



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.08.2010 Patentblatt 2010/33

(51) Int Cl.:
E01D 2/00 (2006.01) E04C 3/293 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10001460.4**

(22) Anmeldetag: **12.02.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(71) Anmelder: **SSF Ingenieure GmbH**
80804 München (DE)

(72) Erfinder: **Seidl, Günter**
10965 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Beckord, Klaus**
Marktplatz 17
83607 Holzkirchen (DE)

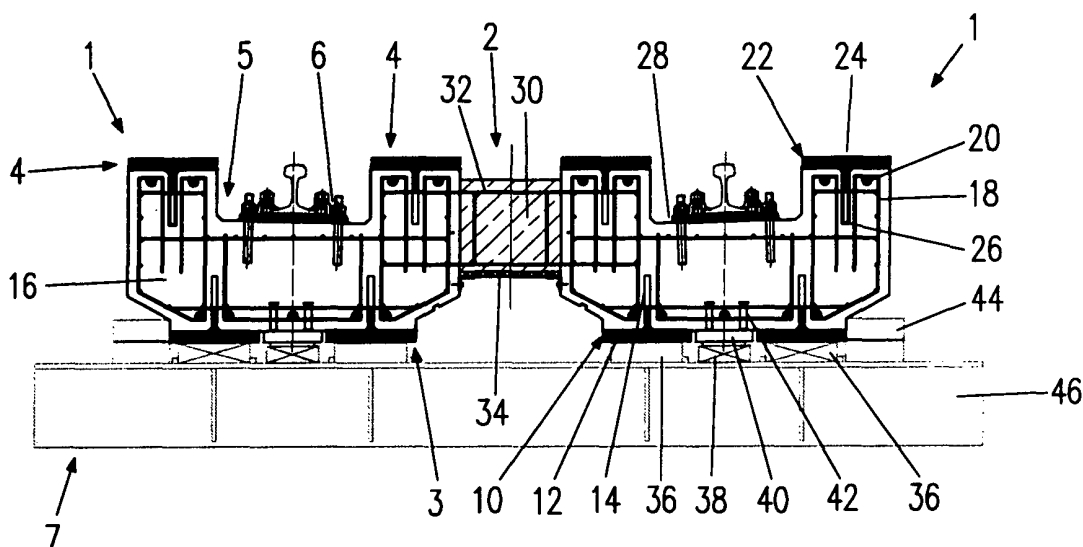
(30) Priorität: **13.02.2009 DE 102009008826**

(54) **Brücke für Eisenbahnen sowie Längsträger und Verfahren für ihre Herstellung**

(57) Brücke für Eisenbahnen mit zwei im Querschnitt nebeneinander angeordneten und untereinander starr verbundenen Längsträgern (1), die einen in Längsrichtung U-förmigen Querschnitt mit einem Untergurt (3) und zwei Obergurten (4) mit einer mittigen Vertiefung (5) zur Aufnahme von Schienenbefestigungen (6) und einer

Schiene aufweisen. Die Längsträger (1) sind jeweils als Stahlbeton-Verbundträger aus einem Stahlträger (10; 22) und einem an ihm anbetonierten Betonträger (16) ausgebildet. Die Erfindung betrifft außerdem einen Längsträger (1) für eine derartige Brücke und ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Längsträgers (1).

Figur 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brücke für Eisenbahnen mit zwei im Querschnitt, also quer zur Längsrichtung nebeneinander angeordneten und untereinander starr zu einem Trägerrost verbundenen Längsträgern. Jeder Träger hat in Längsrichtung einen U-förmigen oder trog- bzw. rinnenförmigen Querschnitt mit einem Untergurt und zwei Obergurten und einer dazwischen liegenden mittigen Vertiefung. Jeder Längsträger kann in seiner Vertiefung Schienenbefestigungen und eine Schiene eines Gleises aufnehmen. Die Erfindung betrifft außerdem einen Längsträger für eine derartige Brücke und ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Längsträgers.

[0002] In der AT 207406 ist eine Brücke von geringer Bauhöhe, insbesondere eine Notbrücke für Eisenbahnen, mit versenkt angeordneten Schienen beschrieben. Die Brücke umfasst zwei Brückenlängsträger aus Stahl, die rinnenförmig oder trogförmig ausgebildet sind und eine Schiene aufnehmen können. Die Längsträger bestehen aus zwei massiven stählernen und abgewinkelten Obergurten und einem Untergurt, die durch Distanzhalter in Form von Stegblechen miteinander verbunden sind. Zwischen den Gurten und den Stegblechen sind in Abständen Querrippen angebracht, die zum Anschluss von Verbindungsstreben zur Verbindung der Längsträger untereinander dienen. Die Längsträger können auf stützenartigen Stahlstützen oder auf Holzklötzen auf einem Untergrund abgestützt sein. Die Herstellung der beschriebenen Hilfsbrücke, insbesondere der stählernen Längsträger ist durch eine Vielzahl von Schraub- und Schweißverbindungen sehr aufwendig. Außerdem dürften die Belastbarkeit und die Gebrauchstauglichkeit der Konstruktion insbesondere bei höheren Geschwindigkeiten heutigen Anforderungen nicht ausreichen.

[0003] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Brückenbauweise anzugeben, die den inzwischen gewachsenen Belastungen Stand hält und deren Herstellung einfacher ist.

[0004] Diese Aufgabe wird bei der Brücke der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Längsträger, die zu einem Trägerrost als Brückenüberbau gekoppelt werden, jeweils als Stahlbeton-Verbundträger aus einem Stahlträger und einem an ihm anbetonierten Betonträger ausgebildet sind. Die Erfindung macht sich also die Verbundtechnologie zunutze, mit der sie eine Brückenkonstruktion mit ebenfalls sehr geringer Bauhöhe bietet, deren Stahlverbrauch aber wesentlich günstiger ist. Sie macht sich den aus dem Stand der Technik bekannten günstigen U-förmigen Querschnitt des Längsträgers ebenfalls zunutze, erreicht durch den Stahlbeton-Verbund jedoch ein deutlich robusteres und steiferes Tragwerk. Durch die überwiegende Verwendung von Beton für den Längsträger vermeidet sie ein Dröhnen beim Befahren der Brücke, unter der Stahlkonstruktionen regelmäßig leiden. Dadurch lässt sich die erfindungsgemäße Brücke auch in besiedeltem Gebiet einsetzen. Die Stahlbeton-Verbundtechnologie stellt zudem ein gut be-

herrschbares Herstellungsverfahren dar, so dass der Längsträger trotz seines ungewöhnlichen Querschnitts keinen großen Herstellungsaufwand erfordert. Er lässt sich vielmehr durch werkseitige und damit witterungsgeschützte Vorfertigung und Herstellung in hoher Qualität produzieren. Wegen der kompakten Abmessungen des Längsträgers und der Brücke insgesamt eignet sie sich insbesondere für längerfristige Provisorien.

