 am Einbauort 47 auf den Querbalken 3 verlegt und die erforderliche Bewehrung eingebaut. Die Fig. 50 zeigt einen Bauzustand nach dem Verlegen der Fertigteilplatten 58 am Einbauort 47. Anschließend wird auf den Fahrbahnplattenelementen 2 und den Fertigteilplatten 58 ein Aufbeton 9 aufgebracht und damit die Fahrbahnplatte 1 der Brücke 43 in diesem Bauabschnitt fertiggestellt.

In den Beispielen wurde die Herstellung von Brücken 43 mit Plattenbalkenquerschnitten, die einen oder zwei Stege 10 aufweisen, beschrieben. Es ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch möglich, Brücken 43 mit mehr als zwei Stegen 10 herzustellen.

Liste der Bezugszeichen

- 1 Fahrbahnplatte
- 2 Fahrbahnplattenelement
- 3 Querbalken
- 4 Oberseite eines Querbalkens
- 5 Platte
- 6 Querbewehrung einer Fahrbahnplatte
- 7 Längsbewehrung einer Fahrbahnplatte
- 8 Oberseite einer Fahrbahnplatte
- 9 Aufbeton
- 10 Steg
- 11 Fertigteilträger
- 12 Wandplatte
- 13 Bodenplatte
- 14 Obergurt
- 15 Fachwerk
- 16 Stab eines Fachwerks
- 17 Diagonale
- 18 Vertikalstab
- 19 Füllbeton
- 20 Anhebepunkt
- 21 Verband
- 22 Dichtstreifen
- 23 Spannglied
- 24 Umlenkstelle
- 25 Auflagerbauteil
- 26 Querträger
- 27 Montagelager
- 28 Druckbewehrung
- 29 Teilstück
- 30 Versetzgerät
- 31 Versetzträger
- 32 Rahmen

33	Rahmenstütze
34	Rahmenriegel
35	Kranträger
36	Laufkatze
37	Hubeinrichtung
38	Zugglied
39	Rollenbock
40	Konsole
41	Fuge
42	Traggerüst
43	Brücke
44	Pfeiler
45	Lager
46	Übergabepplatz
47	Einbauort
48	Bewehrungsschlaufe
49	Verankerung eines Spannglieds
50	Vorbauschnabel
51	Muffe
52	Bewehrungsstab
53	Verbindungselement
54	Widerlager
55	Vergussmörtel
56	Pylon
57	Kopplung
58	Fertigteilplatte
59	Winkelstahl
60	Kranschiene
61	Aussparung
62	Aufkantung
63	Verdrängungskörper
64	Schicht
65	Traverse

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauabschnitts einer Brücke (43) aus bewehrtem Beton oder Spannbeton mit einem Plattenbalkenquerschnitt, der mindestens einen Steg (10) und eine Fahrbahnplatte (1) mit mindestens einer Auskragung aufweist, wobei das Verfahren zur Herstellung eines Bauabschnitts, dessen Länge näherungsweise dem Abstand zwischen zwei Pfeilern (44) entspricht, folgende Schritte umfasst:
 - a- Bereitstellen mindestens eines Fertigteilträgers (11) mit einem trogförmigen Querschnitt, der eine Bodenplatte (13) und zwei Wandplatten (12) aufweist, aus bewehrtem Beton;
 - b- Bereitstellen von Fahrbahnplattenelementen (2),
 - wobei ein Fahrbahnplattenelement (2) mindestens zwei Platten (5) und mindestens einen Querbalken (3) aufweist;
 - wobei die Platten (5) aus bewehrtem Beton oder Spannbeton hergestellt sind;
 - wobei der mindestens eine Querbalken (3) aus bewehrtem Beton, Spannbeton oder Baustahl hergestellt ist;
 - wobei die Platten (5) im Grundriss mit vier Eckpunkten ausgebildet sind;
 - wobei die mindestens zwei Platten (5) durch den mindestens einen Querbalken (3) verbunden sind;
 - wobei der mindestens eine Querbalken (3) im Grundriss unter einem Winkel von 70° bis 90° zu der Längsachse der Brücke (43) angeordnet ist;
 - wobei der mindestens eine Querbalken (3) mit einer Höhe hergestellt ist, so dass die größte Höhe des Querbalkens (3) größer ist als die größte Dicke der mindestens zwei Platten (5);
 - wobei zwei gegenüberliegende Ränder von einer Platte (5) unter einem Winkel von 70° bis 90° zu der Längsachse der Brücke (43) angeordnet sind;
 - wobei die zwei übrigen gegenüberliegenden Ränder von jeder Platte (5) unter einem Winkel von 0° bis 20° zu der Längsachse der Brücke (43) angeordnet sind; und
 - wobei mindestens ein Rand einer ersten Platte (5) und ein Rand einer zweiten Platte (5) einen Abstand zueinander aufweisen, der näherungsweise der Breite an der Oberseite des mindestens einen Fertigteilträgers (11) entspricht, wobei die Ränder unter einem Winkel von 0° bis 20° zu der Längsachse der Brücke (43) angeordnet sind;
 - gekennzeichnet durch
 - c- Positionieren des mindestens einen Fertigteilträgers (11) am Einbauort (47) an der Stelle, an der im Bauendzustand der mindestens eine Steg (10) der Brücke (43) angeordnet ist,
 - d- Auflegen mindestens eines Fahrbahnplattenelements (2) und vorzugsweise der gesamten Fahrbahnplattenelemente (2) für einen Bauabschnitt auf dem mindestens einen Fertigteilträger (11);
 - e- Einbringen von Füllbeton (19) in den mindestens einen Fertigteilträger (11) zur Herstellung des mindestens einen Steges (10);
 - f- Aufbringen von Aufbeton (9) auf die Fahrbahnplattenelemente (2) zur Herstellung der Fahrbahnplatte (1); und
 - g- gegebenenfalls Wiederholen der in a bis f beschriebenen Arbeitsschritte zur Herstellung eines weiteren Bauabschnitts der Brücke (43).
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Schritte:

- a- Bereitstellen des mindestens einen Fertigteilträgers (11) mit einem trogförmigen Querschnitt;
- b- Transportieren des mindestens einen Fertigteilträgers (11) durch ein Versetzgerät (30) von einem Übergabeplatz (46) zum Einbauort (47);
- c- Positionieren des mindestens einen Fertigteilträgers (11) am Einbauort (47) mit Hilfe des Versetzgeräts (30) an der Stelle, an der im Bauendzustand der mindestens eine Steg (10) der Brücke (43) angeordnet ist;
- d- Auflegen der Fahrbahnplattenelemente (2) auf den mindestens einen Fertigteilträger (11);
- e- Einbringen von Füllbeton (19) zur Herstellung des mindestens einen Steges (10) in den mindestens einen Fertigteilträger (11) am Einbauort (47);
- f- Aufbringen von Aufbeton (9) zur Herstellung der Fahrbahnplatte auf die Fahrbahnplattenelemente (2); und
- g- Wegbewegen des Versetzgeräts (30) vom Einbauort (47) und gegebenenfalls Verbringen des Versetzgeräts zum Übergabeplatz (46), um dort mindestens einen weiteren Fertigteilträger (11) für einen Bauabschnitt der Brücke (43) aufzunehmen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Schritte:

- a- Bereitstellen des mindestens einen Fertigteilträgers (11) mit einem trogförmigen Querschnitt;
- b- Transportieren des mindestens einen Fertigteilträgers (11) zu einem Übergabeplatz (46), wobei der Fertigteilträger (11) mit Hilfe eines Krans angehoben und an dem Einbauort (47) an der Stelle positioniert wird, an der im Bauendzustand der mindestens eine Steg (10) der Brücke (43) angeordnet ist;
- c- Auflegen von Fahrbahnplattenelementen (2) auf den mindestens einen Fertigteilträger (11);
- d- Einbringen von Füllbeton (19) zur Herstellung des mindestens einen Steges (10) in den mindestens einen Fertigteilträger (11) am Einbauort (47);
- e- Aufbringen von Aufbeton (9) zur Herstellung der Fahrbahnplatte (1) auf die Fahrbahnplattenelemente (2); und
- f- Wegbewegen des Krans vom Einbauort (47) und gegebenenfalls Verbringen des Krans in ein angrenzendes Feld, um dort mindestens einen weiteren Fertigteilträger (11) für den nächsten Bauabschnitt der Brücke (43) anzuheben.

4. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Schritte:

- a- Bereitstellen des mindestens einen Fertigteilträgers (11) mit einem trogförmigen Querschnitt;
- b- Transportieren mindestens eines ersten Fertigteilträgers (11) zu einem Übergabeplatz (46);
- c- Auflegen von Fahrbahnplattenelementen (2) auf den mindestens einen ersten Fertigteilträger (11) und kraftschlüssiges Verbinden der Fahrbahnplattenelemente (2) mit dem mindestens einen ersten Fertigteilträger (11);
- d- Verschieben des mindestens einen ersten Fertigteilträgers (11) und der Fahrbahnplattenelemente (2) durch eine Verschiebeeinrichtung vom Übergabeplatz (46) in Längsrichtung der Brücke (43) in Richtung der endgültigen Position des mindestens einen ersten Fertigteilträgers (11), bis der mindestens eine erste Fertigteilträger (11) den Übergabeplatz (46) verlassen hat;
- e- kraftschlüssiges Verbinden mindestens eines weiteren Fertigteilträgers (11) am Übergabeplatz (46) mit dem mindestens einen ersten Fertigteilträger (11);

