



(10) **DE 10 2014 118 251 A1** 2016.06.09

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 118 251.0**

(22) Anmeldetag: **09.12.2014**

(43) Offenlegungstag: **09.06.2016**

(51) Int Cl.: **E04H 12/34 (2006.01)**

**F03D 13/20 (2016.01)**

**E04H 12/08 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**SIAG Industrie GmbH, 04347 Leipzig, DE**

(74) Vertreter:  
**PATRONUS IP Patent- & Rechtsanwälte Bernhard  
Ganahl, Jan Robert Naefe GbR, 81673 München,  
DE**

(72) Erfinder:  
**Taterra, Hermann-Josef, 19057 Schwerin, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2013 002 469	A1
DE	603 17 372	T2
US	2012 / 0 137 620	A1
EP	2 188 467	B1
EP	2 282 051	A2
EP	2 388 479	A1
KR	10 1 242 505	B1

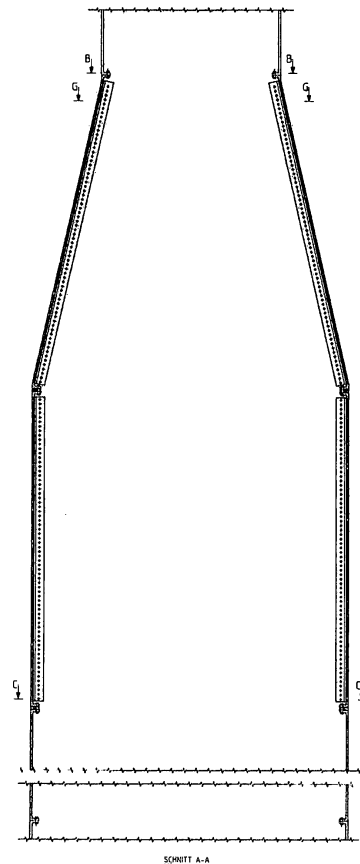
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung und zum Errichten eines Rohrturmbauwerks**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Errichten eines Rohrturmbauwerkes, wobei

- Stahlblech zu im Wesentlichen im Querschnitt ringsegmentförmigen Schalen (7) eines Rohrabschnitts (4) gebogen wird,
- von den Schalen (7) entlang geplanter axialer Verbindungslinien je ein axialer Flansch (11) radial nach innen oder nach außen von der Schale abgekantet wird,
- zur Errichtung des Turmbauwerkes die Teilschalen (4) mittels der Flansche (11) eines Flanschpaares aneinander angeordnet werden und durch die Flansche (11) je eines Flanschpaares hindurch zu einem Rohrabschnitt (4) oder Rohrschuss (4) verbunden werden, wobei
- zur Verbindung eines Rohrabschnitts (4) mit einem Fundament oder einem weiteren Rohrabschnitt (4) oder einem weiteren Rohrturm im Rohrabschnittsfußbereich (5) und/oder Rohrabschnittskopfbereich (6) die Schalen (7) an horizontalen Stirnkanten je einen horizontalen Flansch (13) besitzen, sowie ein Rohrturmbauwerk und einen Torsionsring hierfür.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Errichten von Rohrturmbauwerken.

**[0002]** Rohrturmbauwerke sind bekannt, insbesondere als Träger von Windenergieanlagen. Hierbei ist es insbesondere bekannt, aus Stahlblech Rohrabschnitte zu fertigen und die Rohrabschnitte übereinander mit umlaufenden Schweißnähten zu einem Rohrturm zusammensetzen, welcher an seinem oberen Ende eine Windenergiegondel aufnimmt. Um die einzelnen Segmente miteinander zu verbinden ist es bekannt, diese entweder zu verschweißen oder mit aufeinanderliegenden, umlaufenden Flanschen so zu versehen, dass die aufeinander liegenden Flansche miteinander verschraubt werden können.

**[0003]** Darüber hinaus ist es bekannt, derartige Turmbauwerke aus Teilschalen auszubilden, wobei die Teilschalen an ihren Längskanten Flansche besitzen, mit denen diese Teilschalen aneinander geschraubt werden.

**[0004]** Aus der WO 2011/092235 A2 ist ein Windenergieanagenturmsegment bekannt, welches auch als Mantelsegment ausgebildet ist und aus einem Stahlbetonkörper besteht, mit zwei Stößen zum Ansetzen an Stöße wenigstens eines weiteren Turmsegments und in den Stahlbetonkörper im Bereich jeden Stoßes wenigstens ein Verbindungskörper eingelassen und darin verankert ist zum Verbinden mit einem Verbindungskörper eines benachbarten Turmsegments und der Verbindungskörper eine im Wesentlichen parallel zum jeweiligen Stoß angeordnete Befestigungswandung aufweist zum Aufnehmen einer quer zum Stoß und quer zur Befestigungswandung gerichteten Zugbelastung. Bei einer solchen Vorrichtung ist von Nachteil, dass es relativ aufwendig ist, derartige Betonschalen zu gießen und zudem pass- und maßgenau herzustellen. Ferner ist der Rückbau derartiger Stahlbetontürme recht aufwendig und teuer.

