

(19)



(11)

EP 2 054 553 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.04.2016 Patentblatt 2016/17

(51) Int Cl.:
E01D 21/08^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07718451.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/AT2007/000240

(22) Anmeldetag: **21.05.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/022359 (28.02.2008 Gazette 2008/09)

(54) BRÜCKENKLAPPVERFAHREN UND DERART HERGESTELLTE HUBBRÜCKE

TILT-LIFT METHOD FOR ERECTING A BRIDGE AND VERTICAL LIFT BRIDGE MANUFACTURED ACCORDINGLY

PROCÉDÉ D'ÉRECTION DE PONTS PAR LEVAGE ÉQUILIBRÉ ET PONT LEVANT FABRIQUÉ AINSI

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **23.08.2006 DE 102006039551**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.05.2009 Patentblatt 2009/19

(73) Patentinhaber:
• **Kollegger GmbH**
3400 Klosterneuburg (AT)
• **Technische Universität Wien**
1040 Wien (AT)

(72) Erfinder: **KOLLEGER, Johann**
3400 Klosterneuburg (AT)

(74) Vertreter: **Margotti, Herwig Franz et al**
Schwarz & Partner
Patentanwälte
Wipplingerstrasse 30
1010 Wien (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 19 747 109 US-A- 517 809
US-A1- 2004 045 253

EP 2 054 553 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Brücke sowie nach diesem Verfahren hergestellte Brücken und Hubbrücken.

[0002] Bei den bekannten Verfahren zur Herstellung von Brücken sind im Bauzustand hohe Aufwendungen erforderlich, um das Eigengewicht des Brückenträgers aufzunehmen.

[0003] Bei der Herstellung des Brückenträgers auf einem Lehrgerüst entstehen Aufwendungen für die Gründung und den Aufbau des Lehrgerüsts.

[0004] Bei der Herstellung eines Brückenträgers aus Beton mittels Vorschubrüstung muss die Vorschubrüstung für die Aufnahme des Eigengewichts des Brückenträgers ausgelegt werden. Die Vorschubrüstung wird durch das Eigengewicht des Brückenträgers durch Biegemomente beansprucht.

[0005] Bei der Herstellung des Brückenträgers von Beton- oder Stahlbrücken mit dem Taktschiebverfahren entstehen während des Baus zusätzliche Aufwendungen für den Brückenträger, weil jeder Querschnitt des Brückenträgers während des Verschiebens positiven und negativen Biegemomenten aus der Beanspruchung durch Eigengewicht ausgesetzt wird. Brücken, die nach dem Taktschiebverfahren hergestellt werden, weisen deshalb besonders hohe Querschnitte und hohen Materialeinsatz auf.

[0006] Bei der Herstellung des Brückenträgers im Freivorbau entstehen in den Bauzuständen große negative Biegemomente infolge Eigengewicht im Brückenträger. Die großen Kragmomente über den Stützen müssen durch Querschnitte mit ausreichender Höhe aufgenommen werden.

[0007] Bei der Herstellung des Brückenträgers im Freivorbau mit Abspannungen von einem Pylon (Schrägkabelbrücken) werden diese Kragmomente vermieden, dafür entstehen zusätzliche Aufwendungen für die Errichtung des Pylons und für den Einbau der Abspannungen. Die Länge der Vorbauabschnitte beim Freivorbau mit Abspannungen wird durch die Biegebeanspruchungen auf 5 m bis 10 m begrenzt.

[0008] Beim Bau von Bogenbrücken entsteht ein hoher Aufwand bei der Herstellung des Bogens. Der Bogen wird meistens auf einem Lehrgerüst oder im abgespannten Freivorbau errichtet.

[0009] Eine weitere Methode zur Errichtung des Bogens ist das Bogenklappverfahren (BETON, Heft 5, Mai 1984, S. 200). Bei diesem Verfahren werden zwei Betonbogenhälften mittels Kletterschalung in annähernd senkrechter Lage hergestellt, um das Lehrgerüst bzw. die Abspannungen beim Bau einzusparen und damit einen raschen Baufortschritt zu erreichen. Nach Fertigstellung der Bogenhälften werden diese mittels Rückhalte-
kabeln eingeklappt.

[0010] Die Herstellung eines Trägers für eine Dachkonstruktion in annähernd senkrechter Lage ist in der JP 4237773 beschrieben. Durch das Nachlassen eines

Rückhaltekabels wird der an seinem Fußpunkt gelenkig gelagerte Träger in eine horizontale Lage gedreht. Ein ähnliches Verfahren zur Herstellung von Brücken ist in der JP 3025107 beschrieben. Diese beiden Verfahren funktionieren so wie man es von einer Zugbrücke kennt. Die Länge des Brückenträgers ist im Wesentlichen auf die Länge zwischen unterem Gelenk und oberem Festhaltepunkt beschränkt. Diese Länge kann durch eine Auskragung des Brückenträgers über die Pylonspitze etwas vergrößert werden.

[0011] Verfahren zur Herstellung von Betonbrücken in annähernd vertikaler Lage sind aus der US 2004/0045253 bekannt. Um ein Drehgelenk, das zwischen zwei Pfeilern oder im Widerlager angeordnet sein kann, wird der Brückenträger mittels eines Krans, eines speziellen Montagekrans oder einer Winde in die annähernd horizontale Endlage gedreht. Diese Verfahren sind auf Brückenspannweiten bis ca. 40 m beschränkt, da die Stabilisierung des frei auskragenden Brückenträgers im Bauzustand gegen Wind- und Erdbebenkräfte aufwändige Zusatzmaßnahmen bedingt. Auch wird der Drehvorgang mittels Winde und Zusatzgewicht oder mittels eines speziellen Montagekrans für größere Spannweiten zu aufwändig und deshalb unwirtschaftlich.

[0012] Weiters ist aus DE 197 47 109 A1 eine Vorrichtung zum Falten einer aus zwei Brückenabschnitten bestehenden Klappbrücke bekannt.

[0013] US-A-517,809 zeigt eine Hubbrücke mit einem Pfeiler, einem Brückenträger sowie einem Stützstab. Der Brückenträger wird von einer annähernd senkrechten Position in eine waagrechte Position durch die Verschiebung eines Endpunktes des Brückenträgers entlang des Pfeilers bewegt.

[0014] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung von Brücken zu schaffen, bei dem auf die Errichtung eines Gerüsts verzichtet werden kann, bei dem während der Herstellung des Brückenträgers keine bzw. nur sehr geringe Biegebeanspruchungen im Brückenträger auftreten, das für die Herstellung von Brücken mit großen Spannweiten geeignet ist und das wirtschaftliche Vorteile gegenüber den bekannten Verfahren bietet.

[0015] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass

- ein Pfeiler, mindestens ein Brückenträger mit Endpunkten und mindestens ein Stützstab mit Endpunkten in annähernd senkrechter Position errichtet werden,
- ein Endpunkt des Stützstabes mit dem Brückenträger gelenkig verbunden wird und entweder - nach einer ersten Variante -
- ein Endpunkt des Stützstabes mit einem Pfeiler gelenkig verbunden wird, der Brückenträger durch eine annähernd senkrechte Bewegung des Endpunktes des Brückenträgers am Pfeiler in eine annähernd waagrechte Position gebracht wird und der bewegte Endpunkt des Brückenträgers mit dem Pfeiler verbunden wird, oder - nach einer zweiten Variante -

- ein Endpunkt des Brückenträgers mit dem Pfeiler gelenkig verbunden wird, der Brückenträger durch eine annähernd senkrechte Bewegung des Endpunktes des Stützstabes am Pfeiler in eine annähernd waagrechte Position gebracht wird und der bewegte Endpunkt des Stützstabes mit dem Pfeiler verbunden wird,
- dass der auskragende Endpunkt des Brückenträgers mit einem Widerlager oder einem weiteren Endpunkt eines zweiten Brückenträgers verbunden wird.

[0016] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen definiert.

[0017] Unter einer gelenkigen Verbindung wird erfindungsgemäß auch ein eine Schwenkbewegung zulassendes Anliegen eines Endpunktes des Stützstabes am Pfeiler bzw. eines Endpunktes des Brückenträgers an dem Pfeiler angesehen, wobei die aneinanderliegenden Teile durch Kräfte unter Bildung eines Kraftschlusses gegeneinander gepresst werden.

[0018] Am Stützstab ist erfindungsgemäß nicht nur ein mit in Längsrichtung wirkenden Druckkräften beaufschlagter Stab zu verstehen, sondern auch ein auf Zug beanspruchter Stab, wobei der Stab in jedem Fall im Wesentlichen frei ist von einer Belastung auf Biegung.

[0019] Erfindungsgemäß kann der Stützstab an der Brückenbaustelle hergestellt werden, z.B. auch durch Zusammenfassen mehrerer Litzen zu einem Kabel.

[0020] Eine besonders vorteilhafte Variante des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Endpunkte und des Stützstabes so ausgebildet werden, dass im Endpunkt eine Winkeldrehung α gegenüber dem Brückenträger und dem Endpunkt eine Winkeldrehung β gegenüber dem Pfeiler auftreten kann und dass die Summe der Winkeldrehungen α plus β größer als 85° und kleiner als 260° ist.

[0021] Eine weitere zweckmäßige Variante ist dadurch gekennzeichnet, dass der Endpunkt des Stützstabes und der Endpunkt des Brückenträgers so ausgebildet werden, dass im Endpunkt eine Winkeldrehung α gegenüber dem Brückenträger und im Endpunkt eine Winkeldrehung β gegenüber dem Pfeiler auftreten kann und dass die Winkeldrehung α größer als 100° und kleiner als 175° ist und dass die Winkeldrehung β annähernd 90° ist.

[0022] Eine durch das erfindungsgemäße Verfahren hergestellte Hubbrücke ist dadurch gekennzeichnet, dass sie aus mindestens einem Pfeiler, einem Brückenträger und einem Stützstab besteht, dass ein Endpunkt des Stützstabes mit dem Brückenträger gelenkig verbunden ist, dass ein Endpunkt des Stützstabes oder ein Endpunkt des Brückenträgers mit dem Pfeiler verbunden ist und dass der Brückenträger aus der annähernd waagrechten Position durch das Bewegen eines Endpunktes des Stützstabes oder eines Endpunktes des Brückenträgers so gedreht werden kann, dass das Lichtraumprofil des die Brücke kreuzenden Verkehrsweges vergrößert wird.

[0023] Pfeiler, Brückenträger und Stützstab bilden ein

statisch stabiles Tragwerk. Die Verbindungen von Brückenträger und Stützstab mit dem Pfeiler sind nur geringen Beanspruchungen ausgesetzt und können mit einfachen Konstruktionselementen hergestellt werden. Die Beanspruchung des Pfeilers ist beim erfindungsgemäßen Verfahren im Bauzustand kleiner als bei den bekannten Brückenbauverfahren mit horizontaler Herstellung des Brückenträgers, weil die Windangriffsfläche günstiger ist und der für die Ermittlung der Erdbebenkräfte bedeutende Masseschwerpunkt tiefer liegt.

[0024] Die Herstellung des Brückenüberbaus in einer annähernd senkrechten Lage ist vorteilhaft, weil dadurch während der Herstellung keine oder nur sehr kleine Biegemomente infolge Eigengewicht auftreten. Besonders bei der Herstellung von Betonbrücken ist dies ein großer Vorteil, da bei der üblichen waagrechten Herstellung des Brückenträgers Biegemomente auftreten, die die Geschwindigkeit des Baufortschritts beeinflussen. Beim Taktschiebeverfahren wird üblicherweise ein Wochentakt für die Herstellung eines Bauabschnitts erreicht. Beim Freivorbau oder bei der Herstellung auf einem Lehrgerüst oder mittels Vorschubrüstung liegen die Zeiten zur Herstellung eines Bauabschnitts bei ein bis drei Wochen.

[0025] Bei annähernd senkrechter Herstellung ist der Betonträger viel geringeren Beanspruchungen ausgesetzt und kann dadurch schneller hergestellt werden. Die bekannten Verfahren der Gleitschalung oder Kletterschalung, die ohnedies zur Herstellung des Betonpfeilers verwendet werden, können bei dem erfindungsgemäßen Verfahren auch zur Herstellung des Brückenträgers eingesetzt werden.

[0026] Der Brückenträger kann zusammen mit dem Pfeiler beispielsweise mit einer Kletter- oder Gleitschalung hergestellt werden. Dies verringert den Schalungsaufwand, die Herstellungszeit und die Kosten wesentlich.

[0027] Das vorgeschlagene Verfahren wird besonders vorteilhaft bei Brücken mit hohen Pfeilern einzusetzen sein. Der Spannweitenbereich für die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt zwischen 20 m und 400 m, vorzugsweise zwischen 50 m und 150 m.

[0028] Erfolgt keine feste Verbindung des bewegten Endpunktes des Brückenträgers oder des Stützstabes mit dem Pfeiler, kann das Verfahren für den Bau und Betrieb von Hubbrücken verwendet werden.

[0029] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele beschrieben.