[0005] In der Stahlbeton-Verbundtechnologie sind bei Trägern im Allgemeinen eine Stahlkomponente im Zugbereich und eine Betonkomponente im Druckbereich angeordnet. Dadurch ergibt sich ein sehr wirtschaftlicher Materialeinsatz. Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Brücke bzw. ihr Überbau jeweils einen Stahlträger im Obergurt, also auf der Zugseite des Brückenüberbaus, und einen Stahlträger im Untergurt, also auf der Druckseite. Die Erfindung verfolgt damit das Prinzip, die Stahlkomponente auch Druckkräfte auszusetzen. Damit können die Querschnittsabmessungen des Brückenüberbaus sehr gedungen ausfallen. Denn die Betonkomponente muss weniger Druckkräfte übernehmen und kann damit einen geringeren Konstruktionsquerschnitt aufweisen. Die Erfindung macht sich also die höhere Druckbelastbarkeit von Stahl zunutze, um einen möglichst schlanken, aber hochbelastbaren Brückenüberbau zu erzielen. Ein Betondruckversagen lässt sich dadurch vermeiden. Dieser hinsichtlich seiner Belastbarkeit optimierte Materialeinsatz führt zu einer Materialersparnis und damit zu einer Kostenreduktion gegenüber einer vergleichbaren Konstruktion aus Stahl um etwa 50%.

[0006] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist der Überbau der Brücke zwei unterseitig und nebeneinander angeordnete halbierte Doppel-T-Längsträger und zwei jeweils als oberseitiger Abschluss der U-Schenkel angeordnete halbierte Doppel-T-Längsträger auf, deren Stege paarweise aufeinander zu weisend in den Beton des Verbundträgers einbinden. Die Stege der Stahlträger im Obergurt und im Untergurt weisen jeweils paarweise aufeinander zu und binden in den Beton des Verbundträgers ein. Ist im Obergurt und im Untergurt aus konstruktiven Gründen ein weitgehend gleicher Stahlquerschnitt erforderlich, können mit der Anordnung zweier Stahlträger im Untergurt zumindest dimensionsähnliche Stahlträger wie im Obergurt eingebaut werden. Bei dimensionsgleichen Stahlträgern im Ober- wie im Untergurt reduzieren sich die Anzahl unterschiedlicher Teile zur Herstellung des Längsträgers und damit sein Herstellungsaufwand. Der Überbau verfolgt damit ein Gleichteilekonzept, der zu dem seine Herstellung durch die geringere Anzahl unterschiedlicher Teile vereinfacht.

[0007] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die unterseitig und die oberseitig angeordneten halbierten Stahlträger zueinander versetzt angeordnet, so dass die Stege von den unterseitigen und den oberseitigen Stahlträgern auf verschiedenen Achsen liegen. Da zwischen den Stahlträgern des

Untergurts keine Vertiefung zur Aufnahme von Schienenbefestigungen ausgebildet ist, können sie näher zusammen gerückt angeordnet sein. Dadurch ergibt sich ein schmalerer Untergurt. Die Flansche der Stahlträger im Untergurt stellen zugleich die Lagerfläche des Überbaus auf einer Unterkonstruktion am Widerlager dar. Ein geringerer Abstand der Stahlträger des Untergurts bedeutet damit eine geringere Lagerspreizung, die einen konstruktiv günstigeren Lastabtrag der Belastung aus der Schiene bedeutet. Außerdem erhält der Überbau der Brücke im Bereich seines Untergurts geringere Abmessungen, was Platz und Gewicht einspart.

[0008] Da jeder Längsträger eine Schiene trägt, muss die Spurweite des Gleises durch eine zuverlässige Kopplung der nebeneinander angeordneten Längsträger sichergestellt sein. Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind daher die nebeneinander angeordneten Längsträger punktuell über Längsträgerstützen gekoppelt, die zwischen ihnen eingeschraubt sind. Insbesondere bei kurzen Längsträgern kann es ausreichen, wenn die Kopplung der Längsträger nur am Widerlager erfolgt, weil die Längsträger selbst ausreichend steif genug sind, um auch in ihrem Feldbereich die Spurweite sicherzustellen. Die Längsträgerstützen können kurz ausfallen und haben daher nur ein relativ geringes Gewicht von etwa 30kg, so dass sie zwei Fachkräfte bequem ein- und ausbauen können. Die Längsträgerstützen stellen somit eine relativ einfache Spurweitensicherung dar, deren Montage nur einen geringen Aufwand darstellen.

[0009] Nach einer dazu alternativen Ausgestaltung der Erfindung können die nebeneinander angeordneten Längsträger durch einen Verguss miteinander gekoppelt sein. Der Verguss kann linear oder nur punktuell ausgebildet sein. Dazu sind an den Längsträger an denjenigen Seiten, die im Endzustand aneinander zugewandt sind, nach außen abstehende und freiliegende Bewehrungsbügel einbetoniert. Zusammen mit Längseisen und dem Verguss stellen sie eine kraftschlüssige Verbindung der Längsträger und eine zuverlässige Spurweitensicherung dar. Als Schalung für den Verguss können Faserzementplatten zwischen den Längsträgern eingebaut werden. Nach dem Verguss muss die Brücke rund sechs bis acht Stunden frei von Erschütterungen bleiben, um die Festigkeitsentwicklung des Vergusses nicht zu stören. Auch diese Kopplung lässt sich verhältnismäßig einfach demontieren, indem der Verguss mittels Hochdruckwasserstrahl entfernt wird.

[0010] Die eingangs genannte Aufgabe wird außerdem bei einem Längsträger mit einem in Längsrichtung U- oder Y-förmigen Querschnitt dadurch gelöst, dass er als Stahlbeton-Verbundträger aus einem Stahlträger und einem an ihm anbetonierten Betonträger ausgebildet ist. Der Einsatz der Stahlbeton-Verbundtechnologie zur Herstellung des Längsträgers verleiht ihm eine geringe Bauhöhe bei zugleich hoher Belastbarkeit. Sie verschafft dem Längsträger außerdem ein geringes Verlegegewicht, was den Maschineneinsatz insbesondere für He-

bezeuge auf der Baustelle reduziert. Zudem stellt seine Herstellung wegen geringer Teileanzahl und einem hohen Vorfertigungsgrad keinen großen Aufwand dar. Die weiteren Vorteile sind bereits oben bei der Brücke aus den entsprechenden Längsträgern beschrieben.

[0011] In der Stahlbeton-Verbundtechnologie ist bei Trägern im Allgemeinen eine Stahlkomponente im Zugbereich und eine Betonkomponente im Druckbereich angeordnet. Dadurch ergibt sich ein sehr wirtschaftlicher Materialeinsatz. Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst der Längsträger jedoch jeweils einen Stahlträger sowohl im Untergurt, also auf seiner Zugseite, als auch in den Obergurten, also im Druckbereich. Die Erfindung verfolgt also das Prinzip, eine Stahlkomponente auch zur Aufnahme von Druckkräften einzusetzen. Damit gelingt es ihr, die Querschnittsabmessungen des Längsträgers sehr gedrungen zu halten, weil die Betonkomponente weniger Druckkräfte übernehmen muss und damit einen geringeren Konstruktionsquerschnitt aufweisen kann. Die Erfindung macht sich also die höhere Druckbelastbarkeit von Stahl zunutze, um einen möglichst schlanken, aber hochbelastbaren Längsträger zu erzielen. Ein Betondruckversagen kann dadurch vermieden werden. Dieser hinsichtlich seiner Belastbarkeit optimierte Materialeinsatz führt zu einer Materialersparnis und damit zu einer Kostenreduktion gegenüber einer vergleichbaren Konstruktion aus Stahl um etwa 50%.