**[0005]** Aus der DE 10 2010 039 796 A1 ist ein Turm mit einem Adapterstück sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Turm mit dem Adapterstück bekannt, wobei hier ebenfalls ein unterer rohrförmiger Turmabschnitt aus Beton und ein oberer rohrförmiger Turmabschnitt aus Stahl ausgebildet ist. Derartige Hybridtürme werden derzeit für die Errichtung besonders hoher Windenergieanagentürme bevorzugt, da mit dem Betonunterbau große Durchmesser möglich sind und auf die Unterbautürme in dieser Weise herkömmliche Windenergieanagentürme oben aufgesetzt werden können, um größere Höhen und damit eine bessere Windausbeute zu erreichen. Hierbei ist jedoch nachteilig, dass der Rückbau eines Betonturms relativ aufwendig ist und der Montageaufwand

für Betontürme relativ hoch ist, insbesondere durch die Betonanlieferung.

**[0006]** Aus der WO 2010/121630 A2 ist ein Turm für eine Windkraftanlage mit einer Mehrzahl von Eckstielen zur Bildung einer Maßkonstruktion bekannt, wobei die Eckstiele jeweils aus mehreren miteinander verbundenen Teilprofilen zusammengesetzt sind. Hierbei sind die Eckstiele jeweils aus mehreren miteinander verbundenen Teilprofilen so zusammengesetzt, dass Anschlussbereiche gebildet sind an benachbarten Teilprofilen, welche jedoch aus den Teilprofilen ausgebogen sind. Bei dieser Ausführungsform ist von Nachteil, dass hiermit präzises und schnelles Arbeiten erschwert wird.

**[0007]** Aus der DE 10 2009 058 124 B4 ist ebenfalls ein Betonunterbau für den Turm einer Windenergieanlage bekannt.

**[0008]** Aus der DE 10 2011 603 A1 ist ein Lastaufnahmemittel zum Anheben von schweren Komponenten oder Anlagenteilen, insbesondere Offshore-Anlagen bekannt.

**[0009]** Aus der DE 203 21 897 U1 ist eine Windturbine mit einem stationären vertikalen Mast oder Turm bekannt, an welchem der bewegliche Teil der Windturbine angeordnet ist, wobei der Mast zumindest teilweise aus vorgefertigten Wandteilen besteht, wobei mehrere benachbarte Wandteile einen im Wesentlichen ringförmigen Mastabschnitt ausbilden. Hierbei sind die Wandteile oder Segmente aus verstärktem Beton oder einem anderen steinartigen Material aufgebaut und bereits vorgefertigt. Die Befestigung der Betonelemente aneinander erfolgt mit Zugsfang.

**[0010]** Aus der DE 10 2011 001 250 A1 sind eine Vorrichtung und ein Verfahren für den Übergang zwischen einem Stahlurmabschnitt und einem vorgespannten Betonturmabschnitt bekannt.

**[0011]** Aus der DE 10 2011 077 428 A1 ist ein Windenergieanagenturm bekannt mit einer Mehrzahl von vorgefertigten Turmsegmenten, welche jeweils einen oberen und unteren horizontalen Flansch aufweisen, wobei eines der Mehrzahl der Turmsegmente mindestens zwei Längsflansche aufweist, wobei jeder Längsflansch eine erste Seite zum Anlegen an eine erste Seite eines weiteren Längsflansches und eine zweite Seite aufweist, welche an die Mantelfläche seitlich angeschweißt ist, wobei die zweite Seite der ersten Seite gegenüberliegt.

**[0012]** Aus der DE 11 2010 005 382 T5 ist ein Wandabschnitt für einen Windkraftanagenturm bekannt, wobei der Wandabschnitt ein erstes Wandsegment und ein zweites Wandsegment umfasst, sowie ein Verbindungselement, welches einen ersten Oberflächenabschnitt, der an dem ersten Wandsegment

angebracht ist und sich in eine erste Richtung erstreckt, einen zweiten Oberflächenabschnitt, der an dem zweiten Wandsegment angebracht ist und sich in eine zweite Richtung erstreckt, und ein Zwischenabschnitt mit einem sich quer zu der ersten Richtung und quer zu der zweiten Richtung erstreckenden Zwischenoberflächenabschnitt umfasst, wobei das Verbindungselements hierdurch T-förmig ausgebildet ist und auf eine entsprechende Wandung bzw. zwei aneinander stoßende Wandung aufgesetzt wird und mit Schraubbolzen, die durch die Wandung hindurch ragen, darauf befestigt wird.

**[0013]** Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren zu schaffen, mit dem derartige Turmbauwerke schneller und mit höherer Präzision und Passgenauigkeit errichtet werden können.

**[0014]** Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0015]** Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den hier von abhängigen Unteransprüchen gekennzeichnet.

**[0016]** Es ist eine weitere Aufgabe einen Unterbauturm für Windenergieanlagen zu schaffen, der schneller errichtet werden kann.