[0030] Die Erfindung ist in den Fig.1 bis Fig.32 dargestellt. Es zeigt

- Fig. 1 eine Ansicht einer ersten Ausführungsform nach der Herstellung des Pfeilers, der Stützstäbe und der Brückenträger
- Fig. 2 eine Ansicht der ersten Ausführungsform während des Klappvorganges
- Fig. 3 eine Ansicht der ersten Ausführungsform nach Abschluss des Klappvorganges

Fig. 4 Detail A der Fig.1
 Fig. 5 Detail B der Fig.1
 Fig. 6 einen Schnitt längs der Linie VI-VI der Fig.3
 Fig. 7 eine Ansicht einer zweiten Ausführungsform nach Herstellung des Pfeilers, des Stützstabes und des Brückenträgers
 Fig. 8 eine Ansicht der zweiten Ausführungsform während des Klappvorganges
 Fig. 9 eine Ansicht der zweiten Ausführungsform nach Abschluss des Klappvorganges
 Fig. 10 einen Schnitt längs der Linie X-X der Fig.9
 Fig. 11 eine Ansicht einer dritten Ausführungsform nach Herstellung des Pfeilers, der Stützstäbe und der Brückenträger
 Fig. 12 eine Ansicht der dritten Ausführungsform während des Klappvorganges
 Fig. 13 eine Ansicht der dritten Ausführungsform nach Abschluss des Klappvorganges
 Fig. 14 einen Schnitt längs der Linie XIV-XIV in Fig.11
 Fig. 15 eine Ansicht einer vierten Ausführungsform nach Herstellung des Pfeilers, der Stützstäbe und der Brückenträger
 Fig. 16 eine Ansicht der vierten Ausführungsform während des Klappvorganges
 Fig. 17 eine Ansicht der vierten Ausführungsform nach Abschluss des Klappvorganges
 Fig. 18 eine Ansicht einer fünften Ausführungsform nach Herstellung des Pfeilers, der Stützstäbe und der Brückenträger
 Fig. 19 eine Ansicht der fünften Ausführungsform während des Klappvorganges
 Fig. 20 eine Ansicht der fünften Ausführungsform nach Abschluss des Klappvorganges
 Fig. 21 eine Ansicht einer sechsten Ausführungsform nach Herstellung des Pfeilers, der Stützstäbe und der Brückenträger
 Fig. 22 eine Ansicht der sechsten Ausführungsform während des Klappvorganges
 Fig. 23 eine Ansicht der sechsten Ausführungsform nach Abschluss des Klappvorganges
 Fig. 24 eine Ansicht einer fertig gestellten Brücke
 Fig. 25 einen Grundriss einer im Grundriss gekrümmten Brücke
 Fig. 26 einen Schnitt einer siebenten Ausführungsform während des Klappvorganges längs der Linie XXVI -XXVI der Fig. 28
 Fig. 27 Detail C der Fig. 26
 Fig. 28 eine Draufsicht auf die siebente Ausführungsform während des Klappvorganges längs der Linie XXVIII - XXVIII der Fig. 26
 Fig. 29 Detail D der Fig. 26 und gleichzeitig Schnitt längs der Linie XXIX - XXIX der Fig. 28
 Fig. 30 einen Schnitt einer achten Ausführungsform während des Klappvorganges
 Fig. 31 Detail E der Fig. 30
 Fig. 32 alternative Ausführungsform des Details E der Fig. 30

[0031] Eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig.1 bis Fig.6 dargestellt.

[0032] Im ersten Schritt werden gemäß Fig.1 der Pfeiler 4 und die Brückenträger 2 in senkrechter Position betoniert. Die Schalungs- und Betonierungsabläufe für die Brückenträger entsprechen in ihrem Aufwand den Abläufen bei der Herstellung des Pfeilers 4, was wesentliche Einsparungen im Vergleich zu einer Herstellung in waagrechter Position ermöglicht.

5 **[0033]** Im zweiten Schnitt werden die Stützstäbe 3, die bei diesem Beispiel aus einem Kabel aus Spanndrahtlitzen bestehen, eingebaut.

10 **[0034]** Im nächsten Schritt werden gemäß Fig.2 die Endpunkte 9 der Brückenträger 2 mit üblichen Hubvorrichtungen, z.B. mit hydraulischen Litzenhebern und Kabeln aus Spanndrahtlitzen angehoben. Die Hubvorrichtungen können an der Spitze des Pfeilers 4 positioniert werden. In diesem Zustand treten in den Brückenträgern 2 Biegemomente auf, die aber kleiner sind als im Endzustand, der in Fig.3 dargestellt ist. Es kann von Vorteil sein, während des Klappvorganges Spannglieder im Brückenträger 2 anzuspinnen, um den auftretenden Momenten infolge Eigengewicht entgegenzuwirken.

15 **[0035]** Der Endpunkt 9 des Brückenträgers 2 kann mit Rollen ausgestattet sein, um ein annähernd reibungsfreies Anheben zu ermöglichen. Alternativ kann im Pfeiler 4 eine Gleitschicht vorgesehen werden. Bekannte Werkstoffkombinationen für Verschiebeprozesse auf einer Gleitbahn sind beispielsweise Teflon und Stahl oder Bronze und Stahl.

30 **[0036]** Die Hubkräfte für den in Fig.2 dargestellten Klappvorgang sind für das Eigengewicht der Brückenträger 2, der Stützstäbe 3 und die Reibungskräfte, die zwischen den Endpunkten 9 des Brückenträgers 2 und dem Pfeiler 4 auftreten, zu bemessen.

35 **[0037]** Vorteilhaft für den Bauzustand kann auch sein, den Brückenträger 2 im Bauzustand nur mit den statisch erforderlichen Querschnitten auszustatten und den Querschnitt im Endzustand, z.B. durch das Herstellen einer Fahrbahnplatte, zu ergänzen.

40 **[0038]** Während des in Fig.2 dargestellten Klappvorganges wird die Länge der Brückenträger 2 und der Stützstäbe 3 nur durch die elastischen Längenänderungen auf Grund der auftretenden Normalkräfte verändert. Bei diesem Beispiel treten in den Stützstäben 3 Zugkräfte und in den Brückenträgern 2 zwischen den Punkten 5 und 9 Druckkräfte auf. Die Stützstäbe 3 sind in den Punkten 6 mit dem Pfeiler 4 und in den Punkten 5 mit den Brückenträgern 2 verbunden. Die Ausführung der Verbindung mit dem Pfeiler 4 ist in Fig.4 (Detail A aus Fig. 1) und die Ausführung der Verbindung mit dem Brückenträger 2 ist in Fig.5 (Detail B aus Fig.1) dargestellt. Der aus einem Litzenkabel bestehende Stützstab 3 wird gemäß Fig.5 über eine Umlenkstruktur im Kastenquerschnitt des Brückenträgers 2 während des Klappvorganges geführt. Dadurch kann der Drehwinkel α von ca. 150° im Punkt 5 des Klappvorganges aufgenommen werden. Der Drehwinkel β in den Punkten 6 beträgt jeweils ca.

60° und wird über ein Abrollen der Stützstäbe 3 über die Sattelkonstruktion an der Spitze des Pfeilers 4 aufgenommen. Die Krümmungsradien der Umlenkkonstruktion im Kastenquerschnitt in Fig.4 und des Sattels in Fig. 5 sind auf die zulässigen Krümmungsradien von Litzenkabeln abzustimmen.

[0039] Fig.6 zeigt eine Draufsicht auf einen Ausschnitt des Brückenträgers 2 in der endgültigen Position. Der Stützstab 3 ist bei diesem Beispiel in der Mitte des Brückenträgers 2 angeordnet, sodass die Fahrstreifen seitlich am Stützstab 3 vorbeigeführt werden können.

[0040] Das bekannte Bogenklappverfahren weist gegenüber dem erfindungsgemäßen Verfahren folgende Nachteile auf:

- o Die Bogenhälften müssen während des Baus durch Abspannungen gestützt und während des Bauzustandes gedreht werden, um die Biegebeanspruchungen im Bogen klein zu halten. Die annähernd geraden Brückenträger 2 werden ohne Lageänderung betoniert und können ohne großen Aufwand am Pfeiler 4 befestigt werden.

- o Die Rückhaltekabel für das Einklappen der Bogenhälften geben ihre Zugkräfte an Gründungselemente ab, die nur für das Eintragen dieser Kräfte in den Baugrund hergestellt werden müssen. Das Anheben der Brückenträger 2 beim erfindungsgemäßen Verfahren erfordert keine zusätzlichen konstruktiven Aufwendungen, da die Reaktionskräfte aus dem Anheben in den Pfeiler 4 eingeleitet werden.

[0041] Eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in den Fig.7 bis Fig.10 dargestellt.

[0042] Im ersten Schritt des Verfahrens wird gemäß Fig.7 der Pfeiler 4 aus einem geeigneten Baustoff wie Beton, Mauerwerk, Stahl oder Holz hergestellt. Im nächsten Schritt wird der Brückenträger 2, der bei diesem Beispiel aus Stahl oder Holz bestehen kann, in einer senkrechten Lage montiert. Der Brückenträger 2 kann aus einzelnen Elementen bestehen, die in dieser Lage miteinander kraftschlüssig verbunden werden. Der Stützstab 3 aus einem Stahlprofil wird montiert und im Punkt 5 mit dem Brückenträger 2 und im Punkt 6 mit dem Pfeiler 4 gelenkig verbunden.

[0043] Durch das in Fig.8 dargestellte Absenken des Endpunktes 9 des Brückenträgers 2 entsteht die in Fig. 9 dargestellte einhüftige Brücke 1. Im Endpunkt 5 tritt eine bleibende Verdrehung α und im Endpunkt 6 tritt eine bleibende Verdrehung β auf. Die Summe der Drehwinkel α plus β ist gleich 90°.

[0044] Fig.10 zeigt eine Draufsicht auf einen Ausschnitt des Brückenträgers 2 in der endgültigen Position. Die Stützstäbe 3 sind bei diesem Beispiel seitlich des Brückenträgers 2 angeordnet, sodass die Fahrstreifen zwischen den Stützstäben 3 vorbeigeführt werden können.

[0045] Eine dritte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig.11 bis Fig.14 dargestellt.

[0046] Im ersten Schritt des Verfahrens wird gemäß Fig.11 der Pfeiler 4 aus Beton hergestellt. Der Pfeiler 4 weist eine konstante Breite, aber eine veränderliche Dicke über die Höhe auf. Die Brückenträger 2 werden bei diesem Beispiel auf der Gründungsplatte des Pfeilers 4 errichtet. Die Brückenträger 2 weisen eine konstante Breite, aber eine veränderliche Querschnittshöhe auf. Pfeiler 4, Stützstäbe 3 und Brückenträger 2 werden vorteilhaft gleichzeitig z.B. mittels Kletterschalung hergestellt. Die Stützstäbe 3 sind in den Punkten 5 mit den Brückenträgern 2 verbunden. Die Brückenträger 2 sind in den Punkten 7 mit dem Pfeiler 4 verbunden.

[0047] Es kann zweckmäßig sein, die Endpunkte 5 der Stützstäbe 3 annähernd horizontal vom Pfeiler 4 weg zu drücken, bevor mit dem Anheben begonnen wird. Durch das in Fig.12 dargestellte Anheben der Endpunkte 8 der Stützstäbe 3 entsteht schließlich die in Fig. 13 dargestellte Brücke 1. Während des Klappvorganges tritt im Endpunkt 5 des Stützstabes 3 eine Winkelrotation α von 140° auf. Im Endpunkt 7 des Brückenträgers 2 tritt eine Winkelrotation β von 90° auf. Die bleibenden Winkeldrehungen in den Endpunkten 5 und 7 können durch im Betonbau übliche konstruktive Ausbildungen beispielsweise durch Betongelenke oder durch das Biegen von Bewehrungsstäben aufgenommen werden.

[0048] Durch das Verfüllen der Fuge zwischen den beiden Brückenträgern 2 mit Vergussbeton und den Einbau von Kontinuitätsspannungsgliedern weist die Brücke 1 über der Spitze des Pfeilers 4 eine biegesteife Verbindung auf.

[0049] In Fig. 14 ist dargestellt, wie die Stützstäbe 3 vorteilhaft in die Form des Pfeilers 4 eingebaut werden können, um eine rasche Herstellung des Pfeilers 4, der Stützstäbe 3 und der Brückenträger 2 zu ermöglichen.

[0050] Eine vierte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig. 15 bis Fig. 17 dargestellt.

[0051] Gemäß Fig. 15 werden Pfeiler 4, Brückenträger 2 und Stützstäbe 3 in annähernd senkrechter Position errichtet. Ein Stützstab 3 ist bei diesem Beispiel mit dem Brückenträger 2 im Punkt 5 und mit dem Pfeiler 4 im Punkt 6 verbunden. Der zweite Stützstab 3 ist im Punkt 5 mit dem Brückenträger 2 verbunden. Der zweite Endpunkt 8 dieses Stützstabes 3 wird gemäß Fig. 16 angehoben. Das Anheben bewirkt, dass der Brückenträger 2 aus der annähernd senkrechten Position in eine waagrechte Position, die in Fig.17 dargestellt ist, gedreht wird.