- f- Auflegen von Fahrbahnplattenelementen (2) auf den mindestens einen weiteren Fertigteilträger (11) und Verbinden der Fahrbahnplattenelemente (2) mit dem mindestens einen weiteren Fertigteilträger (11);
 - g- Verschieben des mindestens einen ersten Fertigteilträgers (11), des mindestens einen weiteren Fertigteilträgers (11) und der mit den Fertigteilträgern (11) verbundenen Fahrbahnplattenelemente (2) durch eine Verschiebeinrichtung in Längsrichtung der Brücke (43) in Richtung der endgültigen Position der Fertigteilträger (11), bis der mindestens eine weitere Fertigteilträger (11) den Übergabepplatz (46) verlassen hat;
 - h- Wiederholen der Arbeitsschritte e bis g so oft, bis der mindestens eine erste Fertigteilträger (11) seine endgültige Position erreicht hat;
 - i- Einbringen von Füllbeton (19) in die Fertigteilträger (11) zur Herstellung des mindestens einen Steges (10); und
 - j- Aufbringen von Aufbeton (9) zur Herstellung der Fahrbahnplatte (1) auf die Fahrbahnplattenelemente (2).
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Fertigteilträger (11) am Übergabepplatz (46) oder am Einbauort (47) aus Teilstücken (29) zusammengesetzt wird und die Teilstücke (29) kraftschlüssig miteinander verbunden werden.
 6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass während des Einbringens des Füllbetons (19) und/oder während des Aufbringens des Aufbetons (9) mindestens ein Fertigteilträger (11) durch mindestens ein Zugglied (38) und/oder mindestens ein Traggerüst (42) und/oder durch ein Vorschubgerüst unterstützt wird.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in dem mindestens einen Fertigteilträger (11), zwischen den Wandplatten (12) in dem von der Bodenplatte (13) entfernten Bereich, mindestens ein Obergurt (14) ausgebildet ist.
 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Obergurte (14) aus bewehrtem Beton ausgebildet sind und die Obergurte (14) durch Anschlussbewehrung an die zwei Wandplatten (12) des mindestens einen Fertigteilträgers (11) angeschlossen sind.
 9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Obergurt (14) durch ein Fachwerk (15) mit der Bodenplatte (13) des mindestens einen Fertigteilträgers (11) verbunden ist.
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Obergurt (14) und/oder die Stäbe (16) des Fachwerks (15) aus bewehrtem Beton, aus Spannbeton, aus Bewehrungsstäben (52) oder aus Baustahl hergestellt sind.
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine trogförmige Fertigteilträger (11) in einem Bereich, der im Bauendzustand in der Nähe eines Pfeilers (44) angeordnet ist, mit einer größeren Breite und/oder größeren Höhe als in einem von den Pfeilern (44) entfernten Bereich hergestellt ist.
 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die obere Längsbewehrung (7) der Fahrbahnplatte (1) in der ersten Lage von oben und die obere Querbewehrung (6) der Fahrbahnplatte (1) in der zweiten Lage von oben angeordnet wird und in mindestens einem Querbalken (3) von einem Fahrbahnplattenelement (2) mindestens ein Bewehrungsstab (52) der oberen Querbewehrung (6) angeordnet wird.
 13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Bewehrungsstab (52) nur zu einem Teil in den Beton des mindestens einen Querbalkens

- (3) eingebettet ist und der Abstand zwischen der Oberseite des mindestens einen Bewehrungsstabes (52) und der oberen Betonoberfläche des mindestens einen Querbalkens (3) mindestens ein Zehntel und maximal zwei Drittel und vorzugsweise die Hälfte des Durchmessers des Bewehrungsstabes (52) beträgt.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Querbalken (3) an mindestens einer Stelle, vorzugsweise entlang seiner gesamten Längserstreckung, so hoch ausgebildet ist, dass der Abstand zwischen der Oberseite (8) der Fahrbahnplatte (1) und der Oberseite (4) des Querbalkens (3) kleiner als die Summe aus Betonüberdeckung zur oberen Längsbewehrung (7), dem Durchmesser der oberen Längsbewehrung (7) und von zwei Dritteln des Durchmessers der oberen Querbewehrung (6) der Fahrbahnplatte (1) ist.
 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass in der Fahrbahnplatte (1) in Längsrichtung der Brücke (43) angeordnete Spannglieder (23) verlegt werden und die Verankerungen (49) dieser Spannglieder (23) in den Querbalken (3) der Fahrbahnplattenelemente (2) angeordnet werden.
 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Oberseite von mindestens einer Wandplatte und/oder mindestens einem Obergurt (14) ein Dichtstreifen (22) aufgelegt wird.
 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Fuge (41) zwischen zwei in Längsrichtung der Brücke (43) hintereinander angeordneten Fertigteilträgern (11) in einem Abstand von weniger als drei Metern von der Achse eines Pfeilers (44) angeordnet wird und dass die beiden Fertigteilträger (11) durch eine in den Bodenplatten (13) oder in einem Abstand von weniger als einem halben Meter über den Bodenplatten (13) angeordnete Druckbewehrung (28), die die Fuge (41) zwischen den beiden Fertigteilträgern (11) kreuzt, miteinander gekoppelt werden.
 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Fertigteilträger (11) durch einen Querträger (26) miteinander verbunden werden.
 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Verbindungselement (53) in einen trogförmigen Fertigteilträger (11) eingebaut wird und dass durch das Verbindungselement (53) ein Punkt von einer ersten Wandplatte (12) mit einem gegenüberliegenden Punkt einer zweiten Wandplatte (12) verbunden wird.
 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Verdrängungskörper (63) in einem Fertigteilträger (11) eingebaut wird.
 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Fahrbahnplattenelemente (2) vor dem Versetzen am Einbauort (47) durch Bewehrung und eine erste Schicht (64) aus Aufbeton (9) oder eine alternative Verbindungstechnik miteinander verbunden werden.
 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Auflegen der Fahrbahnplattenelemente (2) auf die Fertigteilträger (11) die Fahrbahnplattenelemente (2) mit den Fertigteilträgern (11) kraftschlüssig verbunden werden.
 - 23.

