

(19)



(11)

**EP 2 063 070 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**27.05.2009 Patentblatt 2009/22**

(51) Int Cl.:  
**E21D 11/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **08169483.8**

(22) Anmeldetag: **20.11.2008**

(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 MT NL NO PL PT  
RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA MK RS**

(72) Erfinder:  
• **Knitl, Josef**  
**92342, Freystadt (DE)**  
• **Bögl, Stefan**  
**92318, Neumarkt (DE)**

(30) Priorität: **20.11.2007 DE 102007047826**

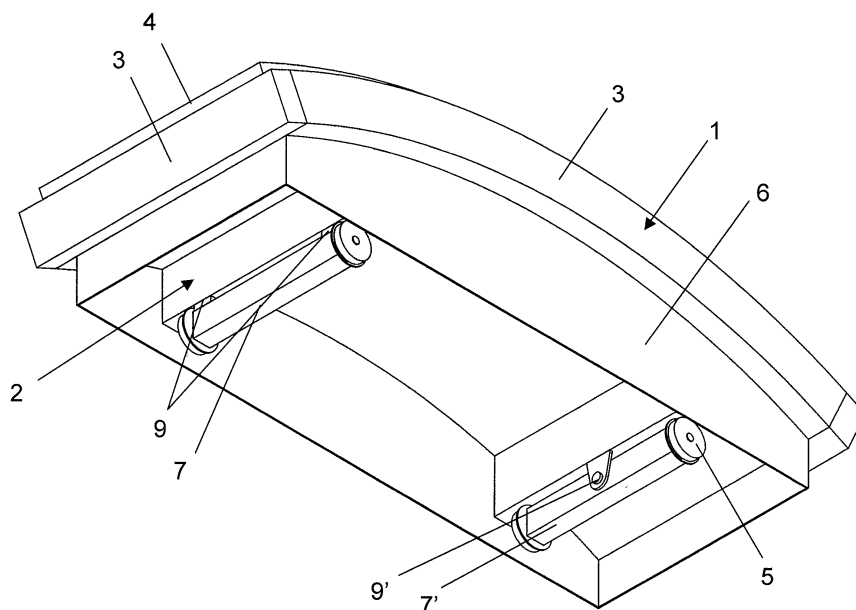
(74) Vertreter: **Bergmeier, Werner**  
**Canzler & Bergmeier**  
**Friedrich-Ebert-Straße 84**  
**85055 Ingolstadt (DE)**

(71) Anmelder: **Max Bögl Fertigteilwerke GmbH & Co.  
KG**  
**92369 Sengenthal (DE)**

**(54) Schalung und Verfahren zur Herstellung präziser Betonfertigteile sowie Betonfertigteil**

(57) Eine Schalung (1) zur Herstellung präziser Betonfertigteile, insbesondere Tübbinge, in Umlauffertigung ist auf einem Fahrgestell (2) zum Transport der Schalung auf einer Fahrbahn angeordnet. Zwischen Schalung (1) und Fahrgestell (2) ist eine Einrichtung zum Ausgleich von Unebenheiten der Fahrbahn, insbesondere eine Drei-Punkt-Lagerung, angeordnet. Bei einem Verfahren zur Herstellung eines Betonfertigteiles, insbesondere eines Tübbings, mit besonders geringer Fertigungstoleranz in Umlauffertigung wird der Schalung (1)

an einer Station der Umlauffertigung Beton zugeführt. Die Schalung (1) wird anschließend an eine Station zum Aushärten gefahren und schließlich an einer weiteren Station ausgeschalt. Die Schalung (1) wird insbesondere während der Fahrt zwischen der Füllstation und der Aushärtestation sowie in der Aushärtestation verwindungsfrei gelagert. Ein Betonfertigteil, insbesondere ein Tübbing, mit besonders geringer Fertigungstoleranz ist aus einem Beton mit einer hohen und raschen Anfangsfestigkeitsentwicklung hergestellt.

**Fig. 2****EP 2 063 070 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schalung zur Herstellung präziser Betonfertigteile, insbesondere Tübbinge, in Umlauffertigung, wobei die Schalung auf einem Fahrgestell zum Transport der Schalung auf einer Fahrbahn angeordnet ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Betonfertigteiles mit besonders geringer Fertigungstoleranz in Umlauffertigung sowie ein Betonfertigteil mit besonders geringer Fertigungstoleranz.

**[0002]** Die Herstellung präziser Betonfertigteile in Umlauffertigung ist im Stand der Technik bekannt. Hierbei ist eine Schalform für das Betonfertigteil auf einem Fahrgestell angeordnet und durchläuft auf diesem die einzelnen Arbeitsstationen der Umlaufanlage nacheinander. Bekannt sind Umlaufanlagen, bei welchen die Fahrge-  
stelle auf Rädern umlaufen oder auch schienengeführte Systeme. Während der Fahrten zwischen den einzelnen Arbeitsstationen kann es bedingt durch Fahrbahn-  
unebenheiten wie beispielsweise Schienenstöße zu Stößen auf die Schalungen kommen, wodurch es zu Ungenauigkeiten in der Fertigung kommen kann. Insbesondere bei der Fertigung hochpräziser Betonfertigteile, wie beispielsweise Tübbingen, besteht hierdurch die Gefahr, dass vorgeschriebene Toleranzen und Oberflächengüten nicht eingehalten werden können.

**[0003]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Schalung für eine Umlauffertigung sowie ein entsprechendes Verfahren vorzuschlagen, welche die Einhaltung enger Maß- und Oberflächentoleranzen ermöglichen. Weiterhin soll ein entsprechendes Betonfertigteil vorgeschlagen werden.