[0052] Wird der in dieser Position neben dem Pfeiler 4 liegende Endpunkt des Brückenträgers 2 mit dem Pfeiler 4 nicht fest verbunden, kann die Brücke 1 als Hubbrücke 12 verwendet werden. Durch Absenken des Punktes 8 in Fig. 17 wird der Brückenträger 2 nach oben bewegt, so dass das Lichtraumprofil des die Brücke 1 kreuzenden Verkehrsweges vergrößert wird.

[0053] Eine fünfte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig.18 bis Fig.20 dargestellt.

[0054] Im ersten Schritt werden gemäß Fig. 18 Pfeiler

4, Hilfspfeiler 10, Brückenträger 2 und Stützstäbe 3 in senkrechter Lage hergestellt. Die Endpunkte 8 der Brückenträger 2 liegen in dieser Position höher als die Spitze des Pfeilers 4. Deswegen ist die Errichtung eines Hilfspfeilers 10 erforderlich. Die Brückenträger 2 sind in den Punkten 7 mit dem Pfeiler 4 verbunden. Die Stützstäbe 3 sind in den Punkten 5 mit den Brückenträgern 2 verbunden.

[0055] Die anderen Endpunkte 8 der Stützstäbe 3 werden gemäß Fig. 19 vom Hilfspfeiler 10 abgesenkt. Um die Biegemomente in den Brückenträgern 2 während des Absenkens zu reduzieren, werden bei diesem Beispiel Abspannungen 13 eingesetzt. Diese Abspannungen 13 können aus Litzenkabeln bestehen, die mit dem Brückenträger 2 verbunden sind und beispielsweise von der Spitze des Pfeilers 4 mit einer bestimmten Kraft beansprucht werden. Die Länge der Abspannungen 13 vergrößert sich während der Drehung der Brückenträger 2, was durch ein Nachführen der Litzenkabel problemlos gewährleistet werden kann.

[0056] In der Endposition gemäß Fig. 20 kann der Hilfspfeiler 10 entfernt werden oder für die Montage von zusätzlichen Kabeln zur Stützung der Brückenträger 2 verwendet werden. Die Abspannungen 13 können als permanente Kabel in der Brücke 1 verbleiben oder gegen Schrägkabel ausgetauscht werden.

[0057] Eine sechste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig. 21 bis Fig. 23 dargestellt.

[0058] Gemäß Fig. 21 werden Pfeiler 4, Brückenträger 2 und Stützstäbe 3 in annähernd senkrechter Lage hergestellt.

[0059] Durch Anheben der Endpunkte 8 der Stützstäbe 3 gemäß Fig. 22 wird die in Fig. 23 dargestellte Brücke 1 fertig gestellt.

[0060] Fig. 24 zeigt eine Brücke 1 mit zwei Widerlagern 11, zwei Pfeilern 4, vier Brückenträgern 2 und vier Stützstäben 3. Die Ansicht der Brücke 1 in Fig. 24 zeigt, wie das Verfahren vorteilhaft zur Herstellung von Talbrücken eingesetzt werden kann. Die Endpunkte 14 der Brückenträger 2 in der Mitte der Hauptspannweite der Brücke 1 werden im Endzustand biegesteif verbunden. Die beiden anderen Endpunkte 14 des Brückenträgers werden mit dem Widerlager 11 verbunden. Die Stützstäbe 3 können anschließend entfernt werden, falls dies z.B. aus gestalterischen Gründen gefordert wird.

[0061] Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch zur Herstellung von im Grundriss gekrümmten Brücken eingesetzt werden, wie Fig. 25 für eine vierfeldrige Brücke zeigt. Die Brückenträger 2 müssen bei diesem Beispiel mit Zwischenstücken ergänzt werden, um die Brücke 1 fertig zu stellen.

[0062] Eine siebente Ausführungsform des Verfahrens ist in Fig. 26 bis 29 dargestellt. Die Fig. 26 zeigt einen Zustand während des Anhebens der Endpunkte 9 der Brückenträger 2. Der Pfeiler 4 weist bei diesem Beispiel eine sich entlang der Pfeilerhöhe erstreckende Öffnung 19 auf.

[0063] Die Ausführung der Verbindung des Stützsta-

bes 3 mit dem Pfeiler 4 ist in Fig. 27 (Detail C aus Fig. 26) dargestellt. Der Übersichtlichkeit halber ist nur der nach rechts führende Stützstab 3 in Fig. 27 eingezeichnet. Der Stützstab 3 kann aus einem Schrägkabel 17 bestehen und es können mehrere Schrägkabel 17 hintereinander angeordnet werden. Zu Beginn des Hebevorganges verläuft der Stützstab 3 annähernd senkrecht entlang des Pfeilers 4 zum Endpunkt 5, wo er mit dem Brückenträger 2 verbunden ist. Die Kraft im Stützstab 3 ist zu Beginn des Hebevorganges viel kleiner als im Endzustand. Diesem Umstand trägt die Ausbildung des Umlenksattels 18 für den Stützstab 3 in Fig. 27 Rechnung. Der Anpressdruck des Stützstabes 3 im Umlenksattel 18 lässt sich aus der Zugkraft des Stützstabes 3 geteilt durch das Produkt aus Umlenkradius und Breite des Stützstabes 3 berechnen. Bei einer Ausführung des Umlenksattels gemäß Fig. 27 mit einem kleinen Radius R_1 zu Beginn des Hebevorganges und einem größeren Radius R_2 beim Abschluss des Hebevorganges, wobei R_2 berechnet wird mit R_1 mal Verhältnis der Zugkräfte im Stützstab am Ende und zu Beginn des Hebevorganges, ist der Anpressdruck auf den Stützstab 3 durch den Umlenksattel 18 während des Hebevorganges konstant, wenn die zwischen R_1 und R_2 liegenden Radien des Umlenksattels 18 gemäß den auftretenden Kräften im Stützstab 3 berechnet werden.

[0064] Fig. 28 zeigt eine Draufsicht auf die Brücke 1 während des Hebevorganges. Der Pfeiler 4 ist mit einer Öffnung 19 ausgeführt, so dass sich die Brückenträger 2 während des Hebevorganges berühren und die entstehenden Druckkräfte in den Wälz Gelenken über Hertzsche Pressungen übertragen werden. Der Querschnitt der Brückenträger 2 im Beispiel gemäß Fig. 28 ist ein Kastenquerschnitt. Um das Gewicht der Brückenträger 2 während des Hebevorganges gering zu halten, werden die ausragenden Teile der Fahrbahnplatte erst nach Abschluss des Hebevorganges hergestellt. In den Endpunkten 5 der Stützstäbe 3, die mit den Brückenträgern 2 verbunden sind, sind deshalb Querträger erforderlich. Die Stabilisierung der Brückenträger 2 während des Hebevorganges kann mit geeigneten Vorrichtungen 15, z. B. Rollenlagern, erfolgen.

[0065] Die Ausführung der Verbindung der Brückenträger 2 ist in Fig. 29 (Detail D aus Fig. 26) dargestellt. Zu Beginn des Hebevorganges berühren sich die Brückenträger 2 in den Linien P_1 und P_1' . In der in Fig. 29 dargestellten Lage der Brückenträger 2 findet die Berührung in den Linien P_2 und P_2' statt. Im Endzustand wird die Berührung in P_3 und P_3' erfolgen. Die Enden der Brückenträger 2 im Beispiel gemäß Fig. 29 sind mit kreisförmig gebogenen Stahlblechen ausgeführt, die mit Dübeln oder angeschweißter Bewehrung mit dem Beton der Brückenträger 2 verbunden sind. Während des Hebevorganges tritt in den kreiszylinderförmig ausgebildeten Enden der Brückenträger 2 entlang der Berührungslinien, z. B. P_2 und P_2' in Fig. 29, eine erhöhte Pressung auf, die als Hertzsche Pressung bezeichnet wird. Die Radien der Endbereiche der Brückenträger 2 sind für die während

des Hebevorganges auftretenden Hertzschen Pressungen zu dimensionieren. Der Radius für die Enden der Brückenträger 2 in Fig. 28 ist konstant. Es könnte aber auch an die in den Brückenträgern 2 auftretenden Kräfte angepasst werden und zum Beispiel von einem kleineren Radius in den Linien P_1 , P_1' auf einen größeren Radius in den Linien P_3 , P_3' ansteigen, um während des Hebevorganges eine annähernd konstante Hertzsche Pressung in den Berührungslinien zu erhalten.

[0066] Eine achte Ausführungsform des Verfahrens ist in den Fig. 30 bis 32 dargestellt. Die Fig. 30 zeigt einen Zustand während des Anhebens der Endpunkte 8 der Stützstäbe 3. Der Pfeiler 4 weist eine sich entlang der Pfeilerhöhe erstreckende Öffnung 19 auf.

[0067] Die Ausführung der Verbindung des Stützstabes 3 mit dem Brückenträger 2 ist in Fig. 31 (Detail E aus Fig. 30) dargestellt. Die gegenseitige Verdrehung von Stützstab 3 und Brückenträger 2, die bei diesem Beispiel während des Hebevorganges ca. 150° beträgt, wird durch ein Abwälzen entlang von zylinderförmigen Berührungsf lächen bewerkstelligt. Zu Beginn des Hebevorganges findet die Berührung entlang der Linien P_4 , P_4' statt. In Fig. 31 ist ein Zustand dargestellt, bei dem die Berührung zwischen Stützstab 3 und Brückenträger 2 entlang der Linien P_5 , P_5' stattfindet. Nach Abschluss des Hebevorganges wird die Kraftübertragung zwischen Brückenträger 2 und Stützstab 3 entlang der Linien P_6 , P_6' erfolgen. In Fig. 31 ist ein externes Spannglied 16 dargestellt, das in der Schwerachse des mit einem Plattenbalkenquerschnitt ausgebildeten Brückenträger 2 angeordnet ist. Während des Hebevorganges wird das externe Spannglied so vorgespannt, dass im Brückenträger 2 keine oder nur geringe Zugkräfte auftreten.

[0068] Eine alternative Ausführungsform für die Verbindung des Stützstabes 3 mit dem Brückenträger 2 (Detail E aus Fig. 30) ist in Fig. 32 dargestellt. Der Brückenträger dieser alternativen Ausführungsform weist einen Kastenquerschnitt auf. Die gegenseitige Verdrehung im Endpunkt 5 zwischen Stützstab 3 und Brückenträger 2 findet außerhalb des Kastenquerschnitts des Brückenträgers 2 statt. Das dadurch entstehende Versatzmoment erzeugt Biegebeanspruchungen im Brückenträger 2, die bei der Dimensionierung des Brückenträgers 2 zu beachten sind. Das externe Spannglied 16 ist in der Schwerachse des Kastenquerschnitts des Brückenträgers 2 angeordnet.

[0069] Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erreichbare Spannweite einer Brücke 1 zwischen zwei Pfeilern 4 entspricht bei druckbeanspruchten Stützstäben 3 der Summe der Höhe der beiden Pfeiler 4. Die Anwendung des Verfahrens bei zugbeanspruchten Stützstäben 3 ermöglicht die Herstellung einer Brücke 1 mit einer Spannweite, die größer ist als die Summe der Pfeilerhöhen.

[0070] Das Verfahren ist vorzugsweise für die Herstellung von Spannbeton- und Stahlbetonbrücken geeignet, kann aber auch für Stahlbrücken, Stahl - Beton - Verbundbrücken, Holzbrücken oder Kunststoffbrücken ver-

wendet werden.

[0071] Es kann auch vorteilhaft sein, unterschiedliche Baustoffe zu kombinieren. Beispielsweise könnte ein Brückenträger 2 aus Spannbeton hergestellt werden und die Spitze des Brückenträgers 2 neben dem Endpunkt 14 aus einer Stahlkonstruktion bestehen, um das Eigengewicht an der Spitze des Kragarmes und dadurch die Kragmomente im Bauzustand zu reduzieren.

[0072] Sinngemäß kann das erfindungsgemäße Verfahren auch im Hochbau und im Ingenieurbau eingesetzt werden, wenn es vorteilhaft ist Träger in einer annähernd senkrechten Position herzustellen und anschließend in eine annähernd waagrechte Endposition zu drehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Brücke, wobei ein Pfeiler (4) sowie mindestens ein Brückenträger (2) mit Endpunkten (7, 9, 14) in annähernd senkrechter Position errichtet werden, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- mindestens ein Stützstab (3) mit Endpunkten (5, 6, 8) in annähernd senkrechter Position errichtet wird, wobei
- ein Endpunkt (5) des Stützstabes (3) mit dem Brückenträger (2) gelenkig verbunden wird und entweder - nach einer ersten Variante -
- ein Endpunkt (6) des Stützstabes (3) mit dem Pfeiler (4) gelenkig verbunden wird, der Brückenträger (2) durch eine annähernd senkrechte Bewegung des Endpunktes (9) des Brückenträgers (2) am Pfeiler (4) in eine annähernd waagrechte Position gebracht wird und der bewegte Endpunkt (9) des Brückenträgers (2) mit dem Pfeiler (4) verbunden wird, oder - nach einer zweiten Variante -
- ein Endpunkt (7) des Brückenträgers (2) mit dem Pfeiler (4) gelenkig verbunden wird, der Brückenträger (2) durch eine annähernd senkrechte Bewegung des Endpunktes (8) des Stützstabes (3) am Pfeiler (4) in eine annähernd waagrechte Position gebracht wird und der bewegte Endpunkt (8) des Stützstabes (3) mit dem Pfeiler (4) verbunden wird,
- sowie dass in beiden Varianten der auskragende Endpunkt (14) des Brückenträgers (2) mit einem Widerlager (11) oder einem weiteren Endpunkt (14) eines zweiten Brückenträgers (2) verbunden wird.