Fig.1

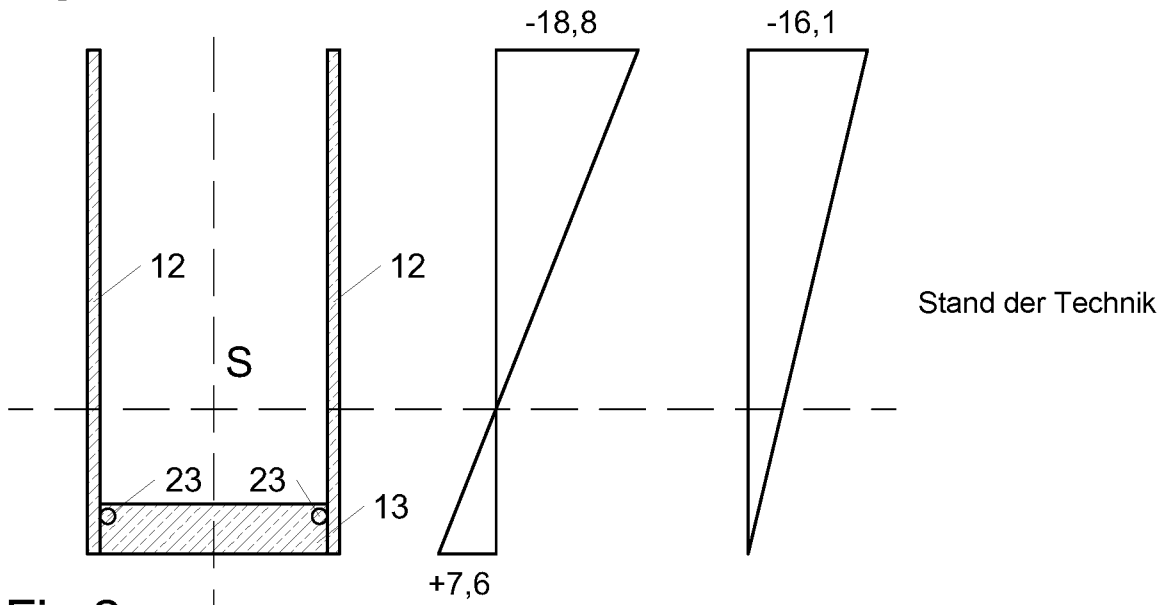


Fig.2

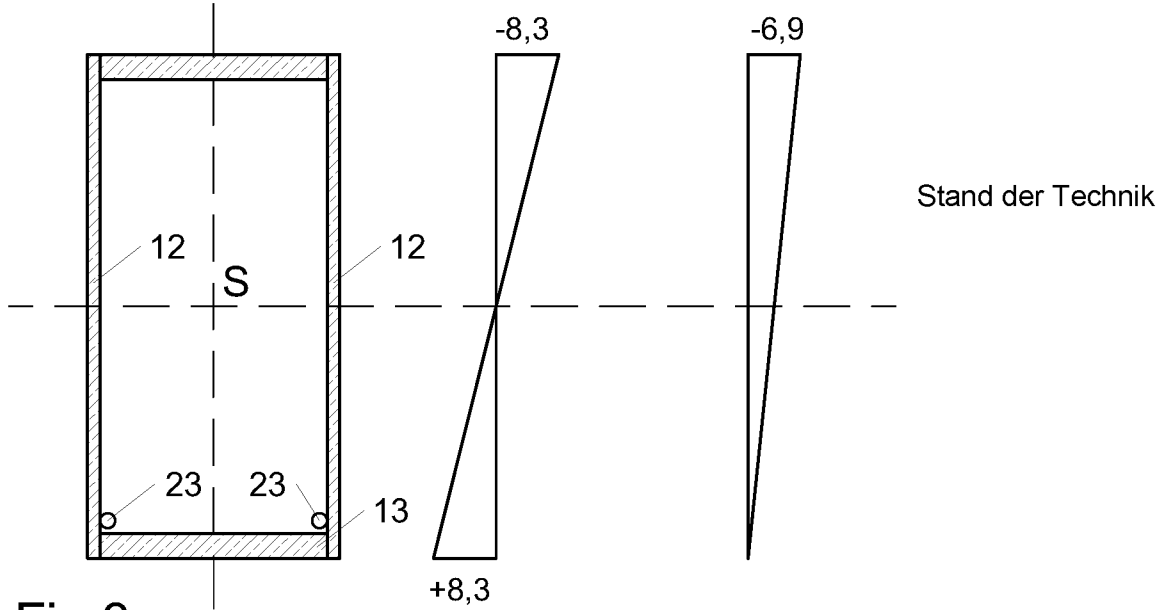


Fig.3

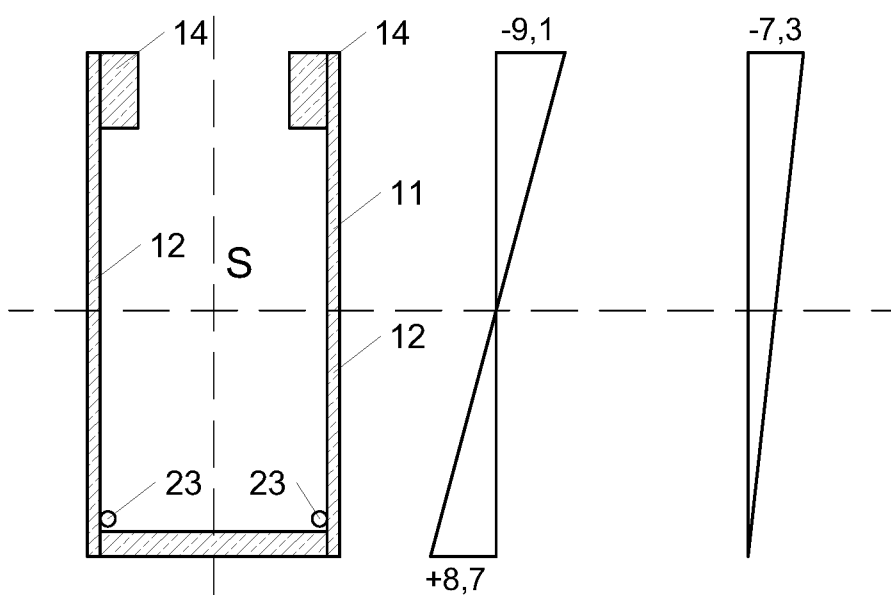


Fig.4

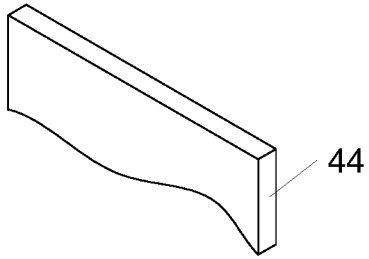
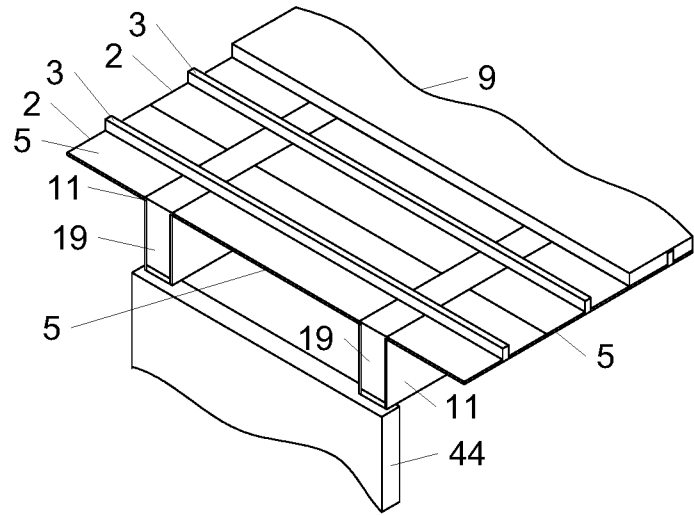