[0012] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Breite der Vertiefung zur Aufnahme einer Schiene in Abhängigkeit von der Länge des Längsträgers so dimensioniert, dass sie eine Schiene mit einem Kurvenradius aufnehmen kann. Bei einer Länge des Längsträgers von beispielsweise 12,50 m kann eine Vertiefung mit einer Breite von 430 mm eine Schiene mit einem Radius von 250 m aufnehmen. Aufgrund der Breite der Vertiefung kann daher der Längsträger auch in Kurvenabschnitten eingesetzt werden, ohne dass seine Konstruktion verändert werden müsste.

[0013] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die Sohle der Vertiefung eine Neigung entsprechend der Schienenneigung auf. Sie kann je nach nationalen Erfordernissen unterschiedlich sein und 1:40 oder 1:20, seltener 1:30 betragen. Die zur Gleisachse gerichtete Schienenneigung muss damit nicht mehr in der Schienenbefestigung beispielsweise durch keilförmige Rippenplatten erzeugt werden. Vielmehr können auf dem Längsträger einfache Schienenbefestigungen verschraubt werden, so dass sich der Montageaufwand für die Schienenbefestigungen reduziert.

[0014] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist der Längsträger zwei halbierte Stahlträger, die jeweils als oberseitiger Abschluss der U-Schenkel angeordnet sind, und zwei unterseitig und nebeneinander angeordnete halbierte Stahlträger im Untergurt auf. Die Stege der Stahlträger im Obergurt und im Untergurt weisen jeweils paarweise aufeinander zu

und binden in den Beton des Verbundträgers ein. Ist im Obergurt und im Untergurt aus konstruktiven Gründen ein weitgehend gleicher Stahlquerschnitt erforderlich, können mit der Anordnung zweier Stahlträger im Untergurt zumindest dimensionsähnliche Stahlträger wie im Obergurt eingebaut werden. Bei dimensionsgleichen Stahlträgern im Ober- wie im Untergurt reduzieren sich die Anzahl unterschiedlicher Teile zur Herstellung des Längsträgers und damit sein Herstellungsaufwand. Der Längsträger verfolgt damit ein Gleichteilekonzept, der zu dem seine Herstellung durch die geringere Anzahl unterschiedlicher Teile vereinfacht.

[0015] Die Stahlträger bestehen vorzugsweise aus halbierten Doppel-T-Trägern, die im Steg voneinander getrennt sind. Jedes Teil eines halbierten Doppel-T-Trägers kann dann im Ober- und im Untergurt desselben Stahlbeton-Verbundträgers angeordnet werden. Durch Verwendung einer speziellen Schnittlinie in der Form einer Klothoide zur Halbierung des Doppel-T-Trägers können zugleich Stahldübel für einen idealen Schubverbund zwischen dem Stahlträger und dem Betonträger ausgebildet werden. Zum Verlauf der Schnittlinie bzw. der Schnittgeometrie wird auf die Anmeldung mit der Anmeldenummer DE 10 2008 011 176.7 des Anmelders verwiesen, deren diesbezüglicher Inhalt auch zum Gegenstand der vorliegenden Anmeldung gemacht wird.

[0016] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die im Obergurt und Untergurt einander gegenüber angeordneten halbierten Stahlträger zueinander versetzt angeordnet, so dass ihre Stege auf verschiedenen Achsen liegen. Da zwischen den Stahlträgern des Untergurts keine Vertiefung zur Aufnahme von Schienenbefestigungen ausgebildet ist, können sie näher zusammen gerückt angeordnet sein. Dadurch ergibt sich ein schmalerer Untergurt. Die Flansche der Stahlträger im Untergurt stellen zugleich die Lagerfläche des Längsträgers auf einer Unterkonstruktion am Widerlager dar. Ein geringerer Abstand der Stahlträger des Untergurts bedeutet damit eine geringere Lagerspreizung, die einen konstruktiv günstigeren Lastabtrag der Belastung aus der Schiene bedeutet. Außerdem erhält der Längsträger im Bereich seines Untergurts geringere Abmessungen, wodurch Platz und Gewicht eingespart werden.

[0017] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist an den Auflagepunkten im Lagerbereich des Verbundträgers zwischen den Flanschen der unterseitigen Stahlträger jeweils eine stählerne Pressenplatte einbetoniert. Sie stellt einen Pressenansatz für beispielsweise eine Flachzylinderpresse dar, die zwischen den Lagern des Längsträgers im Bereich der Stahlträger des Untergurts angeordnet sind. Dort liegt der Längsträger auf elastomeren Lagern auf. Um Setzungen der Widerlager auszugleichen, die insbesondere bei vorübergehenden Konstruktionen von Hilfsbrücken auftreten, können die Flachzylinderpressen zwischen den Lagern eingesetzt, die Längsträger und mit ihr die Brücke in die gewünschte Lage gebracht, die Höhendif-

ferenz durch Zwischenplatten ausgeglichen und die Flachpresse nach Einnahme der Sollage der Brücke wieder entfernt werden.

[0018] Die eingangsgenannte Aufgabe wird außerdem durch ein Verfahren zur Herstellung eines Stahlbeton-Verbundträgers für eine Eisenbahnbrücke gelöst, das die folgenden Schritte umfasst:

Schritt a): Halbieren von Doppel-T-Trägern in ihrem Steg zu halbierten Stahlträgern,
Schritt b): Ausbilden von Stahldübeln im Steg durch eine Schnittführung in der Form einer Klothoide,
Schritt c): Einbringen der Stahlträger und zusätzlicher Quer- und Bügelbewehrung in eine Schalung,
Schritt d): Einbetonieren der halbierten Stahlträger als Obergurt und als Untergurt in einem Stahlbeton-Verbundträger.

[0019] Der Doppel-T-Träger wird bereits im Herstellungswerk geteilt. Bereits werkseitig wird er mit einem Korrosionsschutz versehen. Alternativ kann er aus wetterfestem Stahl hergestellt werden, womit bei mehrfachem Einsatz die Ausbesserung des Korrosionsschutzes entfallen kann. Die Stahldübel, die beim Teilen des Trägers durch Brennschneiden gebildet werden, können beispielsweise einen Abstand von 250mm aufweisen und nehmen den Schub in der Verbundfuge zum Beton auf. Anschließend werden sie in einem Fertigteilwerk in eine Schalung eingebracht, wo Quer-, Bügel- und Längsbewehrung des zukünftigen Verbundträgers ergänzt wird. Zur Befestigung der Schienenstützpunkte werden Ankerhülsen in die Schalung eingelegt.

[0020] Der Verbundträger wird in Negativlage betoniert, um die Vertiefung für die Schiene einfacher herstellen zu können. Als Beton kommt vorzugsweise solcher hoher Güte oder hochfester Beton zum Einsatz. Der Verbund zwischen Beton und Stahl wird also werkseitig unter idealen Herstellungsbedingungen und damit in hoher Qualität erzeugt. Nach dem Betonieren und Entschalen wird der Verbundträger gedreht und spannungsfrei etwa zwei Wochen gelagert. Sie werden gegen Austrocknen geschützt, um Schwindrisse zu vermeiden.

[0021] Das Herstellungsverfahren erweist sich als kostengünstig, weil es einen hohen Vorfertigungsgrad ermöglicht und ohne nennenswerten Verschnitt auskommt. Beide Teile des halbierten Doppel-T-Trägers, beispielsweise eines Walz- oder Schweißträgers, werden in dem erfindungsgemäßen Verbundträger verbaut. Durch eine spezielle Schnittführung zur Trennung des Doppel-T-Trägers, mit der zugleich im Stegbereich Stahldübel zur Schubkraftübertragung zwischen Beton und Stahl erzeugt werden, fällt auch dabei keine nennenswerter Verschnitt an.