2. Verfahren zur Herstellung einer Brücke nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Brückenträger (2) und Stützstäbe (3) auf beiden Seiten des Pfeilers (4) angeordnet werden und die zwei Endpunkte (8) von Stützstäben (3) am Pfeiler (4) oder die zwei Endpunkte (9) des Brückenträgers (2) am

- Pfeiler (4) annähernd senkrecht bewegt werden.
3. Verfahren zur Herstellung einer Brücke nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, das der Brückenträger (2) mit veränderlicher Querschnittshöhe hergestellt wird. 5
 4. Verfahren zur Herstellung einer Brücke nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Brückenträger (2) in der annähernd waagrechteten Endposition im Aufriss mit einer Krümmung hergestellt wird. 10
 5. Verfahren zur Herstellung einer Brücke nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Brückenträger (2) in der annähernd waagrechteten Endposition im Grundriss mit einer Krümmung hergestellt wird. 15
 6. Verfahren zur Herstellung einer Brücke nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Pfeiler (4) in das Widerlager (11) integriert wird. 20
 7. Verfahren zur Herstellung einer Brücke nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** sich die bewegten Endpunkte (8,9) der Stützstäbe (3) bzw. der Brückenträger (2) während des Bewegens der Endpunkte (8,9) berühren. 25
 8. Verfahren zur Herstellung einer Brücke nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Pfeiler (4) mit einer sich entlang der Pfeilerhöhe erstreckenden Öffnung (19) hergestellt wird, in der sich die Endpunkte (8,9) der Stützstäbe (3) oder der Brückenträger (2) gegeneinander während sie bewegt werden abstützen, wobei die Öffnung (19) nach unten und nach oben durch den Pfeiler (4) begrenzt ist. 30
 9. Verfahren zur Herstellung einer Brücke nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Druckkräfte in den Endpunkten (5, 6, 7, 8, 9) während der Bewegung der Stützstabes (3) und des Brückenträgers (2) über Wälzgelenke übertragen werden. 35
 10. Verfahren zur Herstellung einer Brücke nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Oberflächen der Wälzgelenke aus dünnwandigen, gebogenen Stahlblechen gebildet werden, die in den Endpunkten (8,9) der Stützstäbe (3) oder Brückenträger (2) mit Beton hinterfüllt werden. 40
 11. Verfahren zur Herstellung einer Brücke nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Radius eines Wälzgelenks nicht konstant ist, sondern so an die Druckbeanspruchung angepasst wird, dass für kleine Beanspruchungen ein kleiner Radius und für größere Beanspruchungen ein größerer Radius vorgesehen wird. 45
 12. Verfahren zur Herstellung einer Brücke nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** ein zugbeanspruchter Stützstab (3) als Schrägkabel (17) vorgesehen wird und die Zugkräfte in den Endpunkten (5,6) während der Bewegung des Stützstabes (3) über Umlenksättel (18) in den Brückenträger (2) und Pfeiler (4) übertragen werden. 50
 13. Verfahren zur Herstellung einer Brücke nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Radius des Umlenksattels (18) nicht konstant ist, sondern so an die Zugbeanspruchung des Stützstabes (3) angepasst wird, dass für kleine Beanspruchungen ein kleiner Radius und für größere Beanspruchungen ein größerer Radius vorgesehen ist. 55
 14. Verfahren zur Herstellung einer Brücke nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** zwei Endpunkte (8,9) von Stützstäben (3) oder Brückenträgern (2) annähernd senkrecht bewegt werden und dass die Endpunkte (8,9) während der Bewegung mit einer Stabilisierungsvorrichtung (15) gegen den Pfeiler (4) abgestützt werden.
 15. Verfahren zur Herstellung einer Brücke gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Endpunkte (5) und (6) des Stützstabes (3) so ausgebildet werden, dass im Endpunkt (5) eine Winkeldrehung α gegenüber dem Brückenträger (2) und dem Endpunkt (6) eine Winkeldrehung β gegenüber dem Pfeiler (4) auftreten kann und dass die Summe der Winkeldrehungen α plus β größer als 85° und kleiner als 260° ist.
 16. Verfahren zur Herstellung einer Brücke gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Endpunkt (5) des Stützstabes (3) und der Endpunkt (7) des Brückenträgers (2) so ausgebildet werden, dass im Endpunkt (5) eine Winkeldrehung α gegenüber dem Brückenträger (2) und im Endpunkt (7) eine Winkeldrehung β gegenüber dem Pfeiler (4) auftreten kann und dass die Winkeldrehung α größer als 100° und kleiner als 175° ist und dass die Winkeldrehung β annähernd 90° ist.
 17. Verfahren zur Herstellung einer Brücke, **gekennzeichnet durch** eine Kombination der ersten im Anspruch 1 definierten Variante mit der zweiten im Anspruch 1 definierten Variante sowie gegebenenfalls nach einem der Ansprüche 2 bis 16.
 18. Verfahren zur Herstellung einer Brücke gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**

zeichnet, dass zum Anheben der Endpunkte (9, 8) Zugglieder aus Spanndrahtlitzen und hydraulische Litzenheber verwendet werden.

19. Hubbrücke (12), hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1-18, mit einem in annähernd senkrechter Position errichteten Pfeiler (4) sowie zwei Brückenträger (2) mit Endpunkten (7, 9, 14), **gekennzeichnet durch** zwei Stützstäbe (3) mit Endpunkten (5, 6, 8), wobei jeweils ein Endpunkt (5) eines Stützstabes (3) mit jeweils einem Brückenträger (2) gelenkig verbunden ist und entweder der jeweils andere Endpunkt (6) jedes Stützstabes (3) mit dem Pfeiler (4) gelenkig verbunden ist, wobei ausgehend von einer annähernd senkrechten Position der zwei Brückenträger (2) und der zwei Stützstäbe (3) jeder Brückenträger (2) an seinem jeweils einen Endpunkt (9) annähernd senkrecht entlang des Pfeilers (4) bewegbar ist, wobei **durch** diese Bewegung die Brückenträger (2) jeweils in eine annähernd waagrechte Position bringbar und die bewegten Endpunkte (9) der Brückenträger (2) jeweils mit dem Pfeiler (4) verbindbar sind, oder jeweils ein Endpunkt (7) jedes Brückenträgers (2) mit dem Pfeiler (4) gelenkig verbunden ist und der andere Endpunkt (8) jedes Stützstabes (3) ausgehend von einer annähernd senkrechten Position der zwei Brückenträger (2) und der zwei Stützstäbe (3) annähernd senkrecht entlang des Pfeilers (4) bewegbar ist, wobei **durch** diese Bewegung die Brückenträger (2) jeweils in eine annähernd waagrechte Position bringbar und die bewegten Endpunkte (8) der Stützstäbe (3) jeweils mit dem Pfeiler (4) verbindbar sind, wobei in beiden Varianten die auskragenden Endpunkte (14) der Brückenträger (2) jeweils mit einem Widerlager (11) oder einem weiteren Endpunkt (14) eines weiteren Brückenträgers (2) verbindbar sind.

Claims

1. A process for the manufacture of a bridge, wherein a pier (4) as well as at least one bridge girder (2) with end points (7, 9, 14) are erected in an approximately vertical position, **characterized in that**
- at least one supporting rod (3) with end points (5, 6, 8) is erected in an approximately vertical position, wherein
 - one end point (5) of the supporting rod (3) is hinged to the bridge girder (2), and either - according to a first variant -
 - one end point (6) of the supporting rod (3) is hinged to the pier (4), the bridge girder (2) is brought into an approximately horizontal position by an approximately vertical motion of the end point (9) of the bridge girder (2) on the pier

(4) and the moved end point (9) of the bridge girder (2) is connected to the pier (4), or - according to a second variant -

- one end point (7) of the bridge girder (2) is hinged to the pier (4), the bridge girder (2) is brought into an approximately horizontal position by an approximately vertical motion of the end point (8) of the supporting rod (3) on the pier (4) and the moved end point (8) of the supporting rod (3) is connected to the pier (4),
- as well as that, in both variants, the projecting end point (14) of the bridge girder (2) is connected to an abutment (11) or a further end point (14) of a second bridge girder (2).

2. A process for the manufacture of a bridge according to claim 1, **characterized in that** bridge girders (2) and supporting rods (3) are arranged on both sides of the pier (4) and the two end points (8) of supporting rods (3) on the pier (4) or the two end points (9) of the bridge girder (2) on the pier (4) are moved approximately vertically.
3. A process for the manufacture of a bridge according to any of claims 1 or 2, **characterized in that** the bridge girder (2) is manufactured with a variable cross-sectional height.
4. A process for the manufacture of a bridge according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** the bridge girder (2) is manufactured with a curvature in the elevation in the approximately horizontal final position.
5. A process for the manufacture of a bridge according to any of claims 1 to 4, **characterized in that** the bridge girder (2) is manufactured with a curvature in the ground plan in the approximately horizontal final position.
6. A process for the manufacture of a bridge according to any of claims 1 to 5, **characterized in that** the pier (4) is integrated into the abutment (11).
7. A process for the manufacture of a bridge according to any of claims 1 to 6, **characterized in that** the moved end points (8,9) of the supporting rods (3) and of the bridge girders (2), respectively, contact each other while the end points (8,9) are being moved.
8. A process for the manufacture of a bridge according to any of claims 1 to 7, **characterized in that** the pier (4) is manufactured with an opening (19) extending along the height of the pier, in which the end points (8,9) of the supporting rods (3) or the bridge girders (2) support each other while being moved, with the opening (19) being delimited downwards

and upwards by the pier (4).

9. A process for the manufacture of a bridge according to any of claims 1 to 8, **characterized in that** the compressive forces in the end points (5, 6, 7, 8, 9) are transmitted via rolling contact joints during the movement of the supporting rod (3) and the bridge girder (2). 5
10. A process for the manufacture of a bridge according to any of claims 1 to 9, **characterized in that** the surfaces of the rolling contact joints are formed from thin-walled, bent steel sheets which are back-filled with concrete in the end points (8,9) of the supporting rods (3) or the bridge girders (2). 10 15
11. A process for the manufacture of a bridge according to any of claims 1 to 10, **characterized in that** the radius of a rolling contact joint is not constant, but is adjusted to the compressive stress such that a small radius is provided for small strains and a larger radius is provided for larger strains. 20
12. A process for the manufacture of a bridge according to any of claims 1 to 11, **characterized in that** a supporting rod (3) subject to tensile stress is provided as a stay cable (17) and the tensile forces in the end points (5,6) are transferred into the bridge girder (2) and the pier (4) via deflection saddles (18) during the movement of the supporting rod (3). 25 30
13. A process for the manufacture of a bridge according to any of claims 1 to 12, **characterized in that** the radius of the deflection saddle (18) is not constant, but is adjusted to the tensile stress of the supporting rod (3) such that a small radius is provided for small strains and a larger radius is provided for larger strains. 35
14. A process for the manufacture of a bridge according to any of claims 1 to 13, **characterized in that** two end points (8,9) of supporting rods (3) or bridge girders (2) are moved approximately vertically and that, during the movement, the end points (8,9) are supported against the pier (4) with a stabilizing device (15). 40 45
15. A process for the manufacture of a bridge according to any of claims 1 to 14, **characterized in that** the end points (5) and (6) of the supporting rod (3) are designed such that an angular rotation α relative to the bridge girder (2) can occur in the end point (5) and an angular rotation β relative to the pier (4) can occur in the end point (6) and that the sum of the angular rotations α plus β is larger than 85° and smaller than 260° . 50 55
16. A process for the manufacture of a bridge according

to any of claims 1 to 14, **characterized in that** the end point (5) of the supporting rod (3) and the end point (7) of the bridge girder (2) are designed such that an angular rotation α relative to the bridge girder (2) can occur in the end point (5) and an angular rotation β relative to the pier (4) can occur in the end point (7) and that the angular rotation α is larger than 100° and smaller than 175° and that the angular rotation β is approximately 90° .