Fig.5

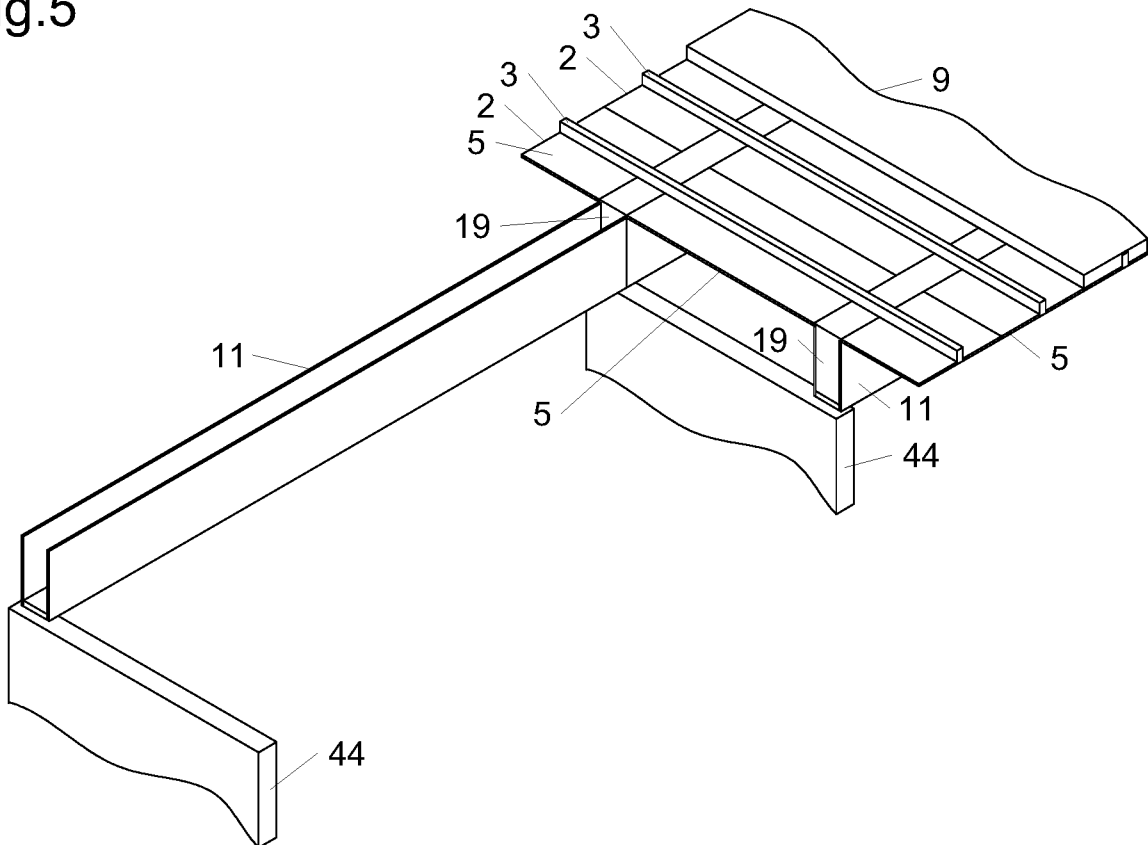


Fig.6

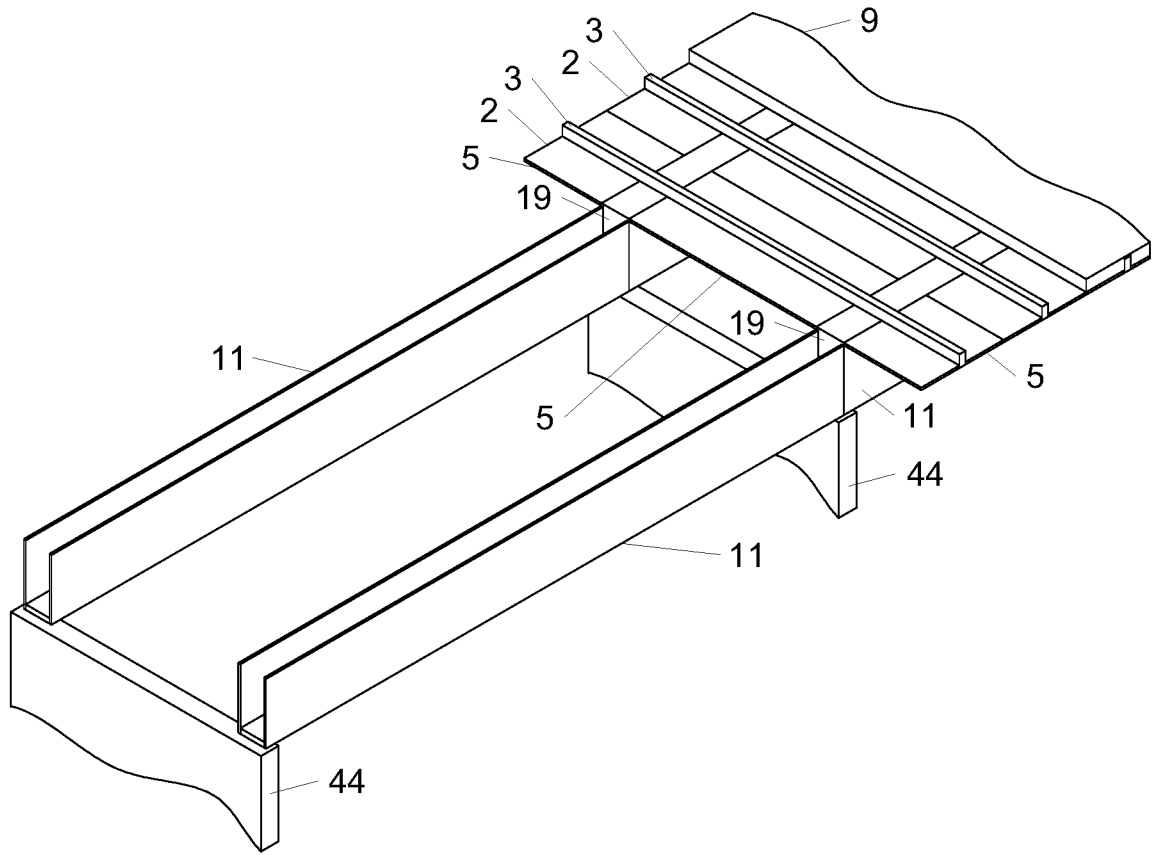


Fig.7

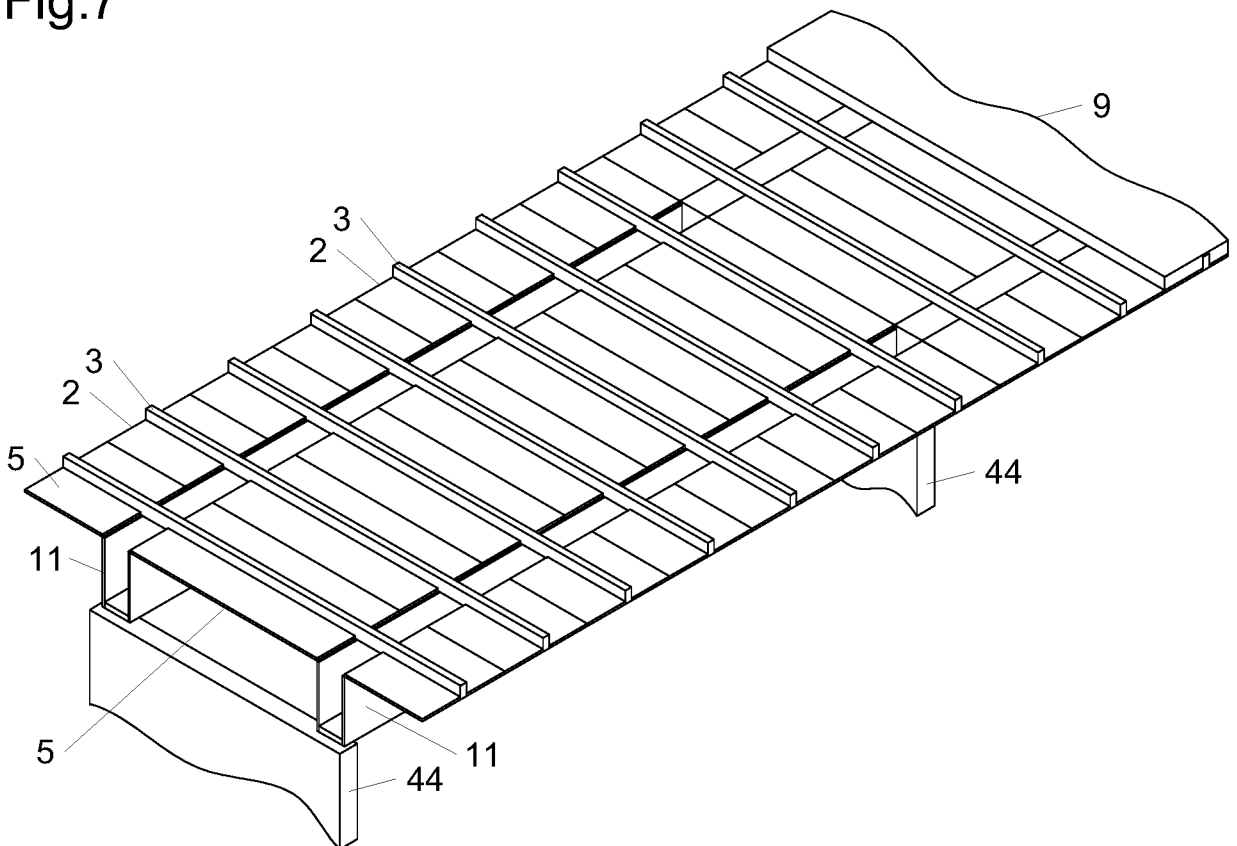


Fig.8

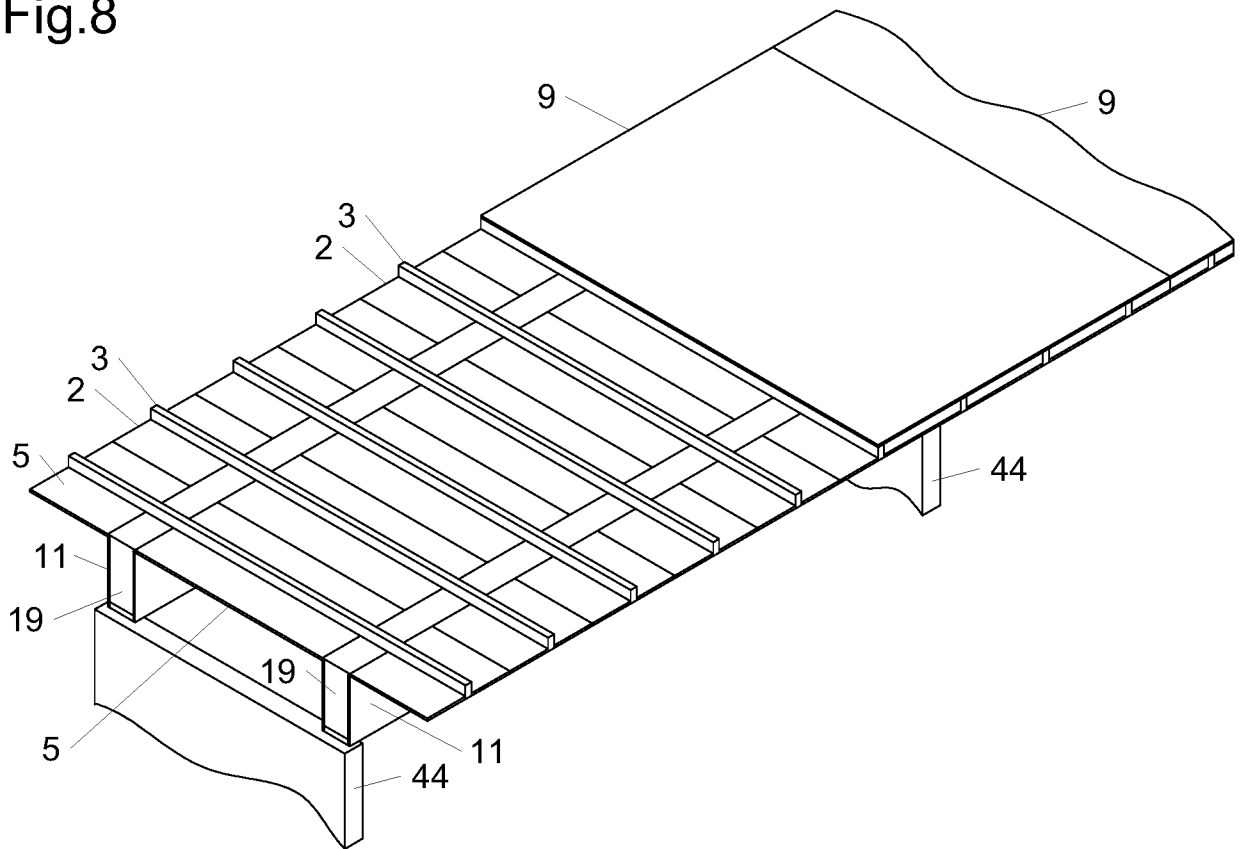
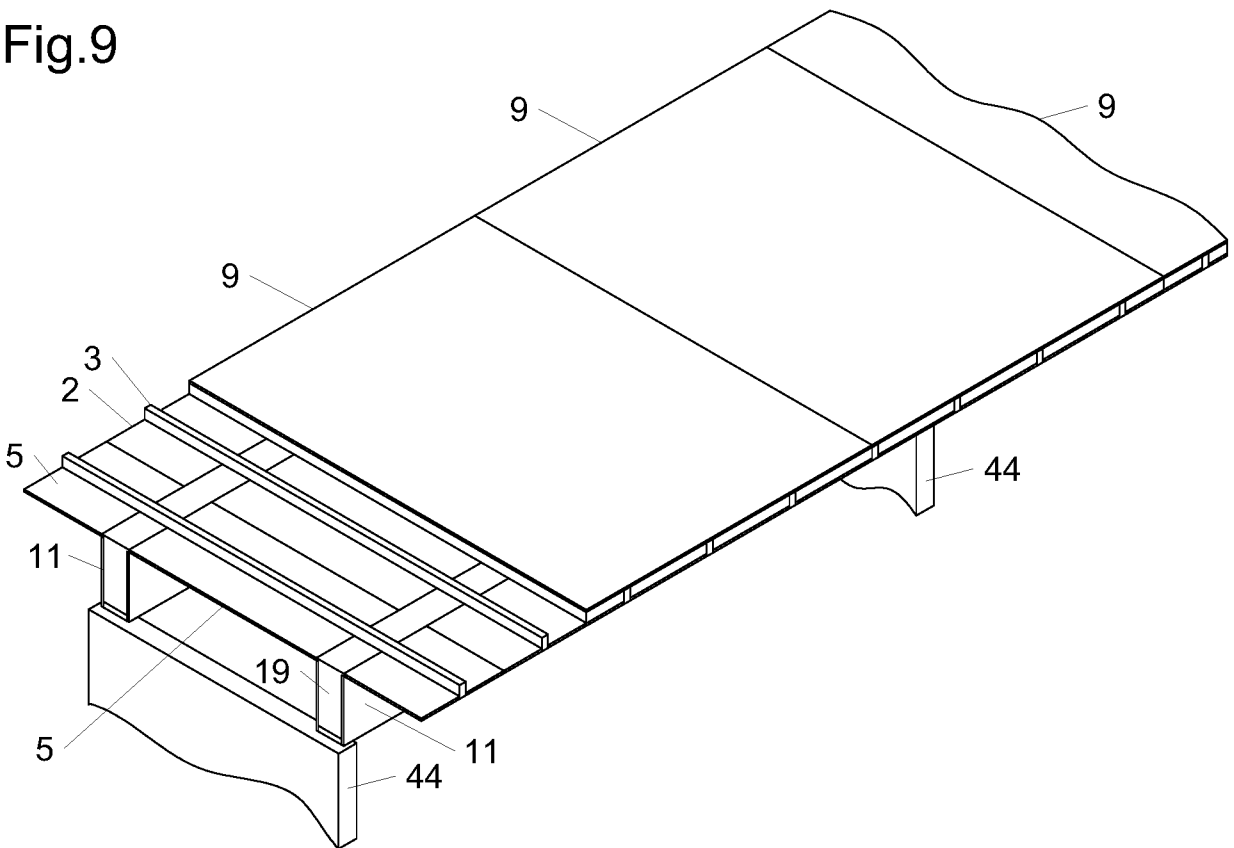