[0022] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung dieses Verfahrens werden vor dem Schritt b) den im Betrieb im Obergurt und den im Untergurt angeordnete Stahlträgern eine positive Überhöhung als bleibende Verformung aufgezwungen. Die positive Überhöhung ist der Verformung

des fertigen Längsträgers unter Belastung entgegengerichtet, so dass sich der Längsträger mit den darin eingebauten überhöhten Stahlträgern unter seiner Belastung weniger unerwünscht verformt, weil dem die vorab aufgebrauchte Überhöhung entgegenwirkt.

[0023] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Längsträger in Schritt c) gegenüber seiner Einbaulage über Kopf gefertigt. Dadurch lässt sich die Vertiefung im Längsträger und insbesondere die Neigung ihrer Sohle hochgenau herstellen. Schwierigkeiten im Schalungsbau der tiefer liegenden Vertiefung lassen sich damit vermeiden.

[0024] Das Prinzip der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung beispielshalber noch näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1: einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Brückenüberbau,

Figur 2: einen Schnitt durch einen Längsträger,

Figur 3: einen Seitenansicht gemäß Figur 2,

Figur 4: einen geteilten Doppel-T-Träger,

Figuren 5, 6: Detailansichten gemäß Figur 4,

Figur 7: einen Ausschnitt aus Figur 4,

Figur 8: einen Längsträger in Herstellungslage,

Figur 9: einen Längsträger für größere Spannweiten,

Figur 10: einen Schnitt durch eine Variante zu Figur 1, und

Figur 11: ein Detail aus Figur 10.

[0025] Figur 1 zeigt einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Brückenüberbau für Eisenbahnverkehr, der einen Trägerrost aus zwei nebeneinander und parallel zueinander verlaufenden Längsträgern 1 besteht. Die Längsträger 1 bilden ein Zwillingsträgerpaar, das über eine Kopplung 2 starr miteinander verbunden und bezüglich der Gleismitte achsensymmetrisch aufgebaut ist. Jeder Längsträger 1 setzt sich aus einem Untergurt 3 und zwei Obergurten 4 zusammen. Zwischen den Obergurten 4 liegt eine Vertiefung 5, so dass der Längsträger 1 einen U-förmigen oder Y-förmigen Querschnitt mit den beiden Obergurten 4 als Schenkeln aufweist. In der Vertiefung 5 nimmt jeder Träger 1 Schienenbefestigungen 6 mit einer Schiene eines Gleises auf. Der Trägerrost aus den Längsträgern 1 und der Kopplung 2 liegt im nicht dargestellten Widerlagerbereich auf einer Unterkonstruktion 7 auf.

[0026] Die Längsträger 1 sind als Stahlbeton-Verbundträger ausgeführt. Der Untergurt 3, der im Betrieb bei einer Ein-Feld-Lagerung des Längsträgers 1 im zugbelasteten Bereich liegt, weist zwei parallel und mit einem Abstand zueinander angeordnete, untere Stahlträger 10 mit jeweils einem Flansch 12 und einem Steg 14 auf. Im Feldbereich stellt der Flansch 12 eine außen liegende Zugbewehrung des Längsträgers 1 dar. Im Widerlagerbereich dient er zugleich als Auflagefläche des Längsträgers 1 auf der Unterkonstruktion 7. An seinem

Steg 14 bildet der untere Stahlträger 10 Stahldübel aus, die in Figuren 3 bis 7 deutlicher gezeigt sind, und mit denen er in einen Betonträger 16 einbindet.

[0027] Der Betonträger 16 stellt hinsichtlich seiner Masse den Hauptteil des Längsträgers 1 dar. Er ist mit einer Bügelbewehrung 18 und Längseisen 20 versehen und bildet im Wesentlichen die U- bzw. Y-Form des Längsträgers 1 aus. Die Bügelbewehrung 18 ist mit einer Neigung von ca. 50° eingebaut, um die Betonquerkräfte im Längsträger 1 ableiten zu können und die Verbundfuge zwischen den Stahlträgern 10, 22 entsprechend dem Kräfteverlauf zu sichern. Die freien Enden seiner Schenkel bedecken obere Stahlträger 22, die wie die unteren Stahlträger 10 aus Flaschen 24 und Stegen 26 bestehen. Auch ihre Flansche 24 liegen frei, ihre Stege 26 binden in den Betonträger 16 ein.

[0028] Die zwischen den Obergurten 4 liegende Vertiefung weist eine Sohle 28 auf, auf der die Schienenbefestigungen 6 in einbetonierten Ankerhülsen oder in nachträglichen Verbundankern verschraubt sind. Die Sohle 28 hat eine Neigung von 1:40, die der national vorgeschriebenen Schienenneigung entspricht. Damit kann beispielsweise die Schienbefestigung des Typs ECF UIC60 ohne baustellenseitige Herstellung der Schienenneigung eingebaut werden.

[0029] Um die erforderliche Spurweite des Gleises sicherzustellen, sind die beiden Längsträger 1 durch einen Betonverguss 30 als Kopplung starr miteinander zu einem Trägerrost verbunden. In den Verguss 30 ragen Kopplungsbügel 32 hinein, die von jedem Längsträger 1 seitlich abstehen (vgl. Figur 2). An seiner Unterseite ist eine Faserzementplatte 34 als verlorene Schalung zwischen den Trägern 1 befestigt.

[0030] Jeder Längsträger 1 trägt die Lasten des Schienenverkehrs über zwei elastomere Lager 36 je Widerlager auf die Unterkonstruktion 7 ab. Die Lager 36 sind unter den Flanschen 12 der unteren Stahlträger 10 angeordnet. Zwischen je zwei Lagern 36 eines Trägers 1 ist eine Flachzylinderpresse 38 eingeschoben, die sich tragerseitig gegen eine Pressenplatte 40 abstützt. Sie ist nur im Lagerbereich des Längsträgers 1 zwischen den unteren Stahlträgern 10 angeordnet und bindet mit angeschweißten Dübeln 42 in den Betonträger 16 ein. Mit der Flachzylinderpresse 38 können Setzungen im Widerlagerbereich ausgeglichen werden. Zur Lagesicherung der Längsträger 1 in Querrichtung sind Anschlagknaggen 44 auf der Unterkonstruktion 7 aufgeschweißt. Sie besteht aus einem Stahlquerträger 46 als Auflagerbank, der seinerseits auf einem Betonfundament (nicht dargestellt) ruht.

[0031] Jeder Längsträger 1 ist also mit je zwei Stahlträgern 10, 22 an der Ober- und an der Unterseite seines Querschnitts bewehrt, deren Flansche 12, 24 freiliegen. Die Flansche 12 stellen eine Zugbewehrung dar, die Flansche 24 übernehmen Druckkräfte. Damit reduzieren sie die Druckkräfte, die der Betonträger 16 in den Obergurten 4 abtragen muss. Da die Flansche 24 bei gleicher Querschnittsfläche weitaus mehr Druckkräfte überneh-

men können als der Beton, reduziert die Anordnung der Stahlträgern 22 in den Obergurten 4 die Querschnittsabmessungen der Längsträger 1 und damit der Brücke erheblich. Durch die exponierte Lage der Stahlträger 10, 22 im Querschnitt bieten sie einen größtmöglichen inneren Hebelarm. Sie tragen dadurch zu der gedrungenen Querschnittsform des Längsträgers 1 bei, die daher nicht in das Lichtraumprofil des Gleises hineinragt.