17. A process for the manufacture of a bridge, **characterized by** a combination of the first variant defined in claim 1 with the second variant defined in claim 1 as well as optionally according to any of claims 2 to 16.
18. A process for the manufacture of a bridge according to any of claims 1 to 17, **characterized in that** tension members made of strands and hydraulic strand lifters are used for raising the end points (9, 8).
19. A lift bridge (12), manufactured according to a process according to any of claims 1 to 18, comprising a pier (4) erected in an approximately vertical position as well as two bridge girders (2) with end points (7, 9, 14), **characterized by** two supporting rods (3) with end points (5, 6, 8), wherein one end point (5) each of a supporting rod (3) is hinged to one bridge girder (2) each and either the other respective end point (6) of each supporting rod (3) is hinged to the pier (4), wherein, starting from an approximately vertical position of the two bridge girders (2) and the two supporting rods (3), each bridge girder (2) is movable at its, in each case, one end point (9) approximately vertically along the pier (4), whereby, through said movement, the bridge girders (2) can, in each case, be brought into an approximately horizontal position and the moved end points (9) of the bridge girders (2) are, in each case, connectable to the pier (4), or one end point (7) each of each bridge girder (2) is hinged to the pier (4) and the other end point (8) of each supporting rod (3) is movable approximately vertically along the pier (4), starting from an approximately vertical position of the two bridge girders (2) and the two supporting rods (3), whereby, through said movement, the bridge girders (2) can, in each case, be brought into an approximately horizontal position and the moved end points (8) of the supporting rods (3) are, in each case, connectable to the pier (4), wherein, in both variants, the projecting end points (14) of the bridge girders (2) are, in each case, connectable to an abutment (11) or a further end point (14) of a further bridge girder (2).

Revendications

1. Procédé servant à construire un pont, sachant qu'une flèche (4) ainsi qu'au moins un support de pont (2) pourvu de points d'extrémité (7, 9, 14) sont érigés dans une position approximativement perpendiculaire, **caractérisé en ce**
 - qu'au moins une barre d'appui (3) pourvue de points d'extrémité (5, 6, 8) est érigée dans une position approximativement perpendiculaire, sachant
 - qu'un point d'extrémité (5) de la barre d'appui (3) est relié de manière articulée au support de pont (2), et que soit - selon une première variante -,
 - un point d'extrémité (6) de la barre d'appui (3) est relié de manière articulée à la flèche (4), que le support de pont (2) est amené au niveau de la flèche (4) dans une position approximativement horizontale par un déplacement approximativement perpendiculaire du point d'extrémité (9) du support de pont (2) et que le point d'extrémité (9) déplacé du support de pont (2) est relié à la flèche (4), ou - selon une deuxième variante
 - qu'un point d'extrémité (7) du support de pont (2) est relié de manière articulée à la flèche (4), que le support de pont (2) est amené au niveau de la flèche (4) dans une position approximativement horizontale par un déplacement approximativement perpendiculaire du point d'extrémité (8) de la barre d'appui (3), et que le point d'extrémité (8) déplacé de la barre d'appui (3) est relié à la flèche (4),
 - et **que** dans les deux variantes le point d'extrémité (14) faisant saillie du support de pont (2) est relié à un contre-palier (11) ou à un autre point d'extrémité (14) d'un deuxième support de pont (2).
2. Procédé servant à construire un pont selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le support de pont (2) et les barres d'appui (3) sont disposés sur deux côtés de la flèche (4), et **en ce que** les deux points d'extrémité (8) des barres d'appui (3) au niveau de la flèche (4) ou les deux points d'extrémité (9) du support de pont (2) au niveau de la flèche (4) sont déplacés approximativement de manière perpendiculaire.
3. Procédé servant à construire un pont selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le support de pont (2) est fabriqué avec une hauteur de section transversale variable.
4. Procédé servant à construire un pont selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le support de pont (2) est construit, dans la position d'extrémité approximativement horizontale, en élévation, avec une incurvation.
5. Procédé servant à construire un pont selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le support de pont (2) est construit, dans la position d'extrémité approximativement horizontale, en plan, avec une incurvation.
6. Procédé servant à construire un pont selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la flèche (4) est intégrée dans le contre-palier (11).
7. Procédé servant à construire un pont selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les points d'extrémité (8, 9) déplacés des barres d'appui (3) ou des supports de pont (2) se touchent au cours du déplacement des points d'extrémité (8, 9).
8. Procédé servant à construire un pont selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la flèche (4) est construite avec une ouverture (19) s'étendant le long de la hauteur de flèche, dans laquelle les points d'extrémité (8, 9) des barres d'appui (3) ou des supports de pont (2) prennent appui les uns contre les autres alors qu'ils sont déplacés, sachant que l'ouverture (19) est délimitée vers le bas et vers le haut par la flèche (4).
9. Procédé servant à construire un pont selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les forces de pression dans les points d'extrémité (5, 6, 7, 8, 9) sont transmises, au cours du déplacement de la barre d'appui (3) et du support de pont (2), par l'intermédiaire d'articulations de roulement.
10. Procédé servant à construire un pont selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** les surfaces des articulations de roulement sont formées à partir de tôles d'acier cintrées à paroi fine, lesquelles sont garnies par l'arrière de béton dans les points d'extrémité (8, 9) des barres d'appui (3) ou des supports de pont (2).
11. Procédé servant à construire un pont selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le rayon d'une articulation de roulement n'est pas constant, mais est adapté à la contrainte de pression de telle sorte que sont prévus pour de petites contraintes un petit rayon et pour des contraintes plus importantes un plus grand rayon.
12. Procédé servant à construire un pont selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé**

en ce qu'une barre d'appui (3) sollicitée par traction est prévue en tant que câble oblique (17), **et en ce que** les forces de traction dans les points d'extrémité (5, 6) sont transmises au cours du déplacement de la barre d'appui (3) par l'intermédiaire de selles de renvoi (18) dans le support de pont (2) et dans la flèche (4).

13. Procédé servant à construire un pont selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** le rayon de la selle de renvoi (18) n'est pas constant, mais est adapté à la sollicitation de contrainte de la barre d'appui (3) de telle sorte que sont prévus pour de petites sollicitations un petit rayon et, pour des sollicitations plus importantes, un plus grand rayon.
14. Procédé servant à construire un pont selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** deux points d'extrémité (8, 9) de barres d'appui (3) ou de supports de pont (2) sont déplacés approximativement de manière perpendiculaire, **et en ce que** les points d'extrémité (8, 9) sont en appui contre la flèche (4) au cours du déplacement avec un dispositif de stabilisation (15).
15. Procédé servant à construire un pont selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** les points d'extrémité (5, 6) de la barre d'appui (3) sont réalisés de telle sorte qu'une rotation d'angle α par rapport au support de pont (2) peut survenir dans le point d'extrémité (5) et qu'une rotation d'angle β par rapport à la flèche (4) peut survenir dans le point d'extrémité (6), **et en ce que** la somme des rotations d'angle α plus β est supérieure à 85° et inférieure à 260° .
16. Procédé servant à construire un pont selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** le point d'extrémité (5) de la barre de soutien (3) et le point d'extrémité (7) du support de pont (2) sont réalisés de telle sorte qu'une rotation d'angle α par rapport au support de pont (2) peut survenir dans le point d'extrémité (5) et qu'une rotation d'angle β par rapport à la flèche (4) peut survenir dans le point d'extrémité (7), **et en ce que** la rotation d'angle α est supérieure à 100° et inférieure à 175° , **et en ce que** la rotation d'angle β est approximativement de 90° .
17. Procédé servant à construire un pont, **caractérisé par** une combinaison de la première variante définie dans la revendication 1 et de la deuxième variante définie dans la revendication 1, ainsi que selon l'une quelconque des revendications 2 à 16.
18. Procédé servant à construire un pont selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, **caractérisé**

en ce que des organes de traction composés de torons de fils métalliques de serrage et des vérins de levage de torons hydrauliques sont utilisés afin de soulever les points d'extrémité (9, 8).

19. Pont levant (12) construit selon un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 - 18, comprenant une flèche (4) érigée dans une position approximativement perpendiculaire ainsi que deux supports de pont (2) comprenant des points d'extrémité (7, 9, 14), **caractérisé par** deux barres d'appui (3) comprenant des points d'extrémité (5, 6, 8), sachant que respectivement un point d'extrémité (5) d'une barre d'appui (3) est relié de manière articulée à respectivement un support de pont (2), **et en ce que** soit l'autre point d'extrémité (6) respectif de chaque barre d'appui (3) est relié de manière articulée à la flèche (4), sachant que chaque support de pont (2) peut être déplacé au niveau de son point d'extrémité (9) respectivement approximativement de manière perpendiculaire le long de la flèche (4) en partant d'une position approximativement perpendiculaire des deux supports de pont (2) et des deux barres d'appui (3), sachant que par ce déplacement, les supports de pont (2) peuvent être amenés respectivement dans une position approximativement horizontale et que les points d'extrémité (9) déplacés des supports de pont (2) peuvent être reliés respectivement à la flèche (4), soit respectivement un point d'extrémité (7) de chaque support de pont (2) est relié de manière articulée à la flèche (4) et l'autre point d'extrémité (8) de chaque barre d'appui (3) peut être déplacé, en partant d'une position approximativement perpendiculaire des deux supports de pont (2) et des deux barres d'appui (3) approximativement de manière perpendiculaire le long de la flèche (4), sachant que par ce déplacement les supports de pont (2) peuvent être amenés respectivement dans une position approximativement horizontale et que les points d'extrémité (8) déplacés des barres d'appui (3) peuvent être reliés respectivement à la flèche (4), sachant que dans les deux variantes, les points d'extrémité (14) faisant saillie des supports de pont (2) peuvent être reliés respectivement à un contre-palier (11) ou à un autre point d'extrémité (14) d'un autre support de pont (2).

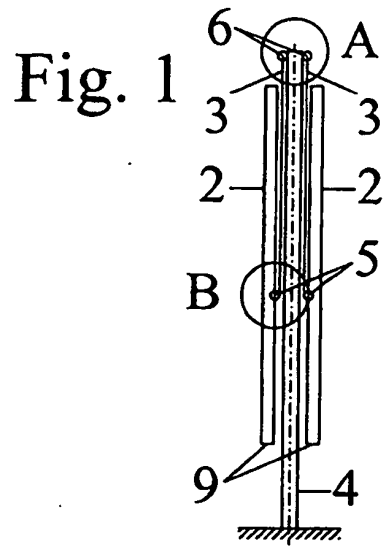


Fig. 4

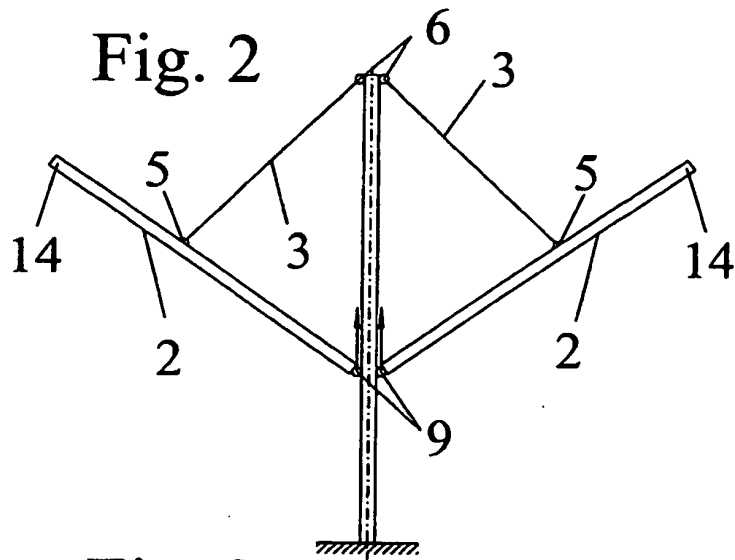
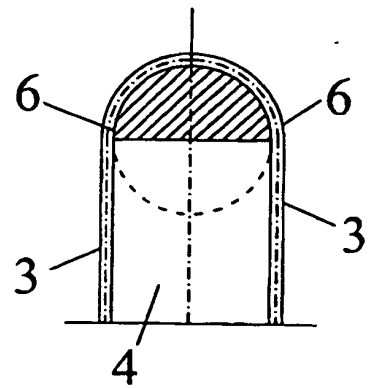


Fig. 5

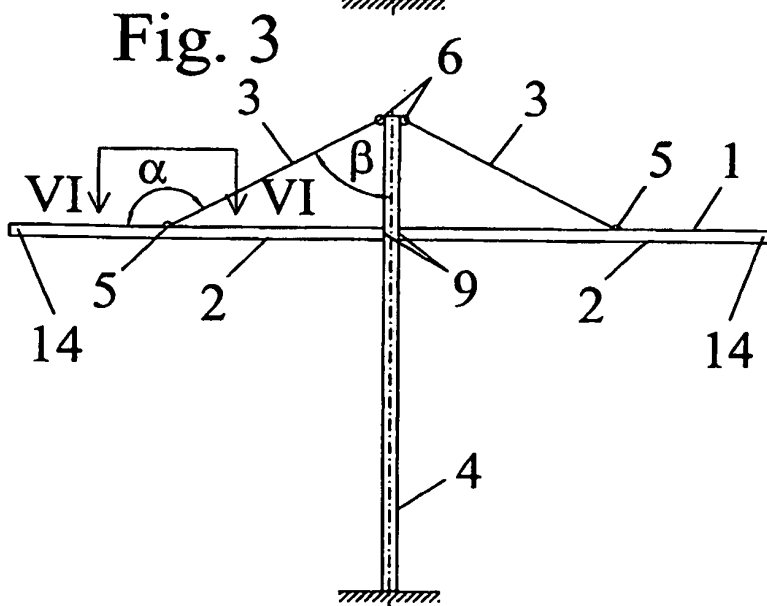
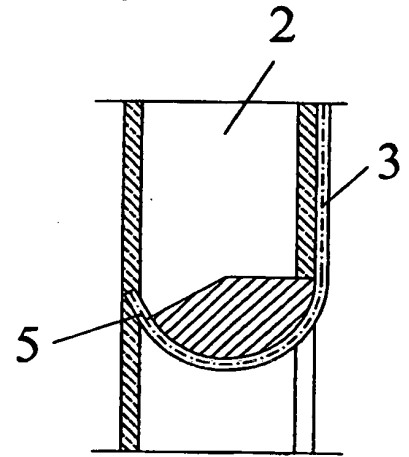