Fig.9



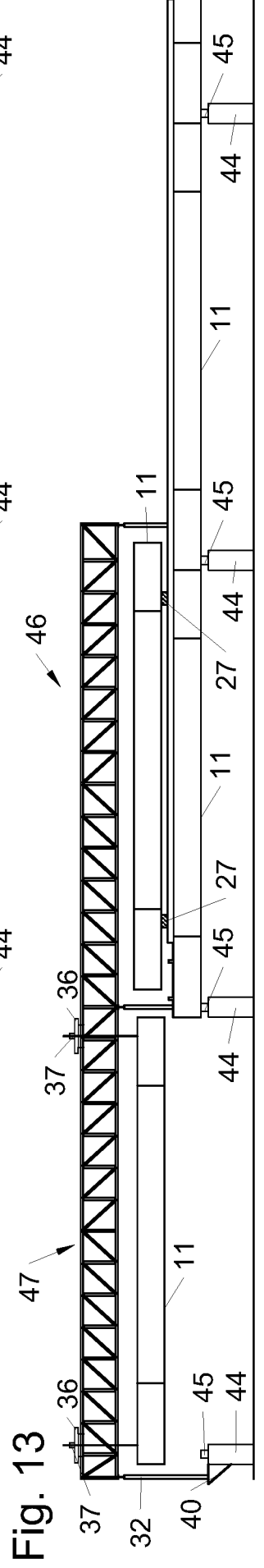
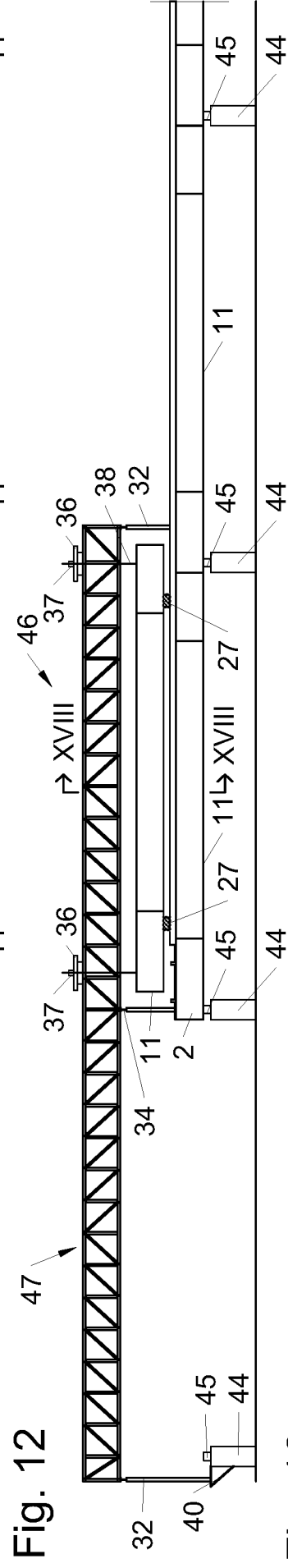
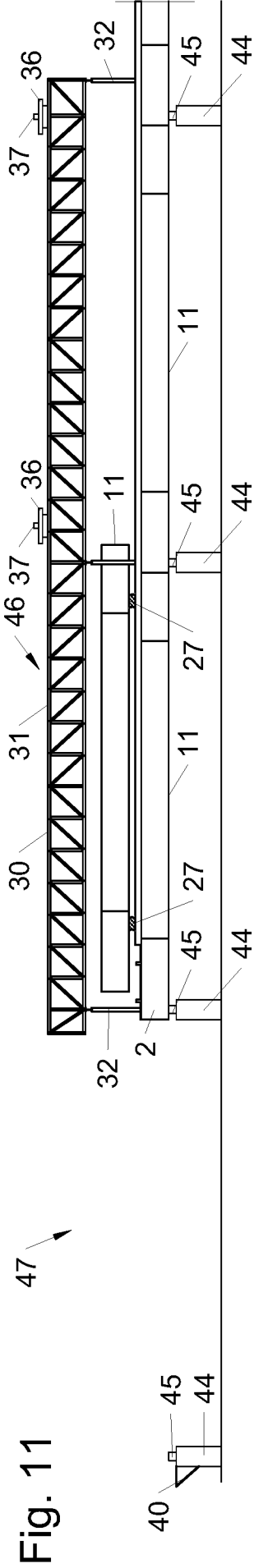
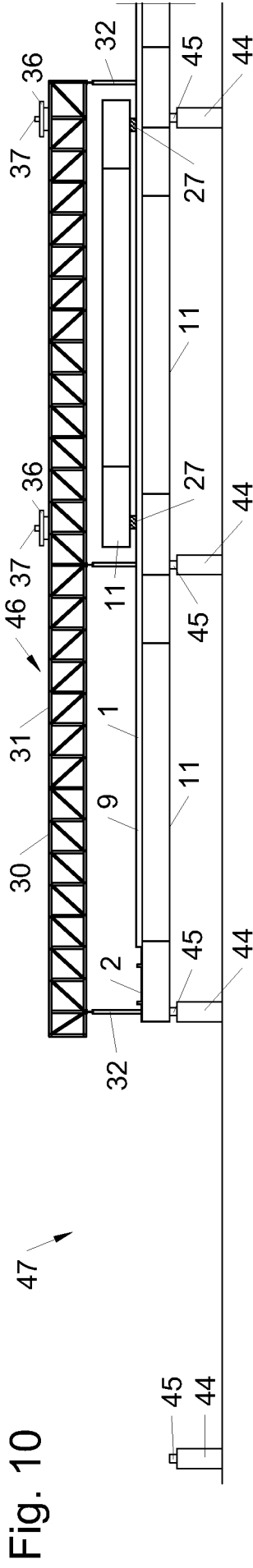