**[0004]** Eine Schalung zur Herstellung präziser Betonfertigteile, insbesondere Tübbinge, in Umlauffertigung ist auf einem Fahrgestell zum Transport der Schalung auf einer Fahrbahn angeordnet. Erfindungsgemäß ist zwischen der Schalung und dem Fahrgestell eine Einrichtung zum Ausgleich von Unebenheiten der Fahrbahn angeordnet. Bei einem Verfahren zur Herstellung eines Betonfertigteiles mit besonders geringer Fertigungstoleranz in Umlauffertigung mit einer derartigen Schalung wird erfindungsgemäß der Schalung an einer Station der Umlauffertigung Beton zugeführt und anschließend die Schalung an eine Station zum Aushärten gefahren. Schließlich wird an einer weiteren Station ausgeschalt. Erfindungsgemäß wird die Schalung insbesondere während der Fahrt zwischen der Füllstation und der Aushärtestation sowie in der Aushärtestation verwindungsfrei gelagert. Durch die erfindungsgemäß verwindungsfreie Lagerung können die vorbeschriebenen Probleme, welche sich durch Fahrbahnunebenheiten, Schienenstöße und ähnliches ergeben können, weitgehend vermieden werden, da diese nicht mehr wie im Stand der Technik zu Verformungen der Schalung führen. Hierdurch ist es möglich, auch sehr enge Toleranzvorgaben, welche bei hochpräzisen Tübbingen beispielsweise im Bereich von  $1/10$  mm liegen, einzuhalten. Die Drei-Punkt-Lage-

rung ist hierbei vorzugsweise einstellbar ausgebildet, so dass in jedem Fall eine einfache Anpassung an Gegebenheiten der Umlaufanlage vor Ort durchgeführt werden kann. Ein Betonfertigteil mit besonders geringer Fertigungstoleranz, welches in einer derartigen Schalform in einer Umlauffertigung gefertigt wird, ist erfindungsgemäß aus einem Beton mit einer hohen und raschen Anfangsfestigkeitsentwicklung hergestellt. Die Einhaltung der Maßtoleranzen kann hierdurch unterstützt werden, wobei zugleich in vorteilhafter Weise kurze Ausschalzeiten erreicht werden.

**[0005]** Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn der Beton ein geringes Schwindverhalten aufweist. Durch diese beiden Maßnahmen kann sowohl der Arbeitsablauf beschleunigt werden sowie insbesondere die geforderten engen Fertigungstoleranzen in günstiger Weise eingehalten werden. Durch die erfindungsgemäße Drei-Punkt-Lagerung, welche eine verwindungsfreie Lagerung der Schalung während der Fahrten bewirkt, kann insbesondere durch die Kombination mit einem Beton mit den beschriebenen Eigenschaften der Arbeitsablauf beschleunigt werden, wodurch die Produktion erhöht werden kann und zugleich die Produktionskosten je Fertigteil verringert werden. Durch die Verbesserung des Schwindverhaltens des Betons können geforderte Maßtoleranzen somit auch nach dem Ausschalen und Lagerung der Betonfertigteile eingehalten werden.

**[0006]** Vorteilhaft ist es, wenn die Schalung und das Fahrgestell an einem Grundrahmen befestigt sind. Dies bietet in günstiger Weise die Möglichkeit, die Schalung demontierbar auf dem Grundrahmen anzuordnen und verschiedene Schalungen auf diesen Grundrahmen zu montieren.

**[0007]** Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Schalung austauschbar an dem Fahrgestell und/oder dem Grundrahmen befestigt ist. Hierdurch kann die Schalung bei Ausführung anderer Geometrien oder anderer Projekte einfach ausgetauscht werden. Eine derartige Umlaufanlage ist somit durch Montieren entsprechender Schalungen zur Herstellung unterschiedlicher Betonfertigteile geeignet.

**[0008]** Vorteilhaft ist es weiterhin, wenn die Ausgleichseinrichtung zwischen dem Fahrgestell und dem Grundrahmen angeordnet ist. Hierdurch ist es möglich, die Schalung in einfacher Weise austauschbar an dem Grundrahmen anzuordnen. Ebenso kann es jedoch vorteilhaft sein, die Ausgleichseinrichtung zwischen dem Grundrahmen und der Schalung anzuordnen, da dies eine einfache Konstruktion ermöglicht.

**[0009]** Daneben ist es vorteilhaft, wenn das Fahrgestell einen Stahlrahmen oder eine Betonplatte zur Auflagerung der Schalung aufweist. Diese können vorteilhaft auch derart ausgebildet sein, dass sie zur Aufnahme herkömmlicher Schalungen, insbesondere Tübbingschalungen, geeignet sind. Durch die erfindungsgemäße verwindungsfreie Lagerung der Schalung bzw. durch das verwindungsfreie Fahrgestell kann somit jede beliebige Schalung ohne weitere Anpassungen in einer Umlauf-

anlage verwendet werden.

**[0010]** Nach einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung weist das Fahrgestell Kufen, Räder oder Walzen auf. Über diese kann das Fahrgestell in einfacher Weise von einer Station der Umlauffertigung zur nächsten bewegt werden.

**[0011]** Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass das Fahrgestell zwei Achsen aufweist, von denen die erste über zwei Lagerpunkte und die zweite über einen Lagerpunkt mit der Schalung verbunden ist. Die erfindungsgemäße Drei-Punkt-Lagerung zum Ausgleich von Unebenheiten der Fahrbahn kann hierdurch in günstiger Weise ausgebildet werden. Die über einen Lagerpunkt gelagerte Achse kann hierbei in vorteilhafter Weise als Pendelachse ausgeführt werden und hierdurch die Ausgleichseinrichtung bilden.

**[0012]** Eine andere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass bei der Ausgleichseinrichtung zwischen Grundrahmen und Schalung zwei Lagerpunkte starr und ein dritter Lagerpunkt schwenkbar ausgebildet ist. Auch diese Ausführung ermöglicht in günstiger Weise einen Ausgleich von Unebenheiten der Fahrbahn oder der Schienen. Das Fahrgestell kann in diesem Fall zwei feste Achsen aufweisen.

**[0013]** Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass an einem Boden der Schalung zumindest eine Einfüllöffnung für Beton angeordnet ist. Somit wird ein Befüllen der Schalung von unten erreicht. Durch das Befüllen der Schalform von unten kann erreicht werden, dass der einströmende Beton die Schalform vollständig ausfüllt. Ebenso kann die Lunkerbildung in dem Betonfertigteile verringert werden. Durch die Verringerung der Lunkerbildung können Nachbehandlungen der Fertigteile, welche insbesondere bei erforderlich sind, ebenfalls vermieden oder zumindest verringert werden. So ist beispielsweise ein Glätten der Oberfläche nicht mehr erforderlich, wenn diese durch entsprechende Maßnahmen weitgehend lunkerfrei ist.