Fig. 6

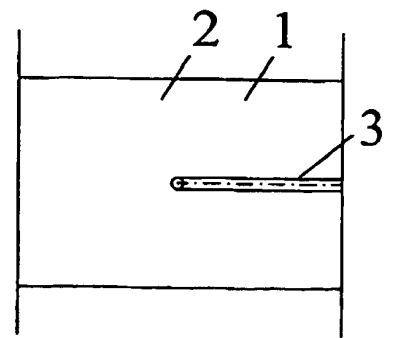


Fig. 7

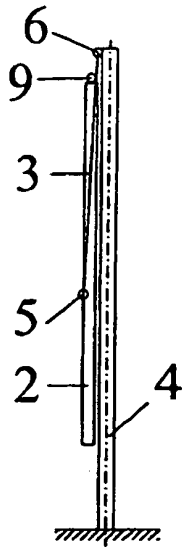


Fig. 8

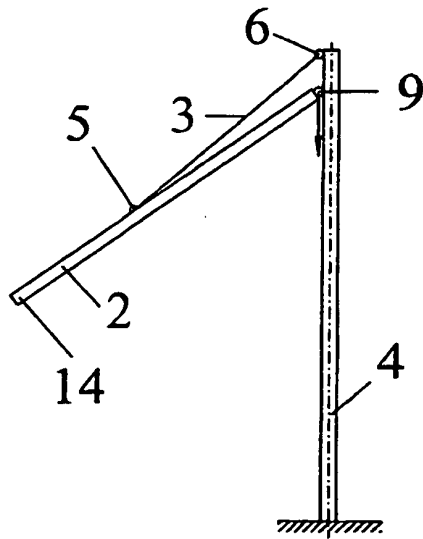


Fig. 9

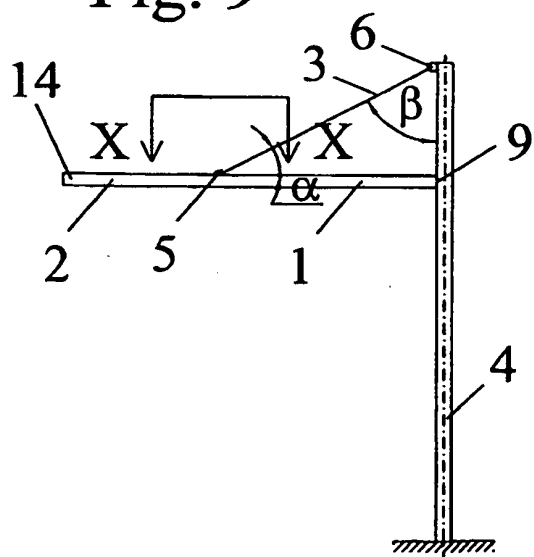


Fig. 10

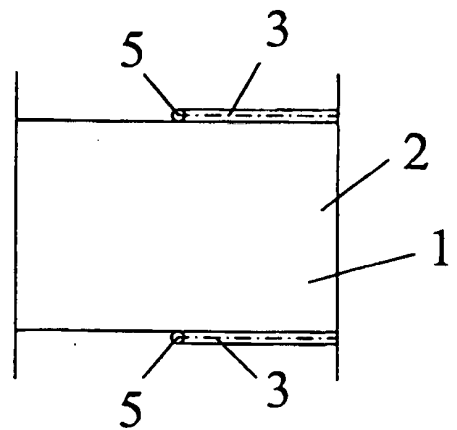


Fig. 11

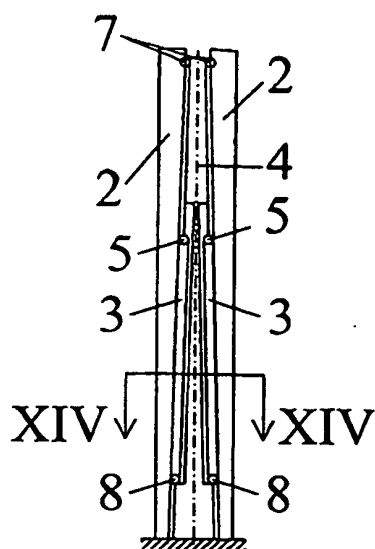


Fig. 14

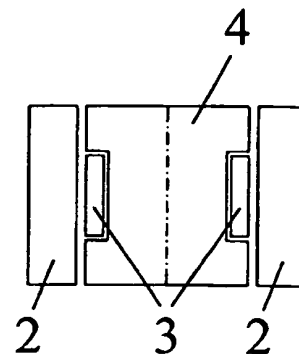


Fig. 12

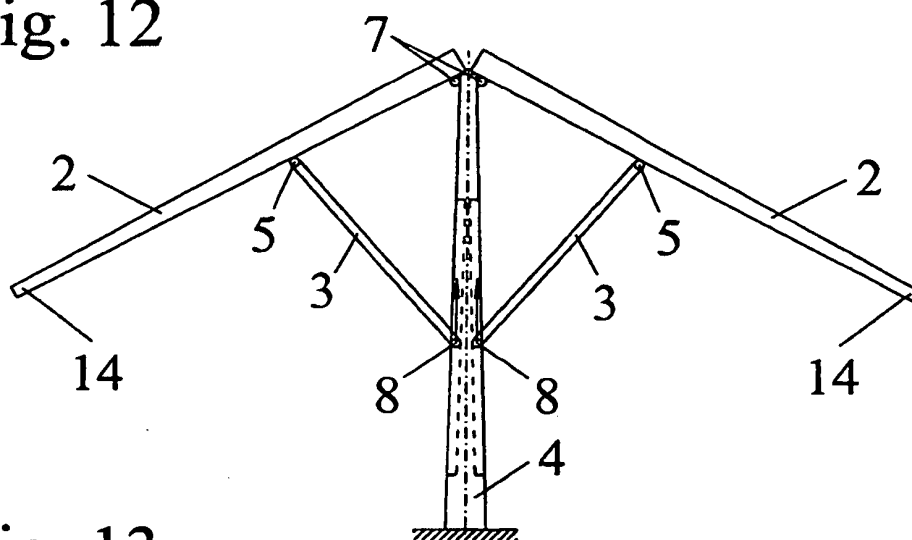


Fig. 13

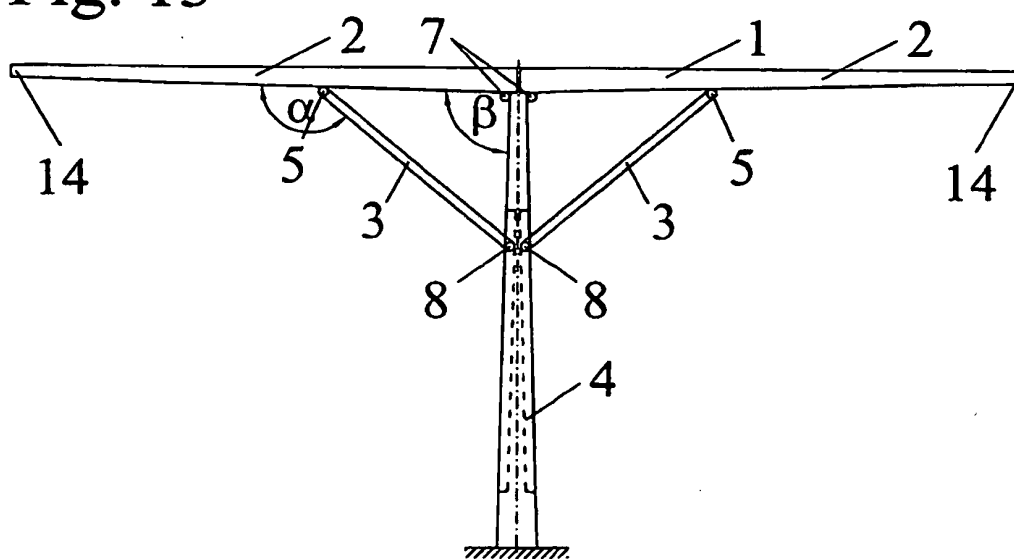


Fig. 15

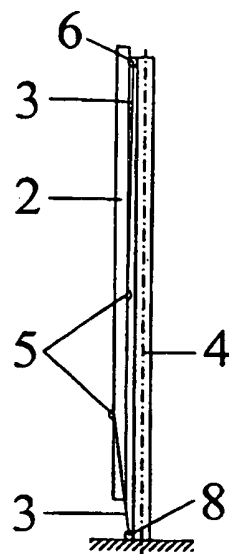


Fig. 16