Fig. 14

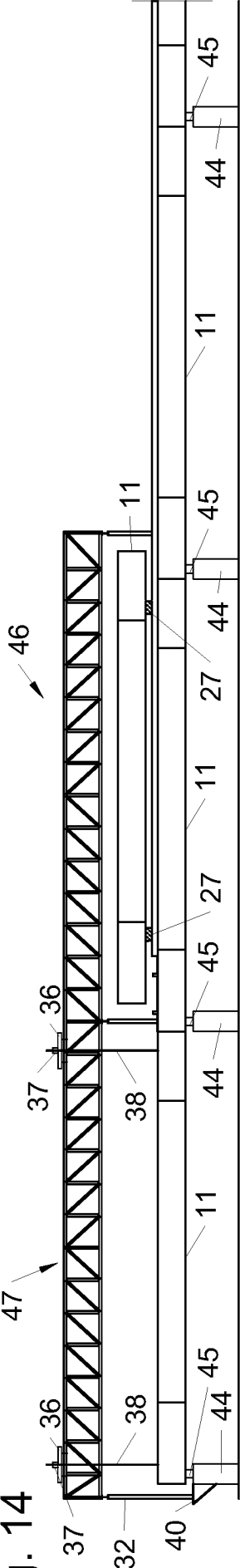


Fig. 15

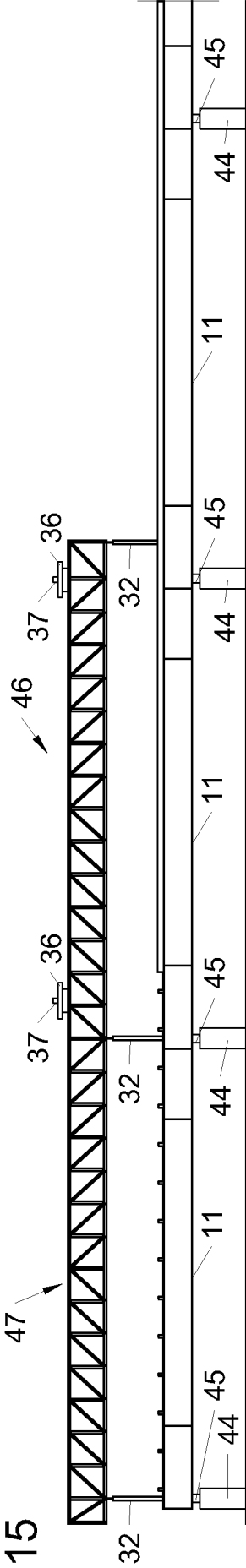


Fig. 16

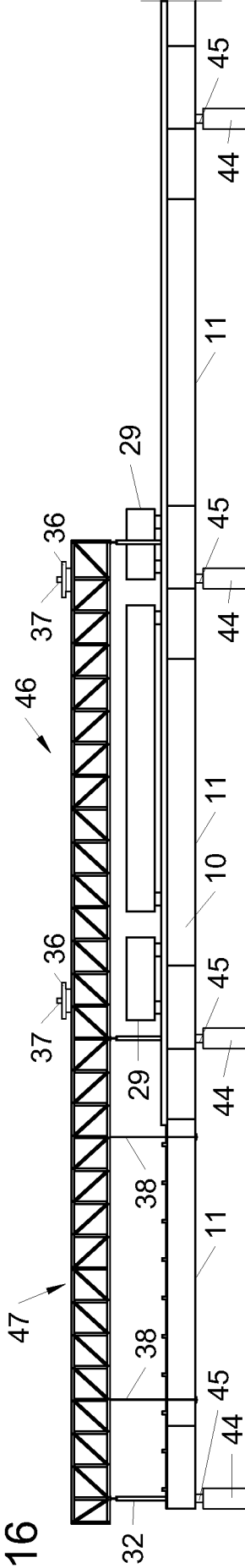


Fig. 17

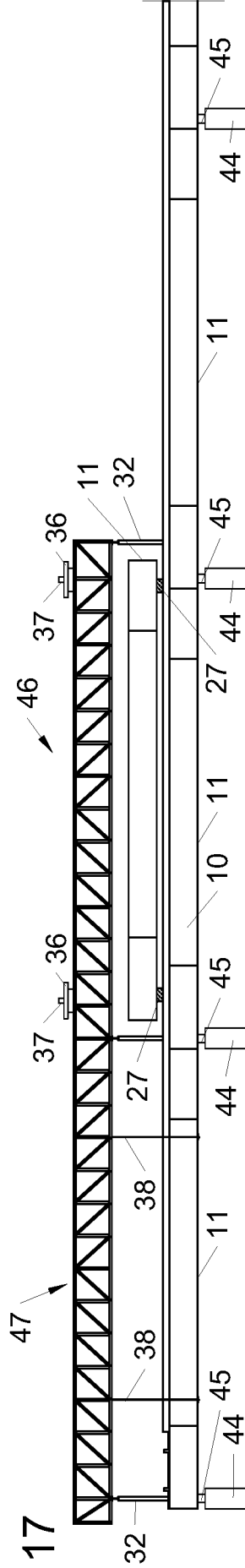


Fig. 20

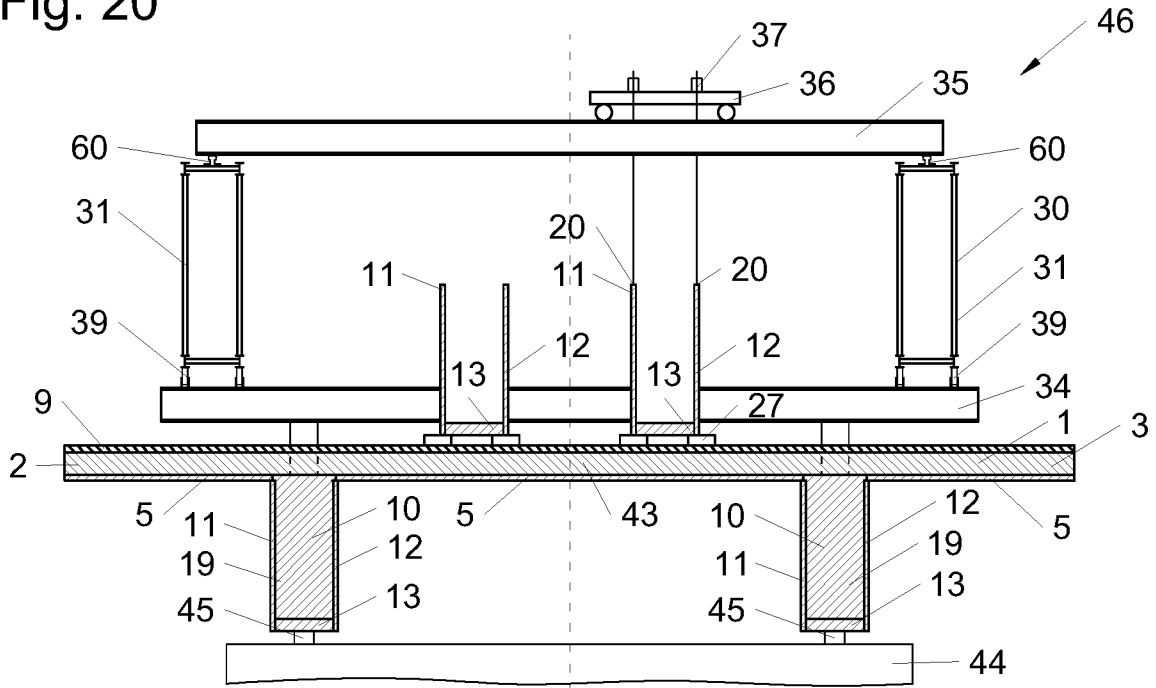


Fig. 21

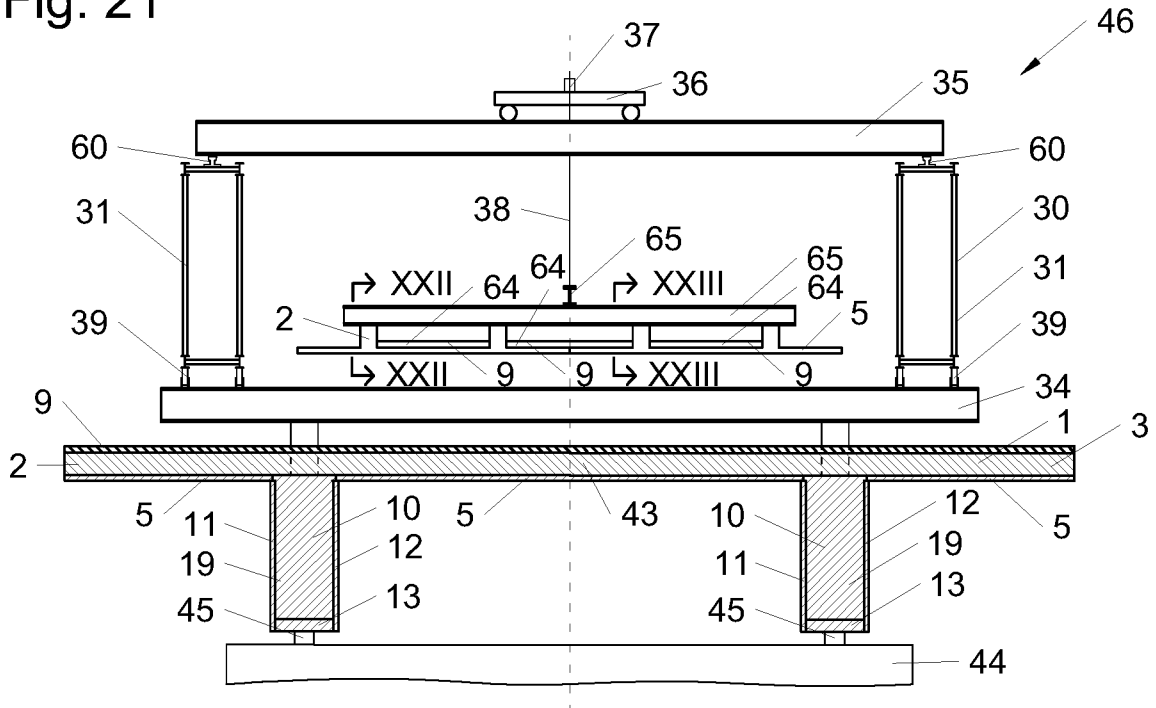


Fig. 22

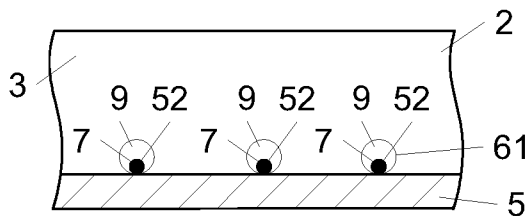


Fig. 23

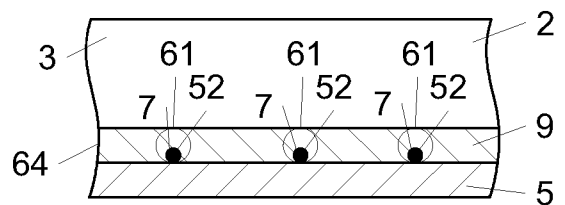


Fig. 24

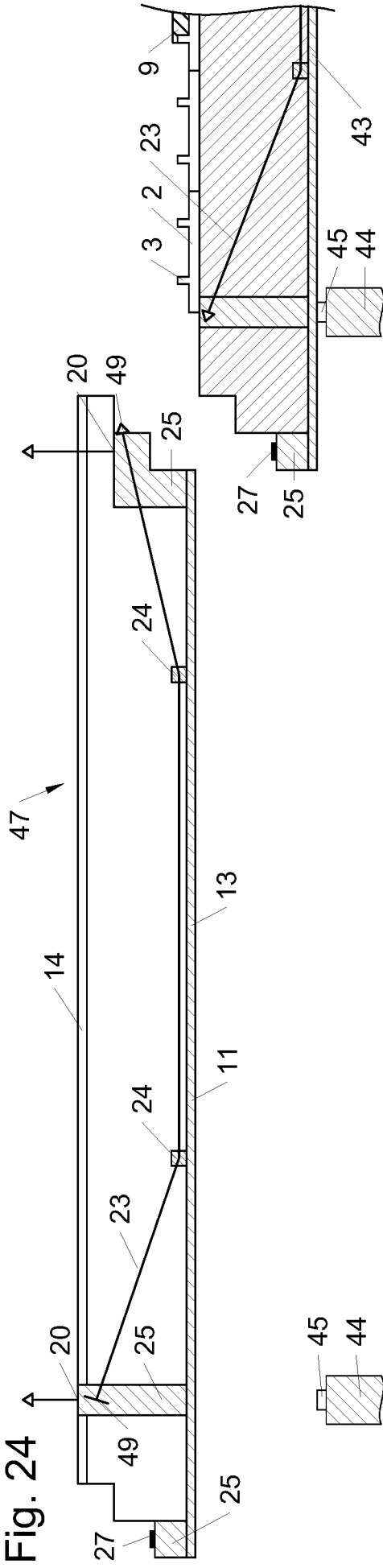


Fig. 25

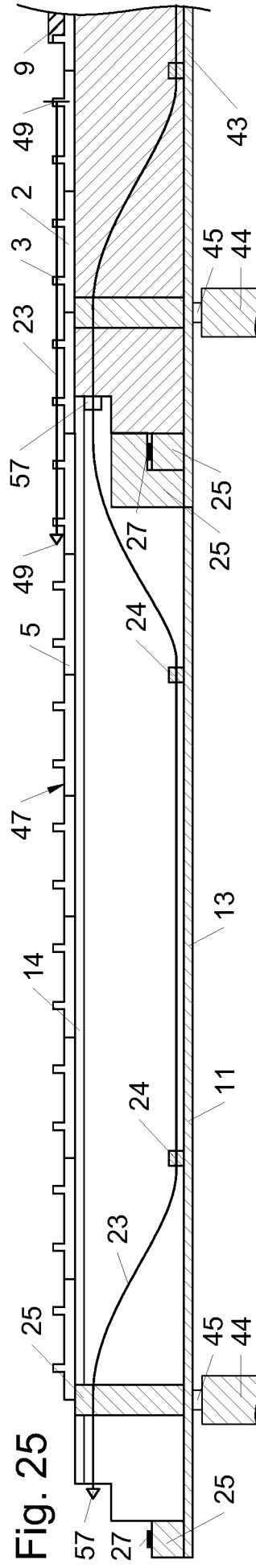


Fig. 26