**[0014]** Vorteilhafterweise ist die Schalung für ein Betonfertigteile vorgesehen, das in Bezug auf seine flächige Ausdehnung eine sehr geringe Dicke aufweist. Die erfindungsgemäße Schalung ist somit insbesondere zur Herstellung von Tübbing geeignet.

**[0015]** Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Schalung allseitig geschlossen ausgebildet ist. Die Schalform kann hierdurch im Vergleich zu Formen des Standes der Technik stabil ausgebildet werden, so dass auch hierdurch die Einhaltung der Toleranzen erleichtert wird.

**[0016]** Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn die Schalung einen einteiligen Deckel aufweist. Die Schalform kann hierdurch besonders formstabil und verwindungssteif aufgebaut werden. Die Befüllung kann hier vorzugsweise von unten erfolgen, so dass klappbare Flügeldeckel nicht erforderlich sind.

**[0017]** Ebenso ist es jedoch möglich, dass die Schalung einen mehrteiligen Deckel aufweist, wobei die Teile bei geschlossener Schalung gegen eine Verwindung ge-

sichert sind.

**[0018]** Daneben ist es vorteilhaft, wenn in dem Deckel Entlüftungsöffnungen angeordnet sind. Hierdurch kann insbesondere beim Einfüllen des Betons in die Schalform von unten eine in der Schalform noch vorhandene Luft entweichen, so dass Lunkerbildung an den Oberflächen des Betonfertigteiles ebenfalls vermieden wird. Es ist jedoch auch möglich, die Schalform vor dem Einfüllen des Betons zu evakuieren.

**[0019]** Bei einem Verfahren zur Herstellung eines Betonfertigteiles mit besonders geringer Fertigungstoleranz mit einer erfindungsgemäßen Schalung ist es vorteilhaft, wenn ein Beton verwendet wird, der eine hohe und rasche Anfangsfestigkeitsentwicklung aufweist. Die Einhaltung der Toleranzen des Betonfertigteiles kann hierdurch weiter unterstützt werden.

**[0020]** Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn das Betonfertigteile in der Aushärtestation einer Wärmebehandlung unterzogen wird. Hierdurch kann die Zeit bis zum Ausschalen verkürzt werden, so dass der Arbeitsablauf in der Fertigteilherstellung ebenfalls beschleunigt werden kann. Da die Herstellung der Betonfertigteile in Umlauffertigung erfolgt, ist es möglich, auch mehrere Schalungen bzw. Betonfertigteile zugleich einer Wärmebehandlung zu unterziehen, so dass die Energiekosten für die Wärmebehandlung dennoch begrenzt sind.

**[0021]** Bei einem Betonfertigteile mit besonders geringer Fertigungstoleranz ist es darüber hinaus vorteilhaft, wenn der Beton eine hohe Betondruckfestigkeit aufweist. Hierdurch ist es auch möglich, die Betonfertigteile weniger stark als im Stand der Technik üblich auszuführen. Je nach Rezeptur des verwendeten Betons sind hierbei Verringerungen der Stärke von ca. 25% denkbar.

**[0022]** Daneben ist es vorteilhaft, wenn der Beton ein Faserbeton ist. Die dem Beton beigemengten Fasern können hierbei eine herkömmliche Stahlbewehrung zu einem gewissen Teil ersetzen, so dass aufwändige und arbeitsintensive Bewehrungsarbeiten eingespart werden können. Das Betonfertigteile kann hierdurch kostengünstiger gefertigt werden.

**[0023]** Ebenso ist es vorteilhaft, wenn der Beton selbstverdichtend ist. Auch dies trägt dazu bei, Lunkerbildung an den Oberflächen des Betonfertigteiles zu vermeiden. Eine Entlüftung des Betons ist hierbei nicht mehr erforderlich.

**[0024]** Besonders vorteilhaft ist es weiterhin, wenn die Oberfläche des Betonfertigteiles im Wesentlichen lunkerfrei ist. Dies kann insbesondere durch entsprechende Einstellung der Betonmischung u.a. nach oben beschriebenen Maßnahmen erreicht werden, wobei im Beton eventuell noch vorhandene Restluft im Inneren des Betonfertigteiles verbleibt und nicht an die Oberfläche steigt.

**[0025]** Vorteilhaft ist es weiterhin, wenn das Betonfertigteile eine geringe Dicke im Vergleich zu seiner flächigen Ausdehnung aufweist. Dieses ist in einer erfindungsgemäßen Schalung sowie mit einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Betonfertigteiles beson-

ders günstig fertigbar.

**[0026]** Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn das Betonfertigteile einen Bewehrungskorb aufweist. Hierdurch lassen sich auch Betonfertigteile mit besonders hohen Festigkeitswerten herstellen.

**[0027]** Weitere Vorteile der Erfindung werden anhand der nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispiele beschrieben. Es zeigen:

**Figur 1** eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Schalung, welche auf einem Fahrgestell angeordnet ist in einer Seitenansicht,

**Figur 2** eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Schalung mit einem Fahrgestell in einer perspektivischen Ansicht,

**Figur 3** eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Schalung mit Anordnung der erfindungsgemäßen Ausgleichseinrichtung zwischen der Schalung und einem Grundrahmen

**Figur 4** eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Schalung mit Anordnung der erfindungsgemäßen Ausgleichseinrichtung zwischen dem Grundrahmen und dem Fahrgestell und

**Figur 5** eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Schalung mit einer Einfüllöffnung am Boden der Schalung.