[0032] Figur 2 zeigt eine Teilschnittansicht gemäß Figur 1 in einer hinsichtlich der Bewehrung vereinfachten Darstellung. Sie gibt nur den linken Längsträger 1 und dessen Auflagerung wider. Gegenüber Figur 1 verdeutlicht sie die Lage des Kopplungsbügels 32, der seitlich aus dem Längsträger 1 an den Punkten der zukünftigen Kopplung 2 an seiner dem anderen Längsträger 1 zugewandten Seitenfläche heraussteht. Unter dem Kopplungsbügel 32 werden Haltewinkel 48 am Längsträger 1 angeschraubt, um die Faserzementplatte 34, die als verlorene Schalung des Vergusses 30 die Kopplung 2 nach unten hin abschließt, montieren zu können.

[0033] In der Vertiefung 5, die die Schienenbefestigung 6 samt Schiene aufnimmt, kann sich Niederschlagswasser ansammeln. Der Neigung der Sohle 28 folgend sammelt es sich am rechten Rand der Vertiefung 5 und wird dort durch ein Entwässerungsrohr 50 der Dimension DN50 aus Kunststoff abgeführt, das in den Längsträger 1 zumindest im Bereich der Widerlager einbetoniert ist.

[0034] Figur 3 stellt eine Längsschnittansicht durch den Widerlagerbereich eines Längsträgers 1 gemäß Figur 2 dar. Er ist auf dem Flansch 12 des unteren Stahlträgers 10 über das Lager 36 auf den Stahlquerträger 46 aufgelagert. Zwischen den unteren Stahlträgern 10 ist die Pressenplatte 40 angeordnet, die mit den angeschweißten Dübeln 42 in den Beton 16 einbindet und als Widerlager für die nicht dargestellte Flachzylinderpresse 38 nur über dem Stahlträger 46 angeordnet ist.

[0035] Der dargestellte Längsträger 1 verfügt über eine punktuelle Kopplung 2 zu seinem benachbarten Zwillingsträger. Die Kopplung 2 besteht aus vier Kopplungsbügeln 32 je Kopplungspunkt und Längsträger 1, die in den Verguss 30 der Kopplung 2 hineinragen.

[0036] Sowohl der Steg 14 des unteren Stahlträgers 10 als auch der Steg 26 des oberen Stahlträgers 22 sind zu einer Dübelreihe ausgeformt, mit der der untere Stahlträger 10 und der obere Stahlträger 22 in den Betonträger 16 einbinden. Sie stellen eine hervorragende Schubkraftübertragung zwischen den Stahlträgern 10, 22 und dem Betonträger 16 her. Form und Herstellung wird in den folgenden Figuren 4 bis 7 genauer beschrieben.

[0037] Figur 4 zeigt einen geteilten Doppel-T-Träger 52 für die der Herstellung eines erfinderischen Längsträgers 1. Er wird als Walzträger bei einem Stahlhersteller gewalzt. Dort wird ein Korrosionsschutz für die später außen liegenden Flansche 12, 24 (vgl. Figur 1) Sein Doppel-T- bzw. -H-Profil ist im Steg durch Brennschneiden entlang einer Schnittlinie 54 symmetrisch geteilt, die aus mehreren Kurven unterschiedlicher Radien zusammen-

gesetzt ist (Klothoide). Die Schnittlinie 54 bildet Stahldübel aus, die puzzleförmig ineinander greifen. Die obere Hälfte des Doppel-T-Trägers 52 bildet den späteren oberen Stahlträger 22, die untere Hälfte den unteren Stahlträger 10. Noch im Stahlwerk erhält der untere Stahlträger 10 eine positive, der obere Stahlträger 22 eine negative Überhöhung. Die mit "V" und "VI" markierten Endbereiche werden in den folgenden Figuren 5 und 6 separat beschrieben.

[0038] Sie zeigen Detailansichten gemäß Figur 4, nämlich den Anfangs- bez. Endbereich des Doppel-T-Trägers 52. Die Schnittlinie 54 zur Trennung des Doppel-T-Trägers 52 in die beiden Stahlträger 10, 22 läuft zunächst entlang einer Symmetrieachse des Doppel-T-Trägers 52. Anschließend wird zunächst ein erster Stahldübel 56 am oberen Stahlträger 22 ausgebildet, dessen Ausschnitt 58 Platz lässt für einen zukünftigen Betondübel, der mit dem unteren Stahlträger 10 zusammen wirken kann.

[0039] Figur 7 zeigt einen Ausschnitt aus dem Feldbereich des Doppel-T-Trägers 52, in dem sich die Stahldübel 56 des oberen Trägers 22 und die Stahldübel 60 des unteren Stahlträgers 10 abwechseln. Zwischen ihnen bleibt ein unbenutzter Raum 62 des Ausschnitts 58 frei, der einen äußerst geringfügigen Verschnitt bei der Herstellung der beiden Träger 10, 22 darstellt.

[0040] Figur 8 zeigt einen stark vereinfachten Querschnitt eines Längsträgers 1 gemäß Figur 1 in seiner Herstellungslage. Er wird im Fertigteilwerk über Kopf hergestellt, so dass er auf seinen beiden Obergurten 4 aufliegt. Dadurch kann die Schalung insbesondere für die Vertiefung 5 einfach hergestellt und die Neigung der Sohle 28 hochgenau produziert werden. Die (nicht dargestellte) Schalung des Längsträgers 1 liegt nicht vollständig an den Flanschen 12 der jetzt oben liegenden unteren Stahlträger 10 an, um eine Entlüftung des Betons an den geneigten Flächen 64 im Bereich des Untergurts 3 zu ermöglichen. Der Beton wird in einer Güte von C70/85 (hochfester Beton) gewählt, um insbesondere die verbleibenden Druckspannungen in den Obergurten 4 unter den Stahlträgern 22 aufnehmen zu können. Der Beton besitzt neben seiner hohen Festigkeit eine sehr dichte Oberfläche, die eine äußerst geringe Eindringtiefe von betonangreifenden Substanzen bedingt. Dadurch ist der Längsträger 1 auch in chemisch aggressiver Umgebung sehr dauerhaft.

[0041] Figur 9 zeigt einen Schnitt durch eine Variante des Längsträgers 70 vergleichbar der Figur 1. Der Längsträger 70 ist für größere Spannweiten als der Längsträger 1 gedacht. Er hat daher einen höheren Querschnitt, stellt also einen höheren Überbau als derjenige gemäß Figur 1 dar. Die beiden unteren Stahlträger 10 werden bei diesem Querschnitt zusammengedrückt, um eine geringere Querschnittsfläche zu erhalten und das Eigengewicht zu reduzieren. Der Aufbau des Längsträgers 70 folgt im Prinzip demjenigen des Längsträgers 1. Aufgrund der größeren Spannweite hat der Längsträger 70 jedoch höhere Kräfte zu übertragen, weshalb er im Bereich des

Obergurts 3 breiter ausfällt. Dies hat zur Folge, dass er mit seinem Zwillingsträger 70 im Bereich seines Obergurts 3 unmittelbar aneinander stößt. Seine Kopplung 72 besteht daher im Wesentlichen aus Distanzblechen 74, mit denen die erforderliche Spurweite des Gleises eingestellt werden kann. Die Längsträger 70 werden untereinander im Bereich ihrer Obergurte 3 durch Anker 76 unmittelbar miteinander verschraubt.