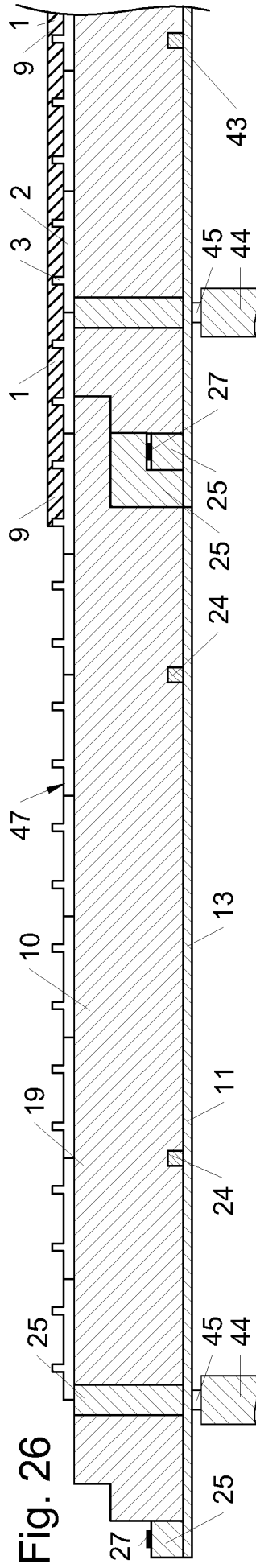


Fig. 29

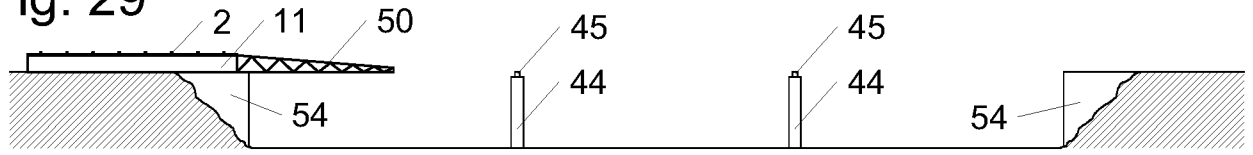


Fig. 30

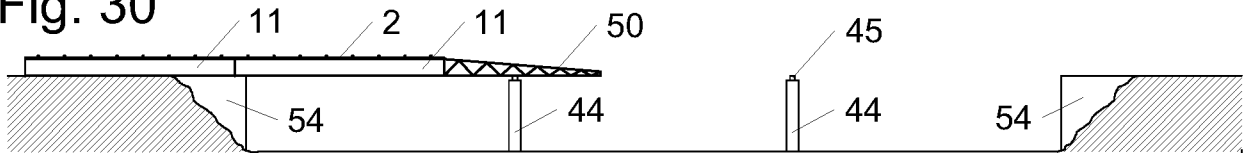


Fig. 31

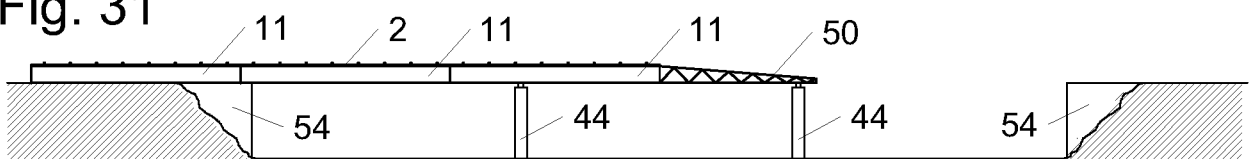


Fig. 32

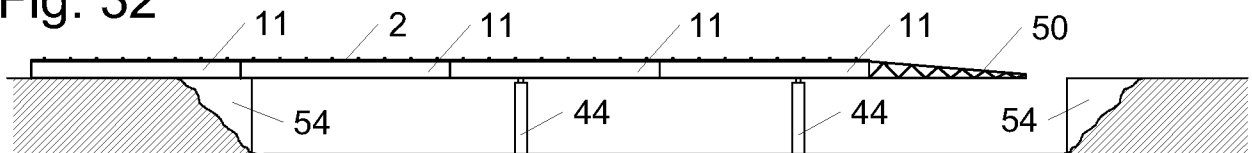


Fig. 33

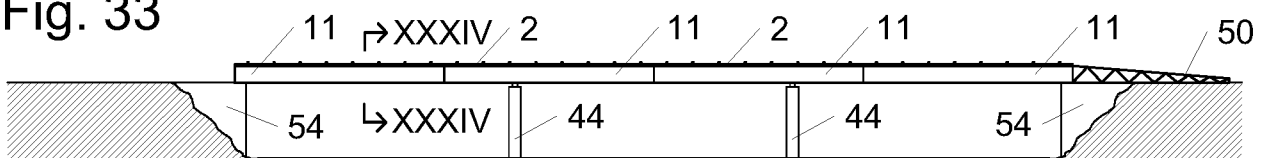


Fig. 34

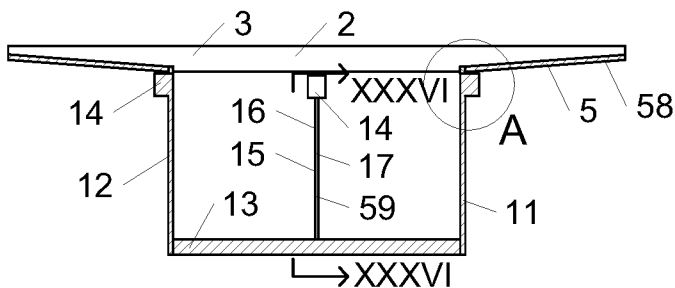


Fig. 35

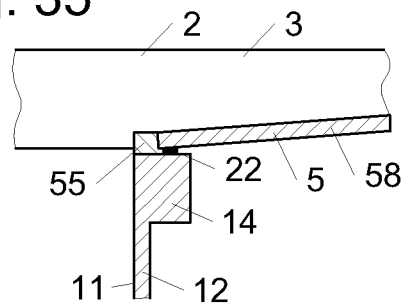


Fig. 36

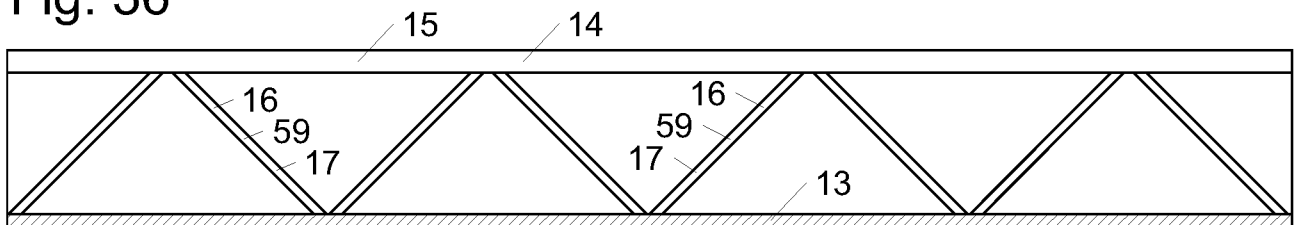


Fig. 37

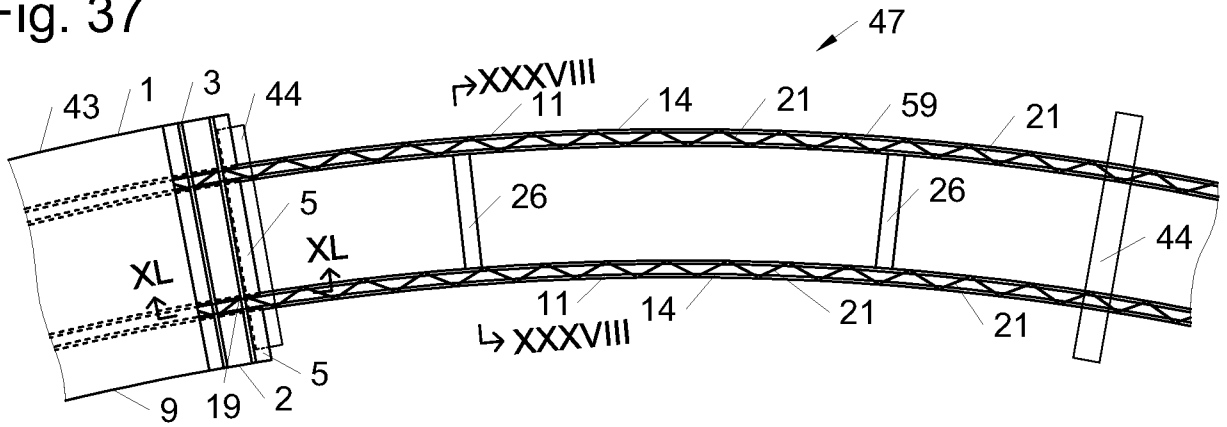


Fig. 38

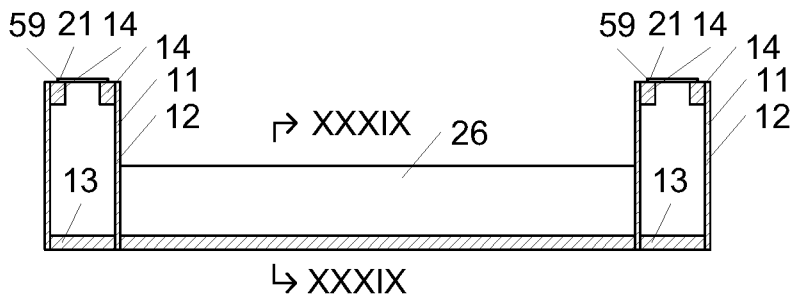