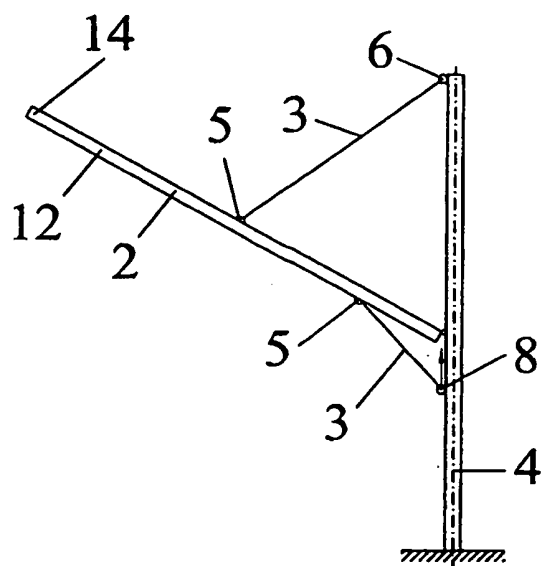


Fig. 17

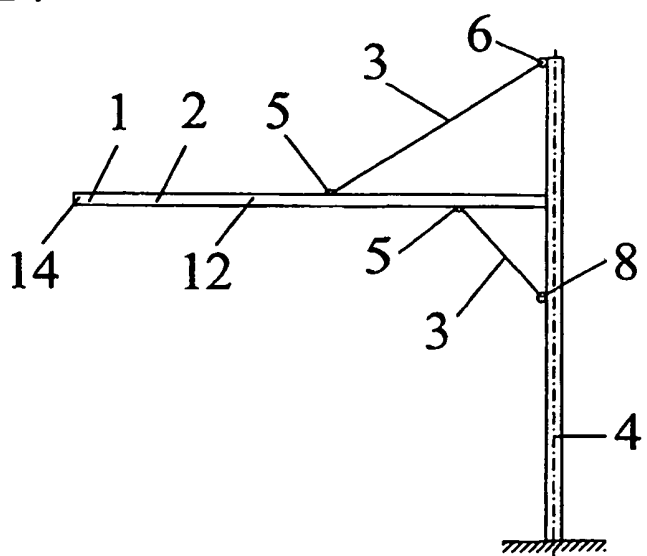


Fig. 18

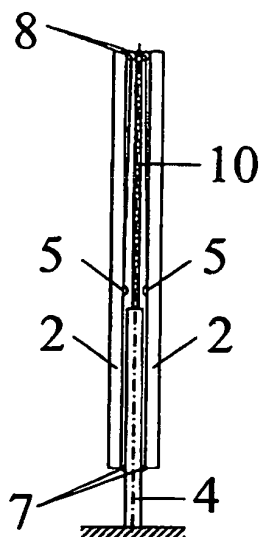


Fig. 19

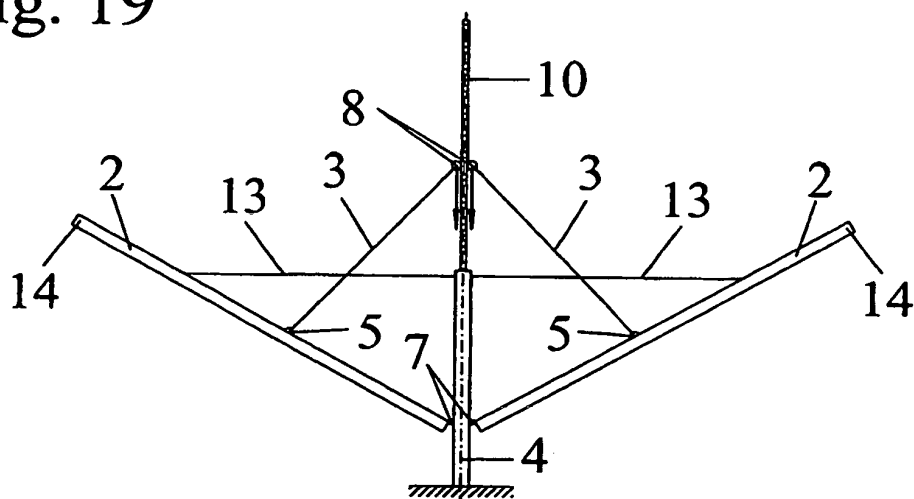


Fig. 20

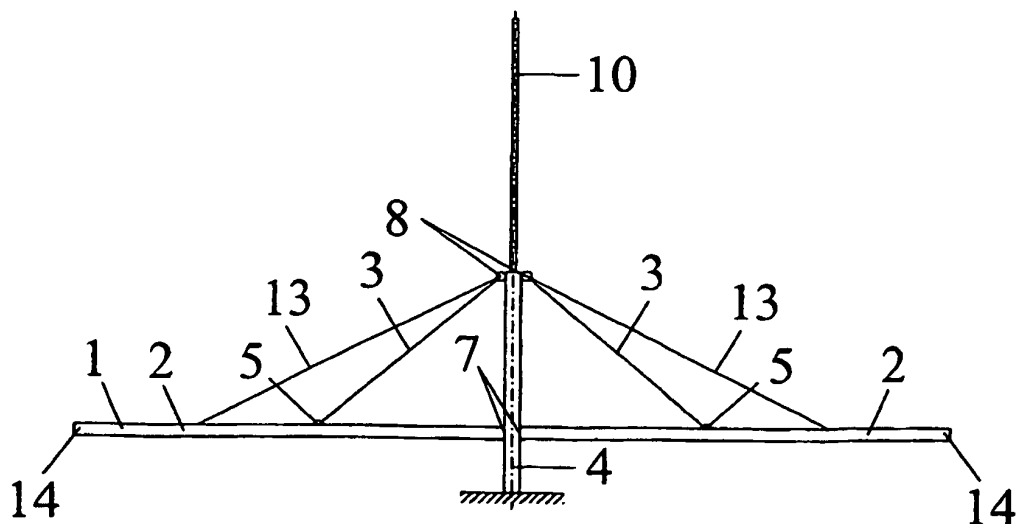


Fig. 21

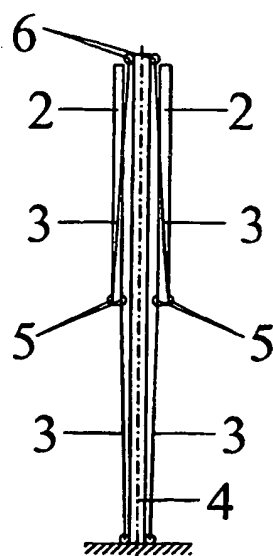


Fig. 22

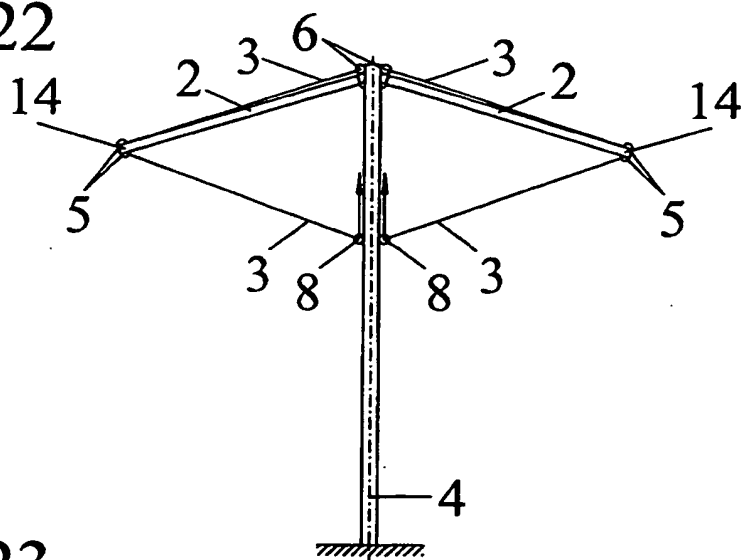


Fig. 23

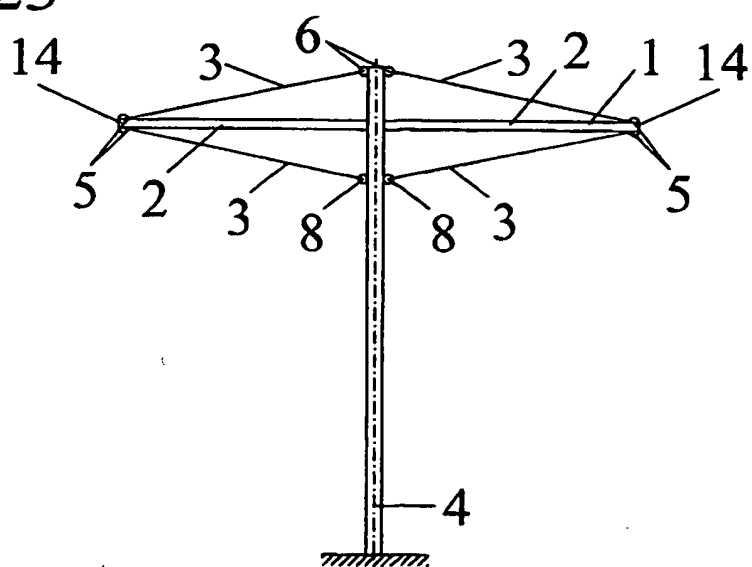


Fig. 24

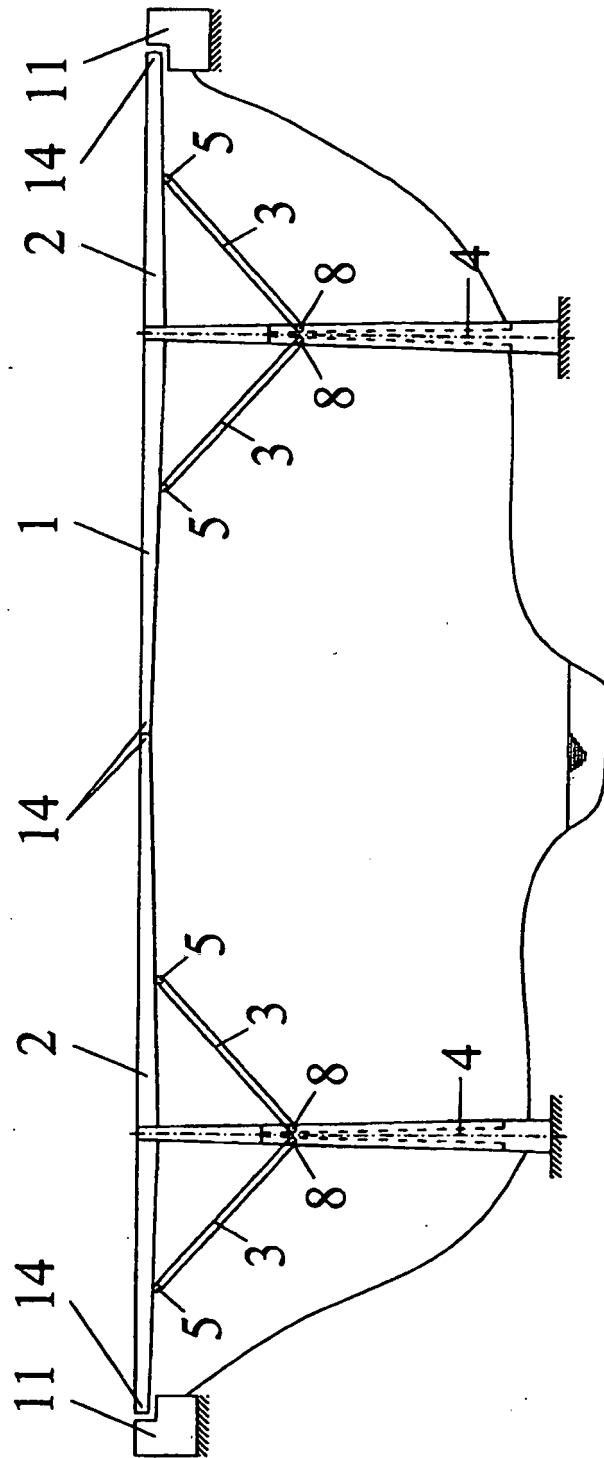


Fig. 25

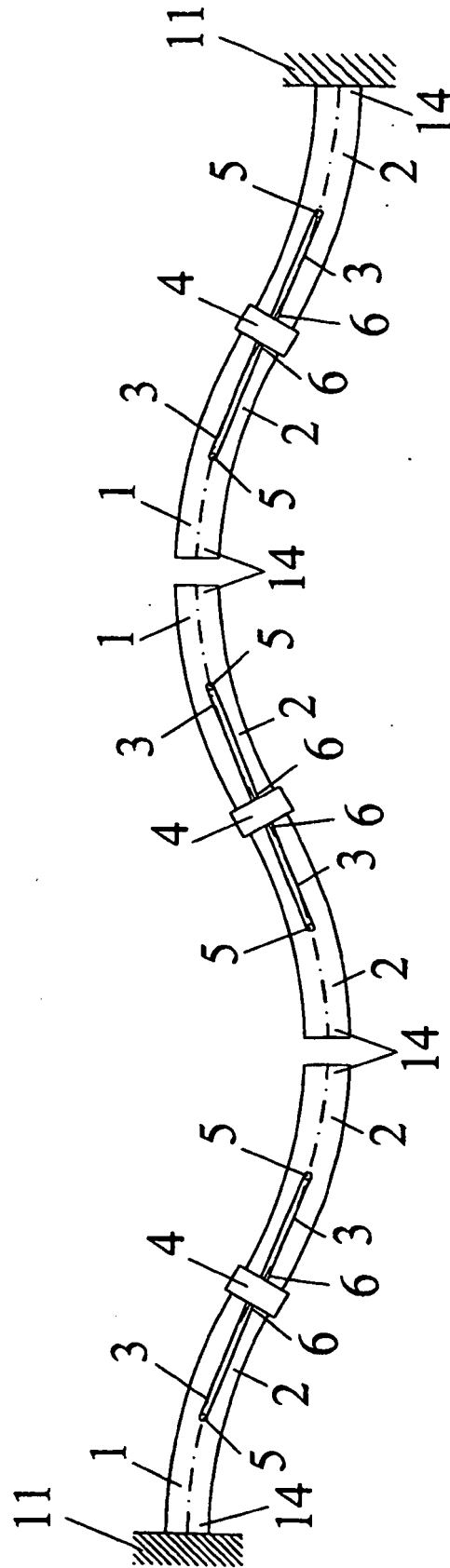


Fig. 26