[0042] Im Auflagerbereich weist der Längsträger 70 beidseitig eine Konsole 78 auf. Da zwischen den unteren Stahlträgern 10 kein Raum mehr für die Anordnung einer Presse besteht, dienen die Konsolen 78 als Pressensatzpunkte beidseits des Längsträgers 70.

[0043] Figur 10 ist eine Variante für eine Kopplung 2' zweier Längsträger 1 gemäß Figur 1. Anstelle des Vergusses 30 gemäß Figur 1 sind die Längsträger 1 gemäß Figur 10 durch eine Verschraubung miteinander gekoppelt. Dazu wird ein Trägerstutzen 80 zwischen den Längsträgern 1 positioniert, der in dem oberen Bereich durch die Obergurte 4 des Längsträgers 1 hindurch verschraubt wird. Zur Befestigung in seinem unteren Bereich wird eine Anschlussplatte 84 gemäß Figur 11 im Längsträger 1 einbetoniert. Sie besteht aus einer Stirnplatte 86, an der eine bügelartige Schlaufe 88 angeschweißt ist. Die Schlaufe 88 bindet in den Betonträger 16 des Längsträgers 1 ein. In der Stirnplatte 86 lassen sich Schrauben 90 zur Befestigung des Trägerstutzens 80 zugfest einschrauben.

Bezugszeichenliste

[0044]

1	Längsträger
2	Koppelung
3	Untergurt
4	Obergurt
5	Vertiefung
6	Schienenbefestigung
7	Unterkonstruktion
10	unterer Stahlträger
12	Flansch
14	Steg
16	Betonträger
18	Bügelbewehrung
20	Längseisen
22	oberer Stahlträger
24	Flansch
26	Steg
28	Sohle
30	Betonverguss
32	Kopplungsbügel
34	Faserzementplatte
36	Lager
38	Flachzylinderpresse
40	Pressenplatte
42	Dübel

44	Anschlagknaggen
46	Stahlquerträger
48	Haltewinkel
50	Entwässerungsrohr
52	Doppel-T-Träger
54	Schnittlinie
56	Stahldübel
58	Ausschnitt
60	Stahldübel
62	Verschnitt
64	geneigte Fläche
70	Längsträger
72	Kopplung
74	Distanzbleche
76	Anker
78	Konsolen
80	Trägerstutzen
84	Anschlussplatte
86	Stirnplatte
88	Schlaufe
90	Schrauben

Patentansprüche

- Brücke für Eisenbahnen mit zwei im Querschnitt nebeneinander angeordneten und untereinander starr verbundenen Längsträgern (1), die einen in Längsrichtung U-förmigen Querschnitt mit einem Untergurt (3) und zwei Obergurten (4) mit einer mittigen Vertiefung (5) zur Aufnahme von Schienenbefestigungen (6) und einer Schiene aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsträger (1) jeweils als Stahlbeton-Verbundträger aus einem Stahlträger (10; 22) und einem an ihm anbetonierten Betonträger (16) ausgebildet sind.
- Brücke nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** jeweils einen Stahlträger (22) im Obergurt (4) und einen Stahlträger (10) im Untergurt (3).
- Brücke nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** zwei unterseitig und nebeneinander angeordnete halbierte Doppel-T-Längsträger (10) und zwei jeweils als oberseitiger Abschluss der U-Schenkel (4) angeordnete halbierte Doppel-T-Längsträger (22), deren Stege (14; 26) paarweise aufeinander zu weisend in den Beton (6) des Verbundträgers einbinden.
- Brücke nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die unterseitig und die oberseitig angeordneten halbierten Stahlträger (10; 22) zueinander versetzt angeordnet sind, so dass die Stege (14; 26) von den unterseitigen und den oberseitigen Stahlträgern (10; 22) auf verschiedenen Achsen liegen.

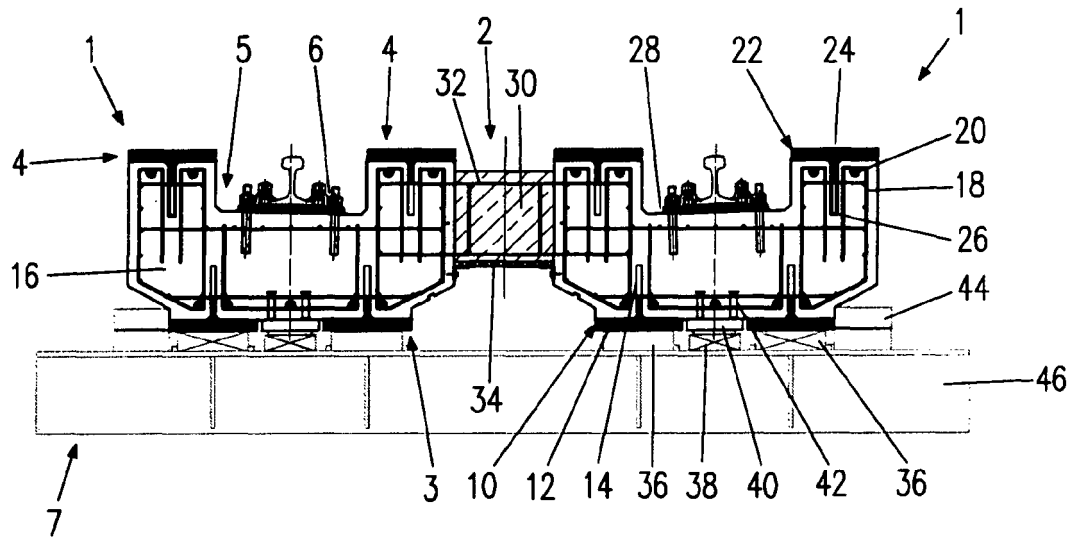
5. Brücke nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nebeneinander angeordneten Längsträger (1) punktuell über zwischen ihnen eingeschraubte Längsträgerstützen (80) gekoppelt sind. 5
6. Brücke nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nebeneinander angeordneten Längsträger (1) durch Verguss (30) miteinander gekoppelt sind. 10
7. Längsträger mit einem in Längsrichtung U-förmigen Querschnitt mit einem Untergurt (3) und zwei Obergurten (4) und einer mittigen Vertiefung (5) zwischen den Obergurten (4) zur Aufnahme von Schienenbefestigungen (6) für eine Brücke nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** er als Stahlbeton-Verbundträger aus einem Stahlträger (10; 22) und einem an ihm anbetonierten Betonträger (16) ausgebildet ist. 15
8. Längsträger nach obigem Anspruch, **gekennzeichnet durch** jeweils einen Stahlträger (22) im Obergurt (4) und einen Stahlträger (10) im Untergurt (3). 20
9. Längsträger nach Anspruch 7 oder 8, **gekennzeichnet durch** zwei unterseitig und nebeneinander angeordnete halbierte Doppel-T-Längsträger (10) und zwei jeweils als oberseitiger Abschluss der U-Schenkel (4) angeordnete halbierte Doppel-T-Längsträger (22), deren Stege (14; 26) paarweise aufeinander zuweisend in den Beton (6) des Verbundträgers einbinden. 25
10. Längsträger nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die unterseitig und die oberseitig angeordneten halbierten Stahlträger (10; 22) zueinander versetzt angeordnet sind, so dass die Stege (14; 26) von den unterseitigen und den oberseitigen Stahlträgern (10; 22) auf verschiedenen Achsen liegen. 30
11. Längsträger nach Anspruch 7 bis 10, **gekennzeichnet durch** eine Pressenplatte (40) an Auflagerpunkten des Verbundträgers zwischen den Flanschen (12) der unterseitigen Stahlträger (10). 35
12. Längsträger nach Anspruch 7 bis 11 **gekennzeichnet durch** eine Dimensionierung der Breite der Vertiefung (5) in Abhängigkeit von der Länge der Längsträger (1), so dass sie eine Schiene mit einem Kurvenradius aufnehmen kann. 40
13. Längsträger nach Anspruch 7 bis 12, **gekennzeichnet durch** eine Neigung der Sohle (28) der Vertiefung (5) entsprechend der Schienenneigung. 45
14. Verfahren zur Herstellung eines Stahlbeton-Ver-

bundträgers nach einem der Ansprüche 7 bis 13 für eine Brücke nach einem der Ansprüche 1 bis 6, in den folgenden Schritten:

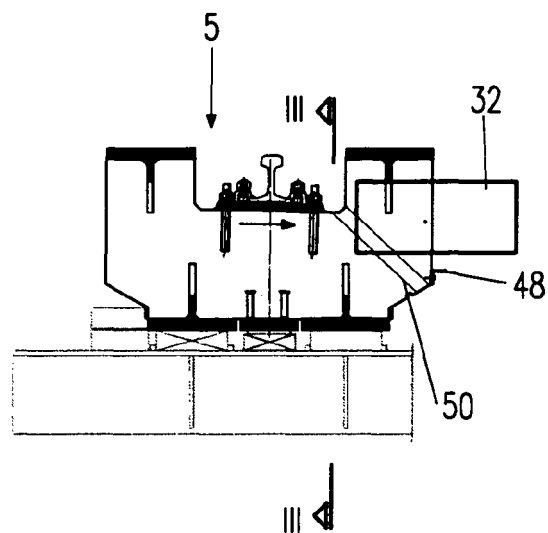
- a) Halbieren von Doppel-T-Trägern (52) in ihrem Steg zu halbierten Stahlträgern (10; 22),
- b) Ausbilden von Stahldübeln (56; 60) im Steg (14; 26) durch eine Schnittführung (54) in der Form einer Klothoide,
- c) Einbringen der Stahlträger (10; 22) und zusätzlicher Bewehrung (18; 20) in eine Schalung,
- d) Einbetonieren der halbierten Stahlträger (10; 22) als Obergurt und als Untergurt in einem Stahlbeton-Verbundträger (1).

15. Verfahren nach obigem Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** den im Betrieb im Obergurt (4) und den im Untergurt (3) angeordneten Stahlträgern (22; 10) eine positive Überhöhung aufgezwungen wird.