Fig. 39

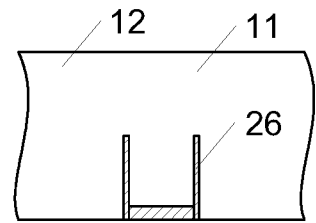


Fig. 40

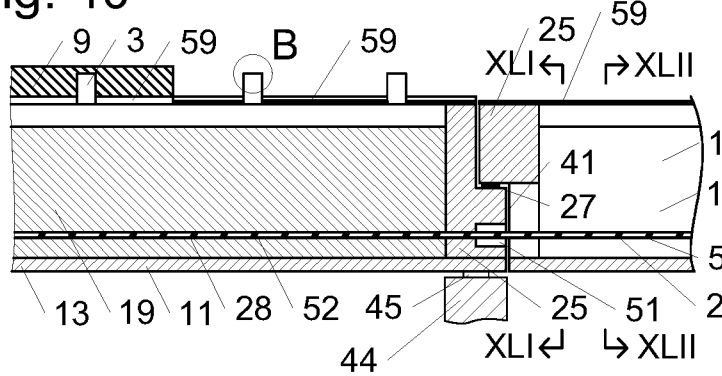


Fig. 41

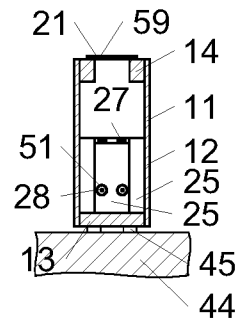


Fig. 42

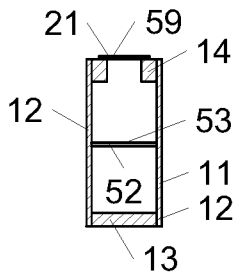


Fig. 43

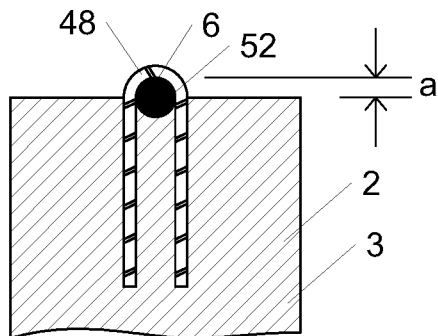


Fig. 44

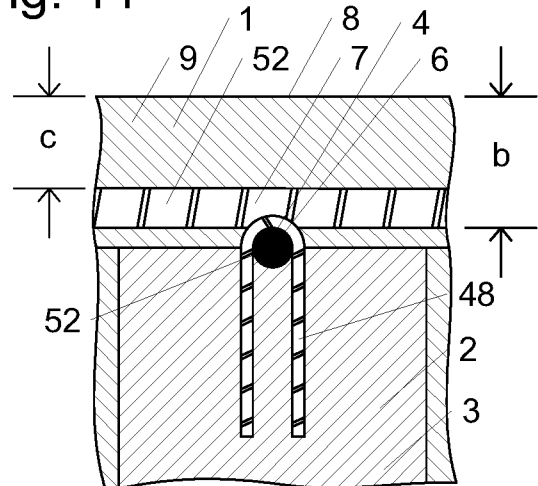


Fig. 45

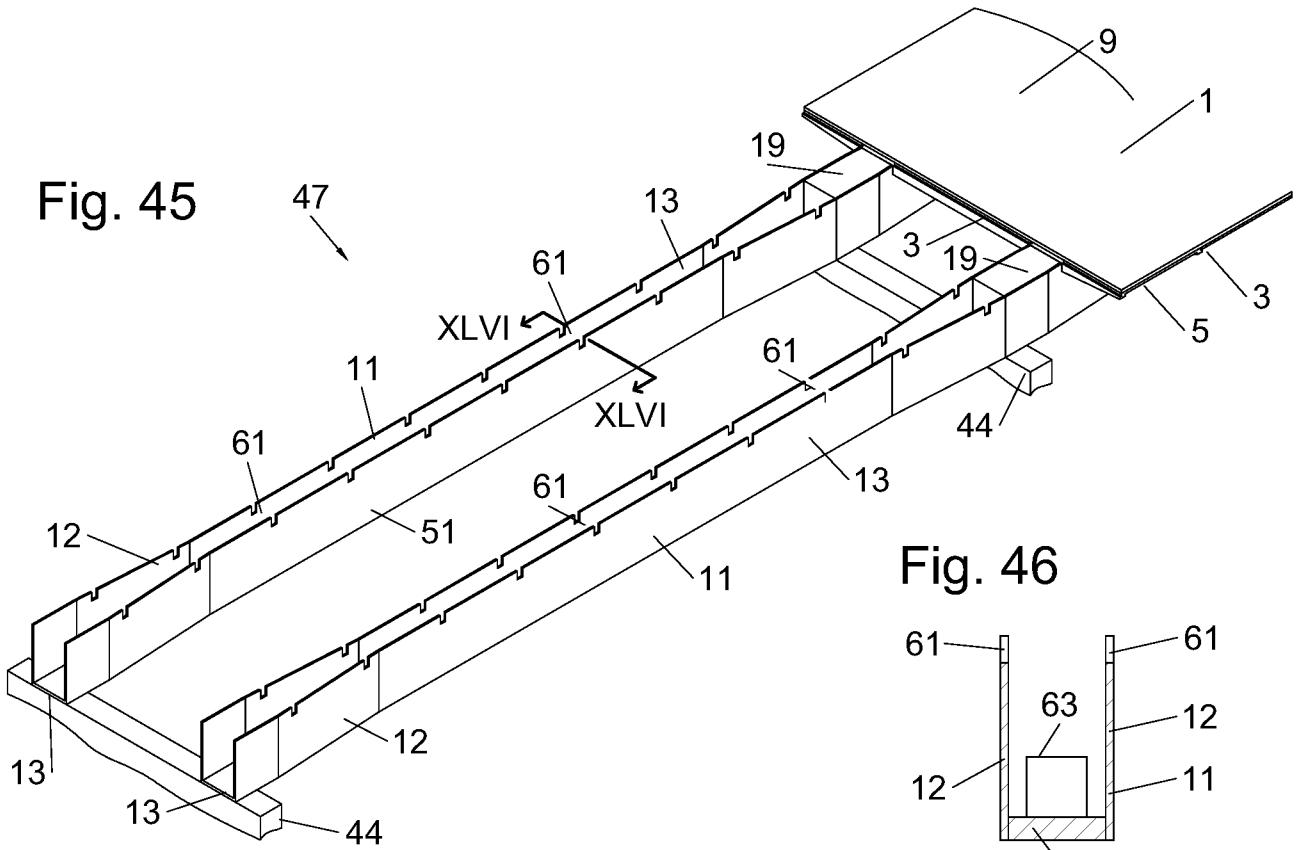


Fig. 46

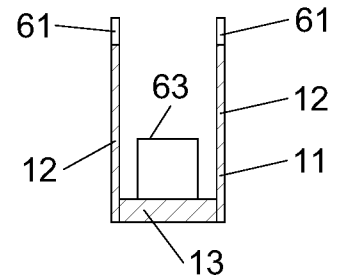


Fig. 47

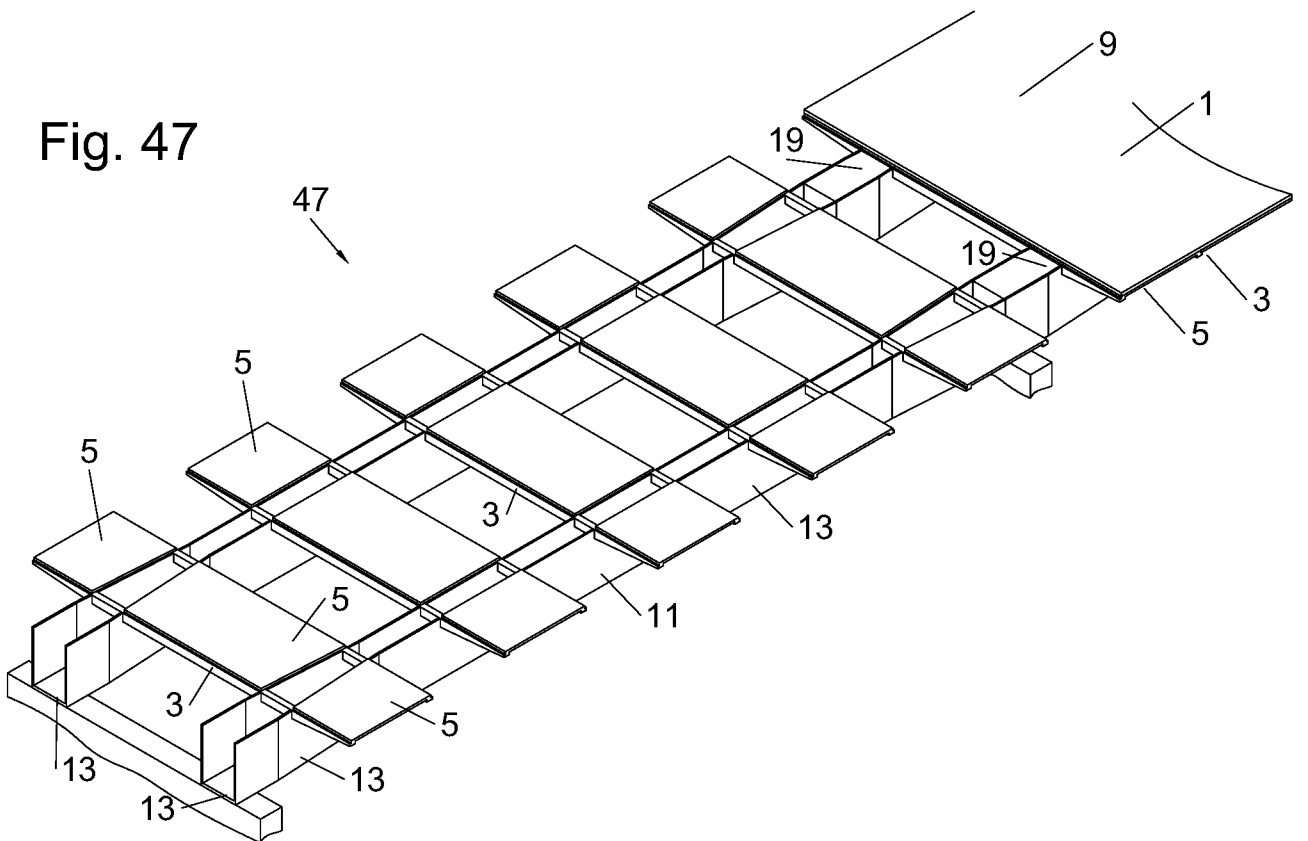


Fig. 48

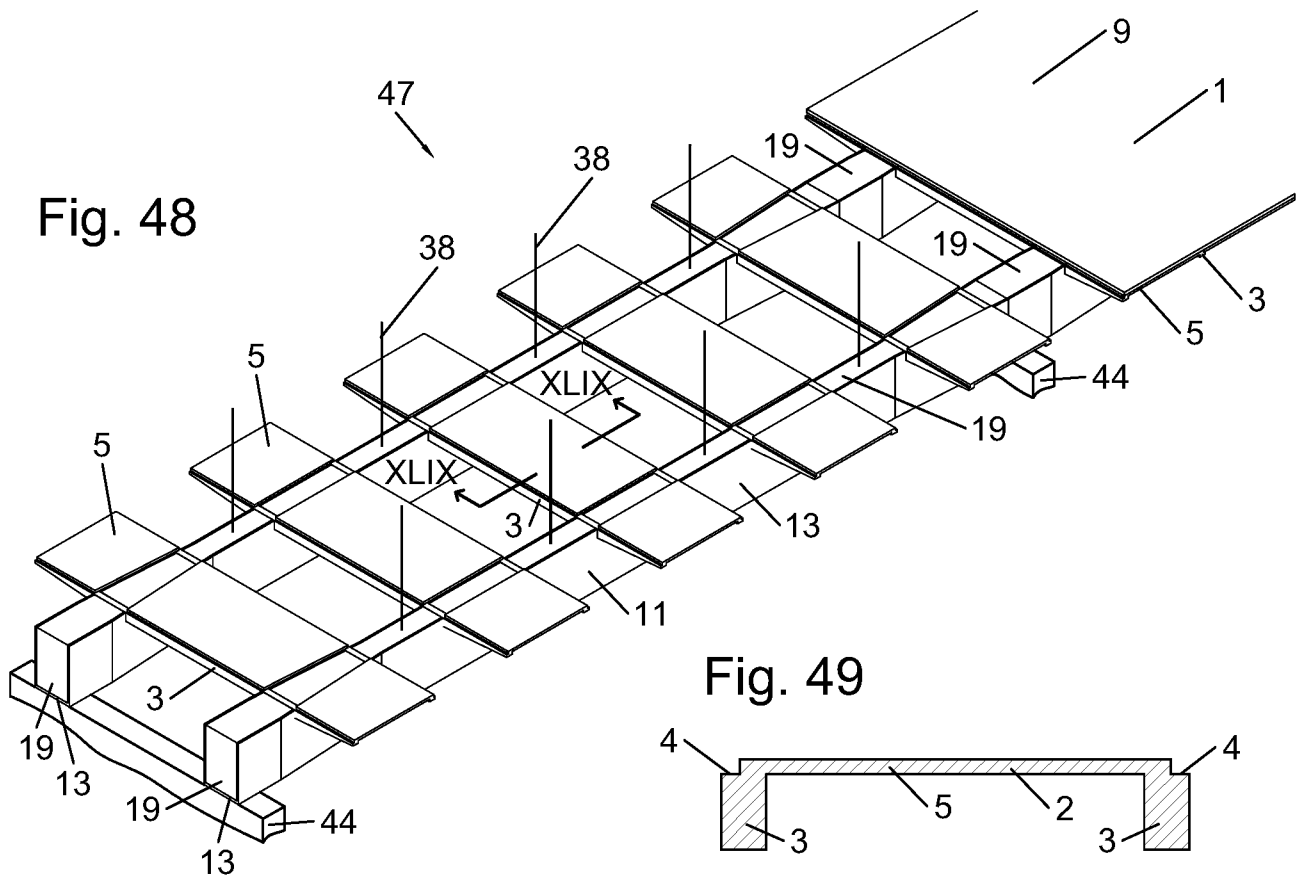


Fig. 49

Fig. 50