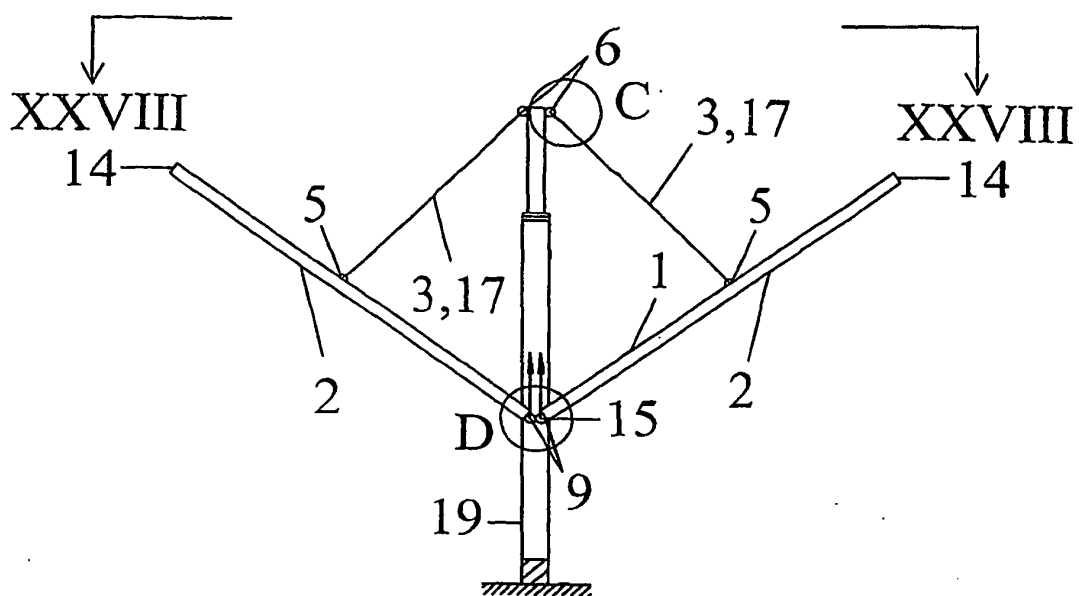


Fig. 27

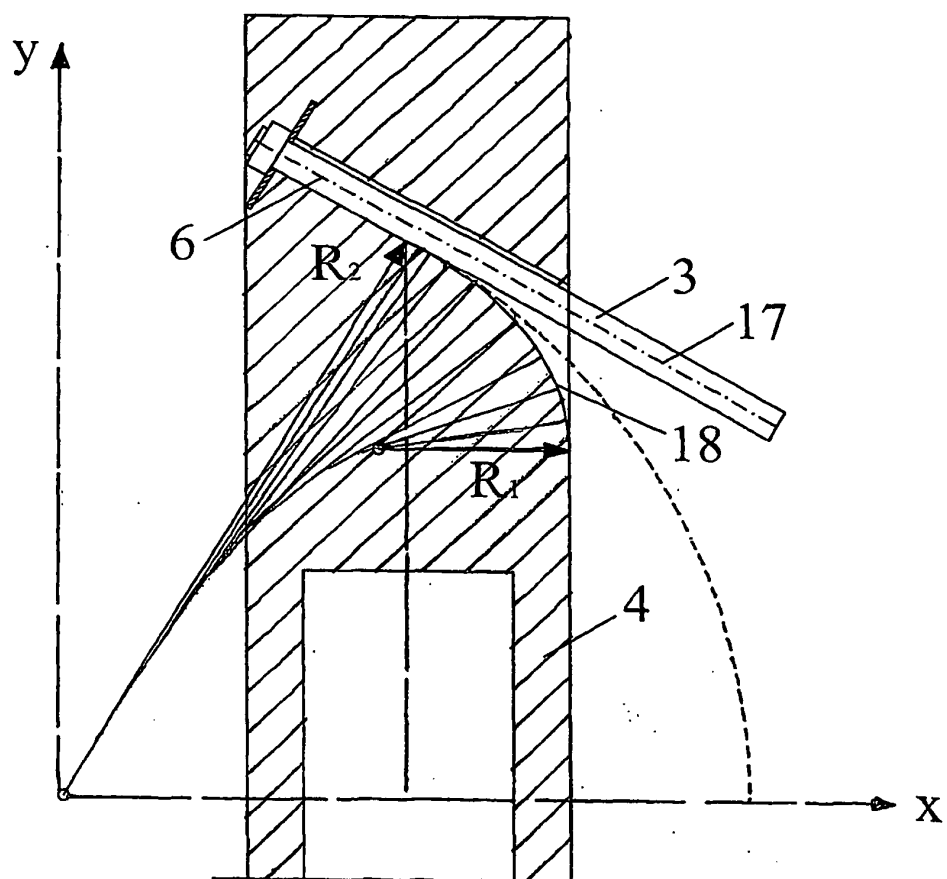


Fig. 28

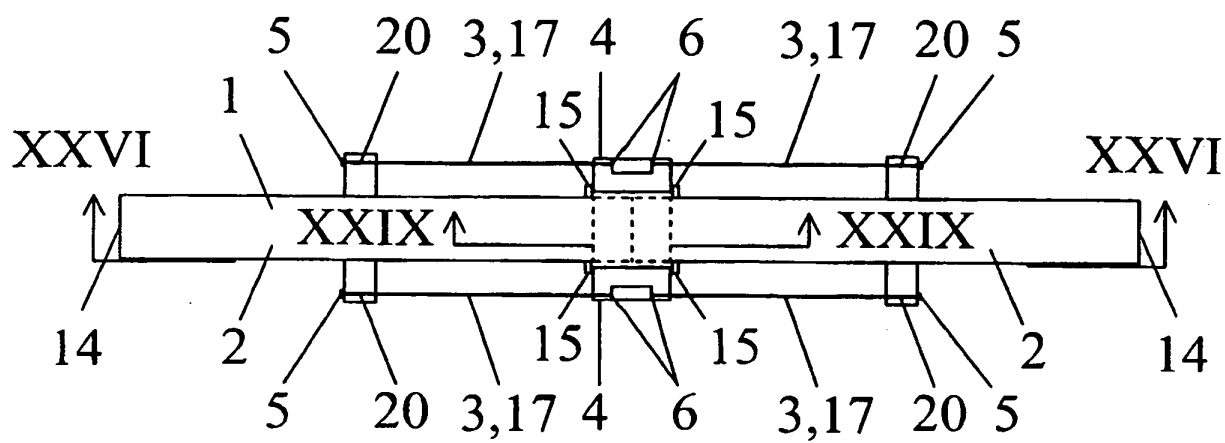


Fig. 29

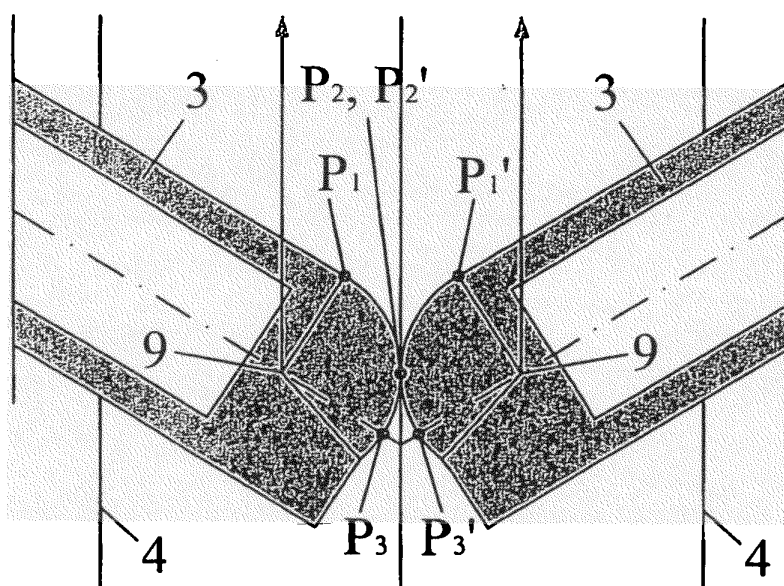


Fig. 30

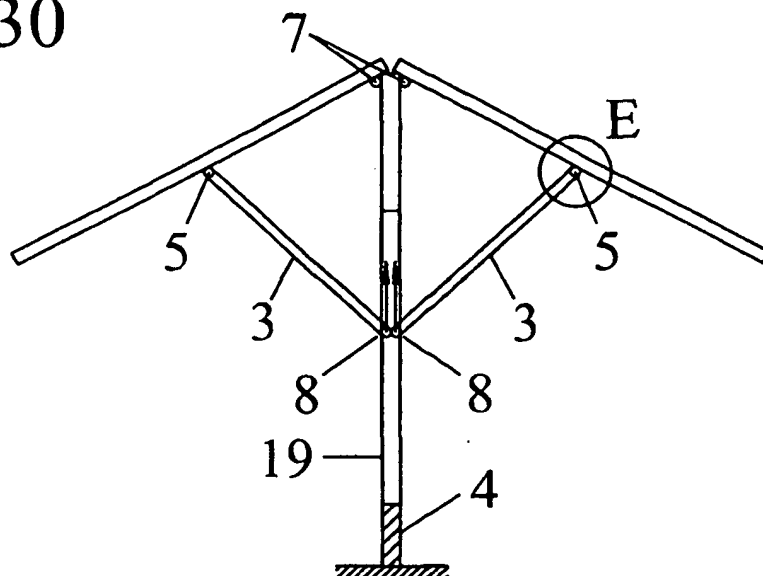


Fig. 31

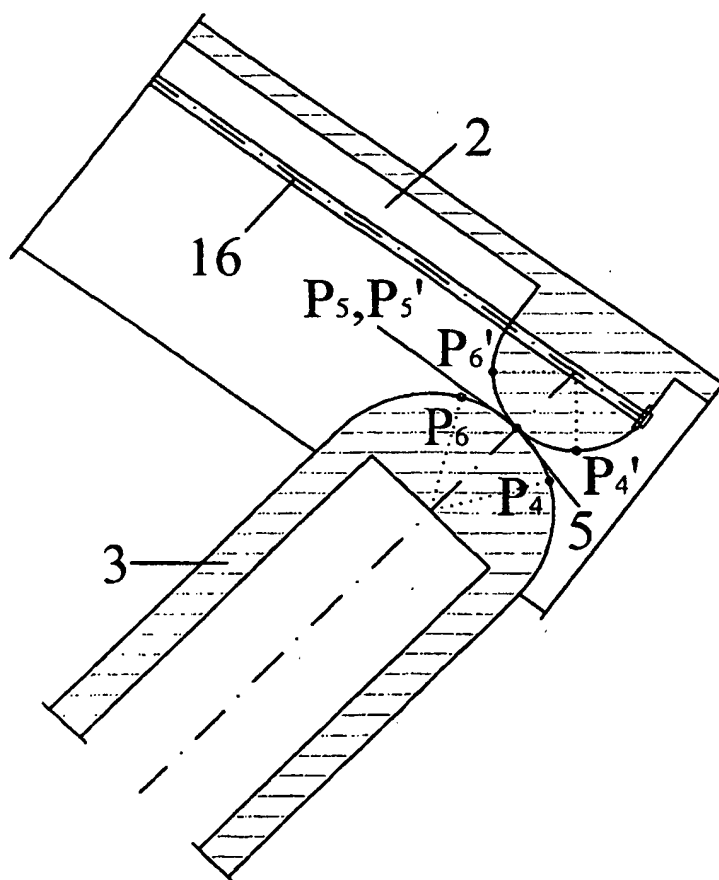
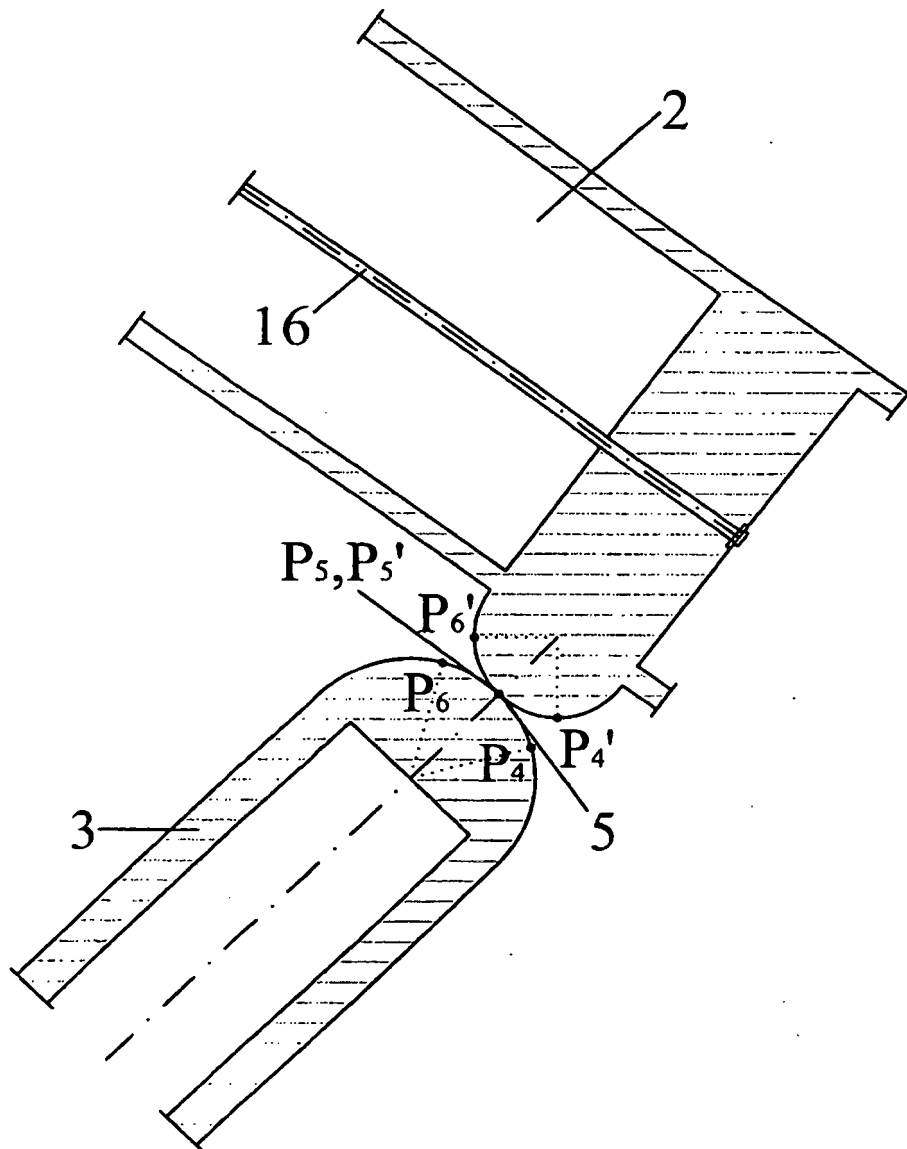


Fig. 32



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

- JP 4237773 B [0010]
- JP 3025107 B [0010]
- US 20040045253 A [0011]
- DE 19747109 A1 [0012]
- US 517809 A [0013]