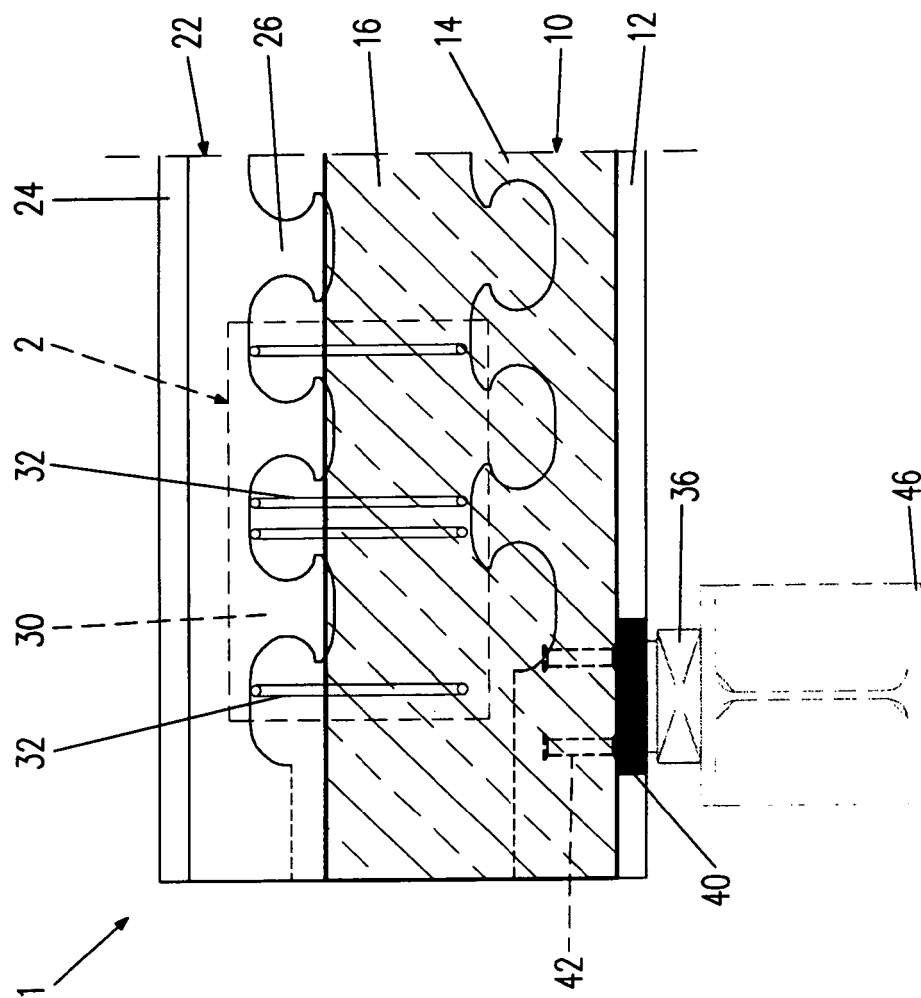
Figur 1



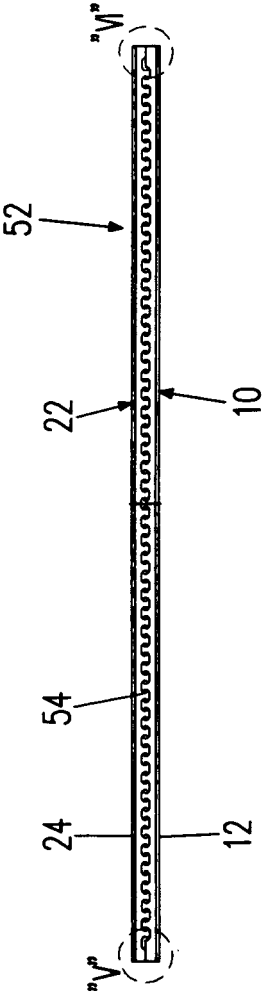
Figur 2



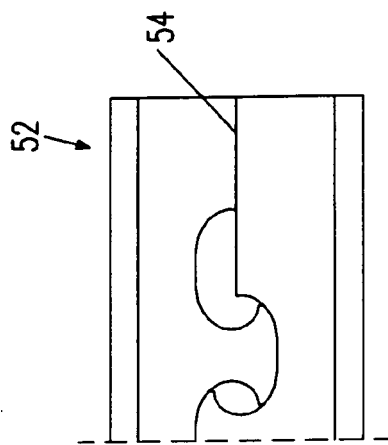
Figur 3



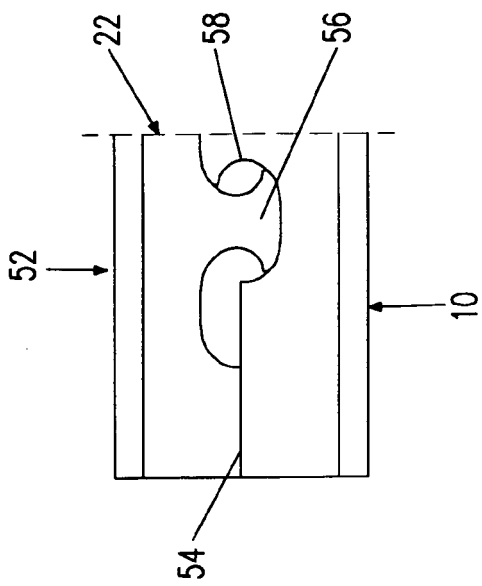
Figur 4



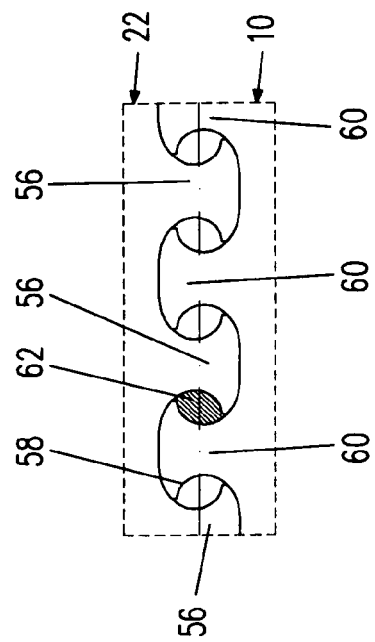
Figur 6



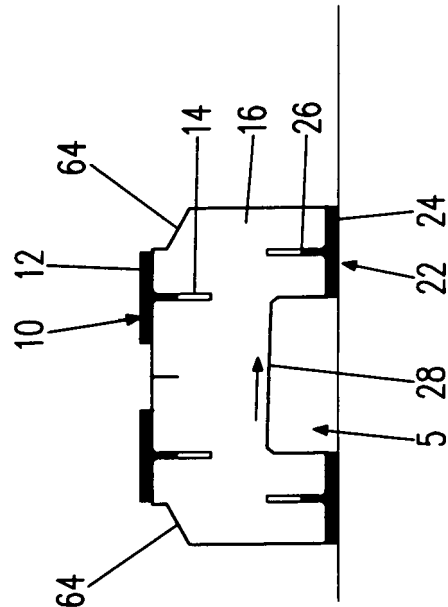
Figur 5



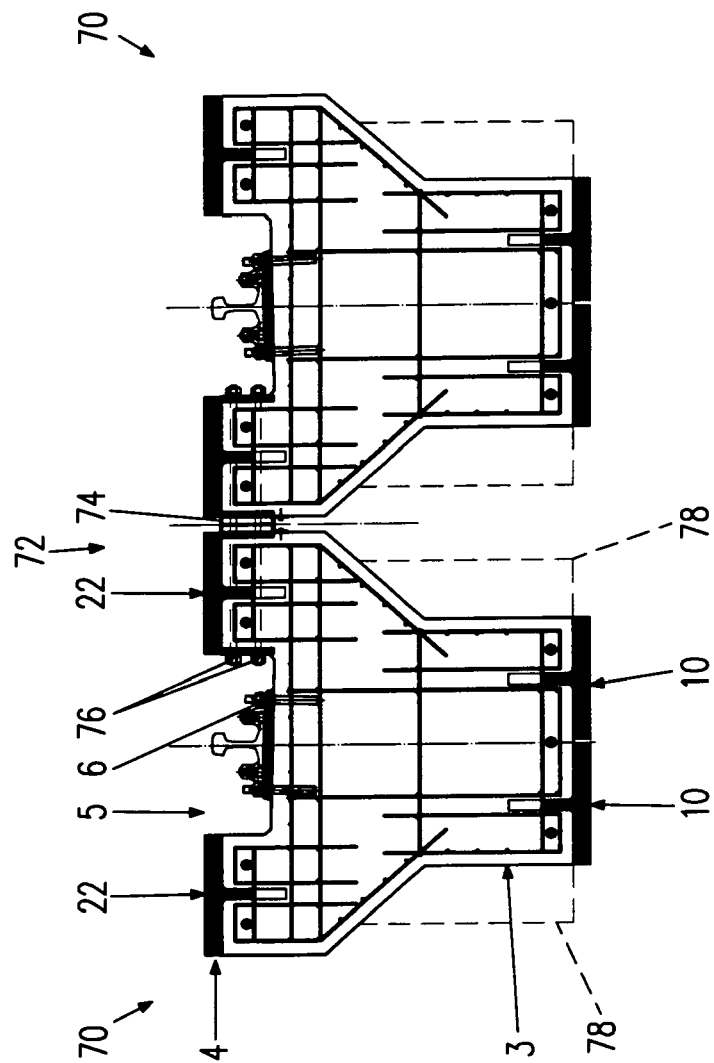
Figur 7



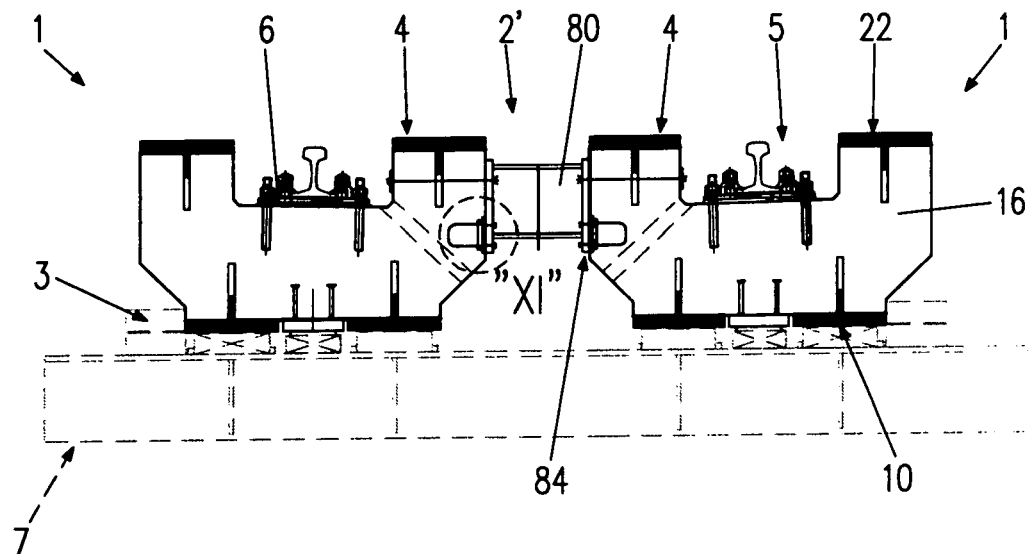
Figur 8



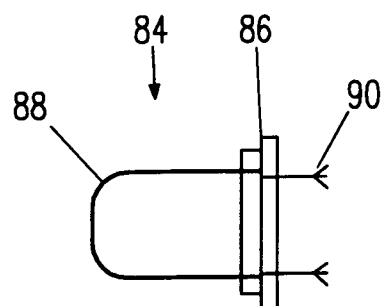
Figur 9



Figur 10



Figur 11



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- AT 207406 [0002]
- DE 102008011176 [0015]