**[0028]** Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Schalung 1 zur Herstellung präziser Betonfertigteile in Umlauffertigung. Die Schalung 1 ist hierzu auf einem Fahrgestell 2 zum Transport der Schalung 1 auf einer Fahrbahn angeordnet. Die Schalung 1 ist insbesondere eine Schalung 1 zur Herstellung von Tübbing, welche aus einem Schalungsboden 8 (vgl. Fig. 5), Seitenteilen 3 sowie einem Deckel 4 besteht. Das Fahrgestell 2 kann in bekannter Weise über Kufen, Räder oder Walzen verfügen, um in einer Umlaufanlage die verschiedenen Arbeitsstationen zu durchlaufen. Vorliegend verfügt das Fahrgestell 2 über Räder 5 und ist in der Umlaufanlage schienengeführt. Andere Ausführungen sind jedoch ebenso denkbar.

**[0029]** Typischerweise umfassen derartige Umlaufanlagen ca. acht Arbeitsstationen. Nach einem Reinigen der Schalung wird in einer weiteren Arbeitsstation die Bewehrung eingelegt. Nach dem Schließen der Schalung wird die Schalung in die Füllstation verfahren und der Beton wird eingefüllt. Anschließend erfolgt eine erste Nachbehandlung wie beispielsweise ein Glätten der Oberflächen, woraufhin die Schalung schließlich in eine weitere Station zum Aushärten verfahren wird. In der Aushärtestation kann das Betonfertigteile einer Wärmebehandlung unterzogen werden. Häufig ist hierzu ein dampfbeheizter Wärmebehandlungstunnel vorgesehen,

wodurch der Produktionsprozess maßgeblich beschleunigt werden kann. Nach der Wärmebehandlung bzw. dem Aushärten können die Betonfertigteile in einer weiteren Station ausgeschalt und entnommen werden.

**[0030]** Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, dass zwischen der Schalung 1 und dem Fahrgestell 2 eine Einrichtung zum Ausgleich von Unebenheiten der Fahrbahn angeordnet ist. Bei der Fertigung präziser Betonfertigteile, wie beispielsweise bei der Tübbingfertigung, sind sehr enge Toleranzen einzuhalten, welche im Bereich von  $1/10$  mm liegen. Bedingt durch das Verfahren der Schalung 1 auf einem Fahrgestell 2 besteht jedoch die Gefahr, dass es bei Unebenheiten der Fahrbahn zu Verwindungen der Schalform 1 kommen kann, so dass die vorgegebenen Toleranzen nicht eingehalten werden können. Die erfindungsgemäße Lagerung ist daher vorzugsweise als Drei-Punkt-Lagerung ausgebildet, welche derartige Verwindungen und Verformungen der Schalung 1 verhindert und eine stabile Lagerung der Schalung 1 ermöglicht.

**[0031]** Insbesondere während der Fahrt zwischen der Füllstation und der Aushärtestation der Umlaufanlage sowie in der Aushärtestation ist es wichtig, dass die Schalung 1 verwindungsfrei gelagert ist, um die Einhaltung der Maßtoleranzen zu gewährleisten.

**[0032]** Wie in der Darstellung der Figur 2 ersichtlich, ist die Drei-Punkt-Lagerung vorliegend in Form einer Pendelachse 7' realisiert. Die Schalung 1 ist hierzu fest auf einem Grundrahmen 6 montiert, welcher wiederum mit dem Fahrgestell 2 verbunden ist. Das Fahrgestell 2 weist vorliegend zwei Achsen 7 auf, wobei eine der beiden Achsen in Form einer Pendelachse 7' ausgebildet ist. Eine Achse 7 ist hierbei in herkömmlicher Weise über zwei Lagerpunkte 9 mit der Schalung 1 bzw. dem Grundrahmen 6 verbunden, während die Pendelachse 7' über nur einen Lagerpunkt 9 mit der Schalung 1 bzw. dem Grundrahmen 6 verbunden ist. Beim Überfahren von Bodenunebenheiten können diese somit durch eine Schrägstellung der Pendelachse 7' ausgeglichen werden, ohne hierdurch die stabile Lagerung der Schalung 1 zu beeinträchtigen. Verwindungen der Schalung 1, welche die Einhaltung von Toleranzen erschweren, können hierdurch weitgehend vermieden werden.

**[0033]** Anstelle der festen Anordnung der Schalung 1 auf dem Grundrahmen 6 ist es nach einer anderen Ausführung der Erfindung auch möglich, die Schalung 1 austauschbar an dem Grundrahmen 6 bzw. dem Fahrgestell 2 anzuordnen. Der Grundrahmen 6 kann beispielsweise durch eine Betonplatte gebildet sein, auf welcher die Schalung 1 aufgelagert ist. Hierdurch können verschiedenen Schalungen 1 auf dem Grundrahmen 6 montiert werden, so dass Bauteile mit verschiedenen Geometrien sowie verschiedenen Bauteile in einer Umlaufanlage gefertigt werden können. Besonders vorteilhaft ist es hierbei, dass durch die verwindungsfreie Lagerung auch herkömmliche Tübbingschalungen in einer Umlaufanlage verwendet werden können, ohne dass hierzu besondere Maßnahmen erforderlich wären. Das Austauschen der

Schalungen 1 ist somit besonders einfach möglich. Das Fahrgestell 2 kann anstelle der erwähnten Betonplatte ebenso einen Stahlrahmen zur Auflagerung der Schalung 1 aufweisen. Der Grundrahmen 6 kann weiterhin auch einteilig mit dem Fahrgestell 2 ausgebildet sein.

**[0034]** Nach der in Figur 2 gezeigten Darstellung ist die Ausgleichseinrichtung zwischen dem Fahrgestell 2 und dem Grundrahmen 6 angeordnet, wobei Fahrgestell 2 und Grundrahmen 6 fest miteinander verbunden sind. Der Grundrahmen 6 weist hierbei eine feste Aufnahme für die Schalung auf.

**[0035]** Ebenso ist es jedoch möglich, die Ausgleichseinrichtung zwischen der Schalung 1 und dem Grundrahmen 6 anzuordnen. Eine derartige Ausgestaltung ist als Prinzipskizze in Figur 3 dargestellt. Die Figur 3 zeigt eine Schalung 1, welche auf einem Grundrahmen 6 ebenfalls in Form einer Drei-Punkt-Lagerung gelagert ist, in einer schematischen Vorderansicht. Die Drei-Punkt-Lagerung ist hierbei derart ausgebildet, dass ein vorderer Lagepunkt 9', welcher vorliegend geschwärtzt ist, schwenkbar ausgebildet ist, wie durch den Pfeil angedeutet, während zwei hintere Lagepunkte 9 starr ausgebildet sind. Hierdurch wird ebenso wie bei der Pendelachse 7' der Figur 2 ein Ausgleich von Bodenunebenheiten durch eine Schrägstellung des Fahrgestelles 2 ermöglicht, wobei die Schalform 1 über die Drei-Punkt-Lagerung dennoch verwindungsfrei gelagert wird.

**[0036]** Figur 4 zeigt hingegen eine Ausführung, nach welcher die Ausgleichseinrichtung, ähnlich wie in Figur 2 dargestellt, zwischen dem Grundrahmen 6 und dem Fahrgestell 2 angeordnet ist. Eine derartige Ausführung ermöglicht es, die Schalung 1 in einfacher Weise demontierbar an dem Grundrahmen anzuordnen, ohne die Lagerung zu beeinträchtigen. Hierdurch können verschiedenen Schalungen 1 auf dem Grundrahmen 6 montiert werden.

**[0037]** Wie wiederum aus Figur 1 ersichtlich, ist die Schalung 1 als allseitig geschlossene Schalung 1 ausgebildet. Eine vorteilhafte Ausführung der Erfindung sieht hierbei vor, dass einzelnen Schalungsteile nicht wie im Stand der Technik üblich beweglich, sondern zumindest weitgehend fest miteinander verbunden sind. Durch eine derartige Ausgestaltung kann das Einhalten der engen Toleranzen bei der Fertigung von präzisen Betonfertigteilen weiter erleichtert werden. Ebenso können durch weitgehend fest miteinander verbundene Schalungsteile zeitintensive Vermessungen und Einstellarbeiten an der Schalung 1 vermindert werden. Der Deckel 4 der Schalung 1 ist hierbei vorzugsweise als einteiliger Deckel ausgebildet. Die Schalung 1 kann hierdurch leichter verwindungssteif und somit stabiler ausgebildet werden als mit einem im Stand der Technik üblichen, zweiteiligen klappbaren Deckel.

**[0038]** Das Befüllen einer derartigen Schalung 1 erfolgt bei einem einteiligen Deckel 4 somit nicht wie im Stand der Technik üblich von oben, sondern von unten wie in Figur 5 dargestellt. Der Boden 8 der Schalung 1 verfügt hierzu über eine Einfüllöffnung 10, welcher ein

Befüllen von der Schalungsunterseite her ermöglicht. Um der in der Schalung 1 eingeschlossenen Luft die Möglichkeit zum Entweichen zu geben, sind in dem Deckel 4 in diesem Falle Entlüftungsöffnungen (hier nicht dargestellt) angeordnet. Vorliegend ist eine Schalung 1 zur Herstellung von Tübbing gezeigt. Die Entlüftungsöffnungen sind vorzugsweise an den Rändern des Schalungsdeckels 4 im Bereich der beiden Ringfugen sowie in der Mitte des Tübbings parallel zu den Ringfugen angeordnet.

**[0039]** Die Einfüllöffnung 10 ist vorzugsweise im Bereich der tiefsten Stelle des Bodens 8 angeordnet. Es ist jedoch ebenso möglich, mehrere Einfüllöffnungen 10 vorzusehen oder diese an anderen Stellen des Bodens 8 anzuordnen. Bevorzugt ist jedoch nur eine Einfüllöffnung angeordnet, da diese den Umlauf der Schalungen 1 durch die Arbeitsstationen der Umlaufanlage nicht behindert. Die Einfüllöffnung 10 verfügt hierbei über eine Zuführöffnung 11 für den einzupumpenden Beton sowie über ein Verschlussventil 12. Nach dem Einfüllen des Pumpbetons kann die Einfüllöffnung 10 mittels des Verschlussventils 12 verschlossen werden, wobei der Anguss des Betons entfernt wird.

**[0040]** Weiterhin ist es auch möglich, die Schalung 1 vor dem Befüllen zu entlüften. Aufgrund des Befüllens von unten sowie der angeordneten Entlüftungsöffnungen ist dies jedoch nicht unbedingt erforderlich. Daneben ist es ebenfalls möglich, anstelle eines einteiligen Deckels 4 einen zweiteiligen oder mehrteiligen Deckel vorzusehen. In diesem Fall ist auch ein Befüllen von oben möglich. Im Falle einer mehrteiligen Ausgestaltung eines Deckels 4 ist jedoch darauf zu achten, dass die Teile des Deckels 4 bei geschlossener Schalung gegen eine Verwindung gesichert sind, um die Einhaltung der engen Toleranzen zu gewährleisten. Der Deckel 4 ist vorzugsweise aus einem Stahlblech oder einem beschichteten Blech gefertigt, um ein Lösen beim Ausschalen zu erleichtern.

**[0041]** Weiterhin ist es vorteilhaft, einen Beton mit einer hohen und raschen Anfangsfestigkeitsentwicklung zu verwenden, um die Einhaltung der Toleranzen zu gewährleisten. Ebenso ist bei der Auswahl der Betonrezeptur bei der Herstellung präziser Betonfertigteile darauf zu achten, dass eine Lunkerbildung insbesondere an den Oberflächen des Betonfertigteiles vermieden wird. Diese setzt nicht nur die Betondeckung über den Bewehrungen herab, sondern führt auch zu Problemen beim Einbau der Tübbinge. Um die hohe und rasche Anfangsfestigkeitsentwicklung zu erreichen, können dem Beton beispielsweise Zuschlagstoffe zugesetzt werden. Ebenso sollte der Beton ein geringes Schwindverhalten aufweisen, um die geforderten Maßtoleranzen auch noch nach dem Ausschalen sowie der Lagerung der Betonfertigteile zu gewährleisten.

**[0042]** Wird zudem ein Beton mit einer hohen Betondruckfestigkeit verwendet, ist es beispielsweise bei einem Tübbing möglich, die Tübbingstärke um ca. 25% zu reduzieren. Weiterhin ist es günstig, einen selbstverdich-

tenden Beton zu verwenden. Ein Entlüften des Betons ist hierdurch nicht mehr erforderlich, so dass auch hierdurch die Lunkerbildung an den Oberflächen des Betonfertigteiles vermieden werden kann. Durch eine entsprechende Abstimmung der Betonrezeptur kann hierbei weiterhin erreicht werden, dass im Beton eventuell enthaltene Restluft nicht an die Oberfläche steigt, sondern im Inneren des Betonfertigteils verbleibt, so dass auch hierdurch eine weitgehend lunkerfreie Oberfläche erreicht werden kann.

**[0043]** Für eine günstige Betonrezeptur kann es weiterhin vorteilhaft sein, wenn der Beton ein Faserbeton ist. Hierbei können dem Beton je nach Verwendungszweck Stahlfasern oder auch Kunststofffasern zugesetzt werden. Ebenso ist es jedoch auch möglich, dass der Beton eine Bewehrung, im Falle von Tübbing in Form eines Bewehrungskorbes, aufweist. Hierbei kann es vorteilhaft sein, zumindest einen Teil der Stahlbewehrung durch eine Beimengung von Fasern zu ersetzen. Auch hierdurch ist es möglich, die Festigkeiten des Betons zu erhöhen und hierdurch die Stärke des Betonfertigteiles zu verringern. Die Faserzugabe kann sowohl eine statische wie auch eine konstruktive Bewehrung teilweise ersetzen. Die Verarbeitbarkeit und insbesondere die Pumpfähigkeit des Betons müssen hierbei jedoch gewährleistet sein.

**[0044]** Durch eine Kombination dieser Maßnahmen sowie die verwindungsfreie Lagerung kann ein Betonfertigteile erhalten werden, welches auch bei engen Toleranzvorgaben maßhaltig ist, so dass kosten- und zeitintensive Nachbearbeitungen wie ein Glätten der Oberflächen weitgehend vermieden werden können. Ebenso kann durch die Auswahl einer geeigneten Betonmischung in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Schalung eine lunkerfreie Oberfläche der Betonfertigteile ohne Rütteln erreicht werden. Das bedeutet insbesondere bei der Tübbingfertigung nicht nur einen verminderten Energieeinsatz, sondern auch eine erhebliche Verringerung der Lärmemissionen.

**[0045]** Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Abwandlungen und Kombinationen im Rahmen der Patentansprüche fallen ebenfalls unter die Erfindung.

#### Patentansprüche

1. Schalung (1) zur Herstellung präziser Betonfertigteile, insbesondere Tübbinge, in Umlauffertigung, wobei die Schalung (1) auf einem Fahrgestell (2) zum Transport der Schalung (1) auf einer Fahrbahn angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Schalung (1) und Fahrgestell (2) eine Einrichtung zum Ausgleich von Unebenheiten der Fahrbahn, insbesondere eine Drei-Punkt-Lagerung, angeordnet ist.
2. Schalung gemäß dem vorherigen Anspruch, **da-**

**durch gekennzeichnet, dass** die Schalung (1) und das Fahrgestell (2) an einem Grundrahmen (6) befestigt ist.

3. Schalung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalung (1) austauschbar an dem Fahrgestell (2) und/oder dem Grundrahmen (6) befestigt ist.
4. Schalung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichseinrichtung zwischen Fahrgestell (2) und Grundrahmen (6) und/oder zwischen Grundrahmen (6) und Schalung (1) angeordnet ist.
5. Schalung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fahrgestell (2) einen Stahlrahmen und/oder eine Betonplatte zur Auflagerung der Schalung und/oder Kufen, Räder oder Walzen aufweist.
6. Schalung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fahrgestell (2) zwei Achsen (7) aufweist, von denen die erste über zwei Lagerpunkte (9) und die zweite über einen Lagerpunkt (9), vorzugsweise mittels einer Pendelachse (7') mit der Schalung (1) verbunden ist.
7. Schalung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Ausgleichseinrichtung zwischen Grundrahmen (6) und Schalung (1) zwei Lagerpunkte (9) starr und ein dritter Lagerpunkt (9) schwenkbar, vorzugsweise mittels einer Pendelachse (7') ausgebildet ist.
8. Schalung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einem Boden (8) der Schalung (1) zumindest eine Einfüllöffnung (10) für Beton angeordnet ist.
9. Schalung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalung (1) für ein Betonfertigteile vorgesehen ist, das in Bezug auf seine flächige Ausdehnung eine sehr geringe Dicke aufweist.
10. Schalung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalung (1) die Schalung (1) allseitig geschlossen ausgebildet ist und einen einteiligen Deckel (4) oder einen mehrteiligen Dekkel (4) aufweist, wobei der einteilige Dekkel (4) oder die Teile des mehrteiligen Deckels (4) bei geschlossener Schalung (1) gegen eine Verwindung gesichert sind.
11. Schalung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Deckel (4) Entlüftungsöffnungen angeordnet sind.

12. Betonfertigteile, insbesondere Tübbing, mit besonders geringer Fertigungstoleranz, **dadurch gekennzeichnet, dass** es aus einem Beton mit einer hohen und raschen Anfangsfestigkeitsentwicklung hergestellt ist. 5
  
13. Betonfertigteile gemäß dem vorherigen Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Beton ein geringes Schwindverhalten und/oder eine hohe Betondruckfestigkeit aufweist. 10
  
14. Betonfertigteile gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Beton selbstverdichtend und/oder Faserbeton ist. 15
  
15. Betonfertigteile gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Betonfertigteile eine geringe Dicke im Vergleich zu seiner flächigen Ausdehnung aufweist. 20
  
16. Betonfertigteile gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche des Betonfertigteiles im Wesentlichen lunkerfrei ist. 25
  
17. Betonfertigteile gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Betonfertigteile einen Bewehrungskorb aufweist.
  
18. Verfahren zur Herstellung eines Betonfertigteiles, insbesondere eines Tübbings, mit besonders geringer Fertigungstoleranz in Umlauffertigung mit einer Schalung (1) gemäß einem der oben genannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schalung (1) an einer Station der Umlauffertigung Beton zugeführt wird, die Schalung (1) anschließend an eine Station zum Aushärten gefahren wird und schließlich an einer weiteren Station ausgeschalt wird, wobei die Schalung (1) insbesondere während der Fahrt zwischen der Füllstation und der Aushärtestation sowie in der Aushärtestation verwindungsfrei gelagert wird. 30  
35  
40
  
19. Verfahren gemäß dem vorherigen Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Betonfertigteile in der Aushärtestation einer Wärmebehandlung unterzogen wird. 45
  
20. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Beton verwendet wird, der eine hohe und rasche Anfangsfestigkeitsentwicklung aufweist. 50

55

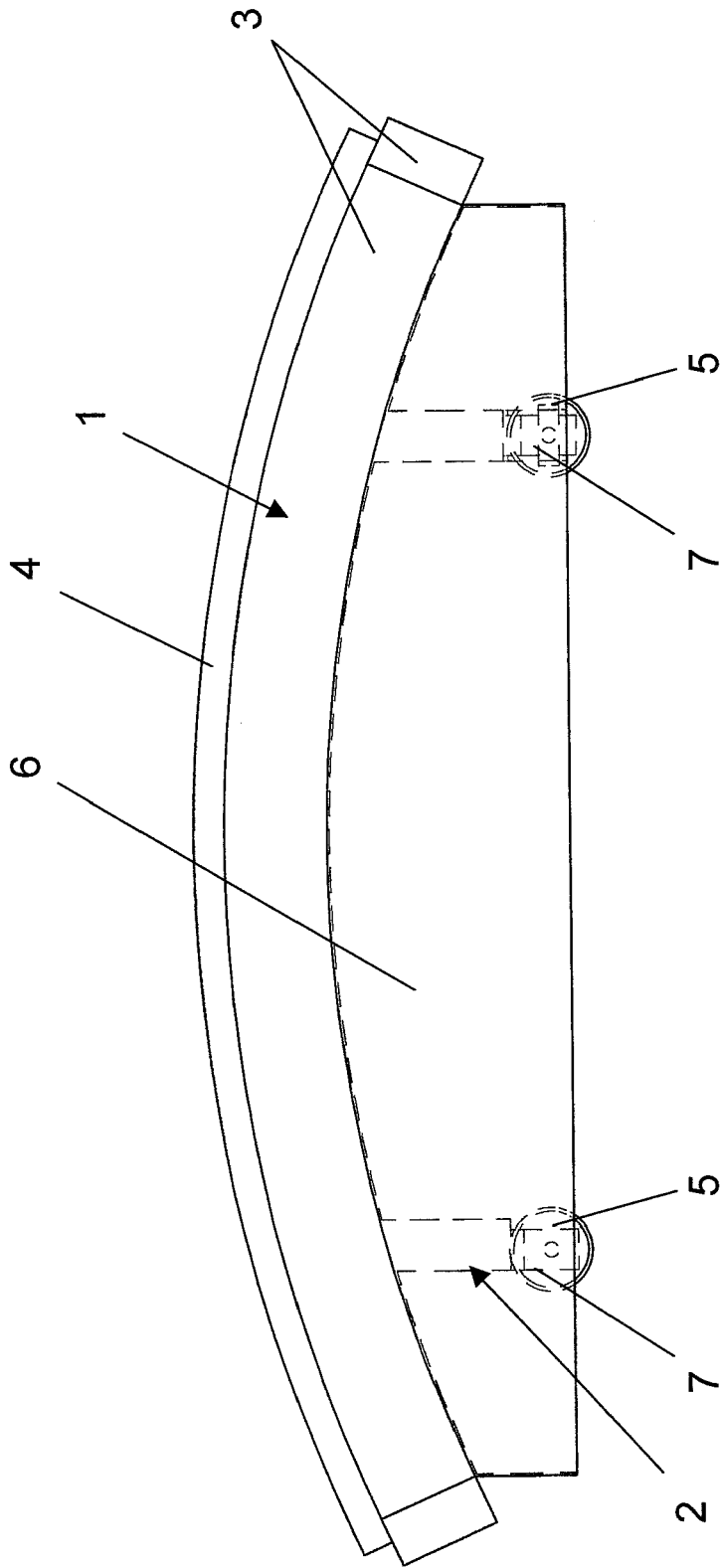


Fig. 1



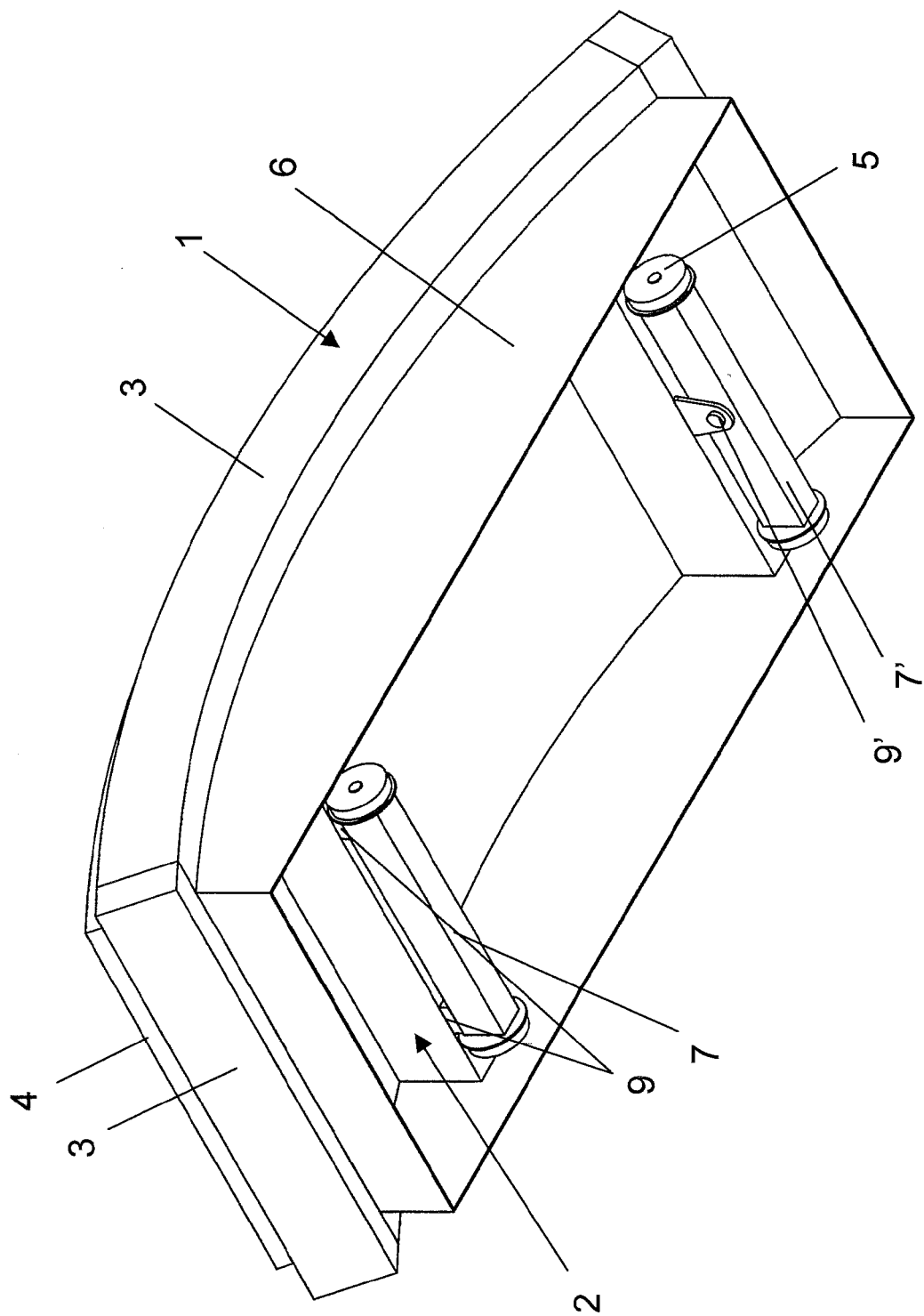
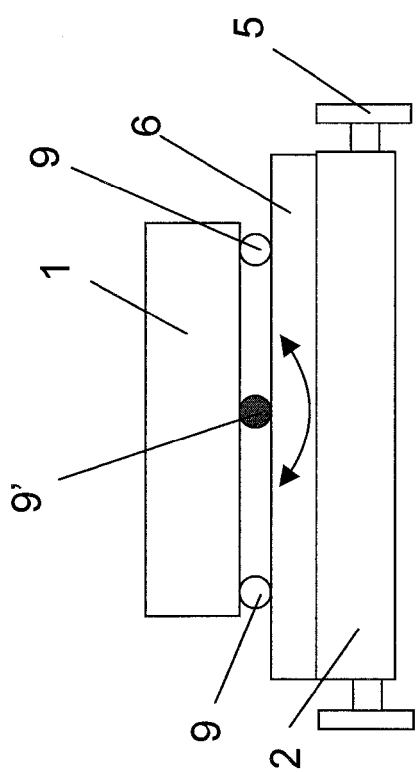
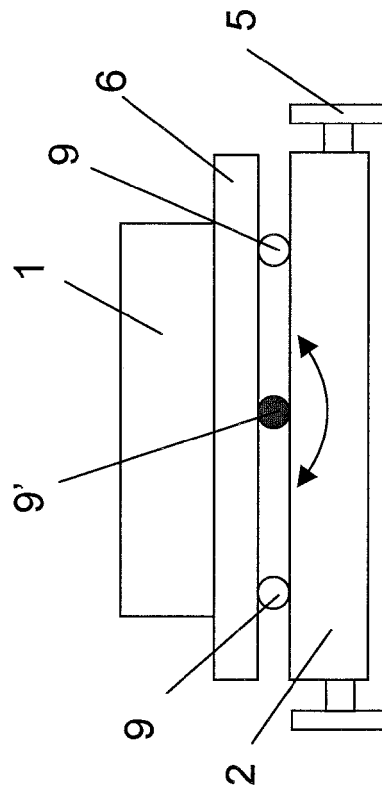


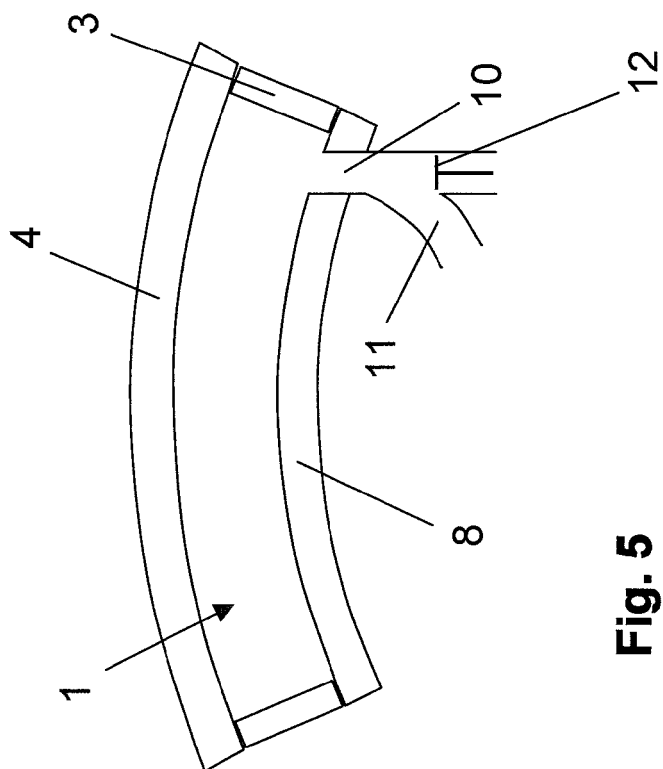
Fig. 2



**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**