**[0017]** Diese Aufgabe wird mit einem Rohrturmbauwerk mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst.

**[0018]** Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den hier von abhängigen Unteransprüchen gekennzeichnet.

**[0019]** Ein erfindungsgemäßes Turmbauwerk dient insbesondere als Unterbauturm, um einen herkömmlichen Turm zur Aufnahme von Windenergieanlagen aufzusetzen und hierdurch eine größere Höhe und damit bessere Winderreichbarkeit zu erzielen.

**[0020]** Für größere Höhen von derartigen Turmbauwerken ist es notwendig den Turmquerschnitt zu vergrößern, da nur dann die erforderliche Stand- und Knicksicherheit erzielt werden kann. Üblicherweise werden derartige Türme aus im Querschnitt kreisringförmigen Turmsegmenten erstellt, übereinander gesetzt und miteinander verbunden. Aufgrund der üblichen Brückenhöhe in Deutschland lassen sich sehr große Turmquerschnitte aus einteiligen Rohrabschnitten oder Rohrsegmenten nicht mehr realisieren.

**[0021]** Hierdurch ist es notwendig, um die Durchfahrthöhe einzuhalten, derartige, sehr breite Türme mit mehr als 4,5 m Durchmesser am Fuß aus Teilschalen, d.h. Ringsegmenten zu einem vollständigen Ring zusammensetzen und – so notwendig – mehrere dieser Ringe übereinanderzusetzen.

**[0022]** Grundsätzlich ist es bekannt, derartige sogenannte längsorientierte Schalen zu erstellen und diese Schalen am Einbauort zu einem Rohr zusammensetzen. Es hat sich hierbei jedoch herausgestellt, dass die Präzision so schlecht und die Toleranzen derart groß sind, dass die Montage sehr oft verzögert wird und unnötig erschwert wird. Zudem sind bekannte Schalenkonstruktionen nicht so stabil, dass sie für Rohrturmbauwerke großer Höhe geeignet wären.

**[0023]** Erfindungsgemäß wird das Rohrturmbauwerk aus Rohrabschnitten gefertigt, welche aus längsorientierten Schalen hergestellt sind, so dass das Rohrturmbauwerk in Teillängen, die noch transportierbar sind oder, bei einer noch transportierbaren Länge, in seiner vollen Länge errichtet wird. Hierzu werden aus Stahlblech entsprechende Bahnen beziehungsweise Platinen gefertigt, welche dann zu Schalen gerollt werden, so dass sie mit weiteren Schalen zusammengesetzt einen Rohrabschnitt bilden.

**[0024]** Die Längs- bzw. Hochkanten der Schalen werden bezogen auf die Breite der Schale (bzw. den damit bewirkten Teilumfang eines Rohrschusses) mit einem Übermaß ausgebildet. Dieses Übermaß wird radial nach innen oder radial nach außen abgekantet und bildet einen Verbindungsflansch zur Verbindung mit benachbarten Schalen zur Erzeugung eines Rohrs oder Rohrsegments.

**[0025]** Radial bedeutet hierbei senkrecht auf dem Biegeradius der Schale bzw. dem Umfang des Rohrs.

**[0026]** Weitere Rohrsegmente können hierauf aufgesetzt und an horizontalen Kanten verschweißt werden, bis ein Rohrabschnitt oder ein vollständiges Rohrturmbauwerk ausgebildet ist. Alternativ kann eine Verbindung über horizontale Ringflansche erfolgen.

**[0027]** In die abgekanteten Flansche werden die erforderlichen Löcher zum Durchstecken von Schraubbolzen und Verschrauben der Flansche benachbarter Schalen eingebracht, beispielsweise durch Bohren oder Brennen, insbesondere mit Laser.

**[0028]** Es hat sich herausgestellt, dass bei derart dicken Stahlplatten, wie sie für Unterbautürme verwendet werden, eine Abkantung sehr präzise Verbindungen zulässt und durch das Abkanten und anschließende Erzeugen der Löcher die Verbindungen sehr wirtschaftlich erzeugt werden können.

**[0029]** Zudem hat sich herausgestellt, dass eine Abkantung gerade bei Platten dieser Stärke (> 45 mm) besonders spannungsarm und stabil ist, wobei durch die Kombination aus Plattenstärke und Abkantung die Schraubverbindungen nicht sehr eng toleriert sein müssen und keiner hochfesten Schrauben bedürfen.

**[0030]** An den Rohrabschnitt oder Rohrschuss werden auf die jeweiligen Stirnkanten der Schalen Ringflanschsegmente stirnseitig angeschweißt, die als Adapter zu einem Fundament, weiteren Rohrschüssen oder einem (konstruktiv bestehenden) Turmbauwerk und insbesondere Windenergieanlagenturm dienen.

**[0031]** Die Schalen werden anschließend zur Baustelle transportiert und dort entsprechend zu einem Rohrturmbauwerk zusammengestellt und durch die Flansche hindurch miteinander verbunden.

**[0032]** Beispielsweise wird ein Unterturm aus einer Mehrzahl von 7 m langen Rohrschüssen ausgebildet, wobei diese Rohrschüsse jeweils aus einer Mehrzahl von 7 m langen entsprechenden Schalen bestehen.

**[0033]** Da übliche Windenergieernturmbauwerke einen Fußdurchmesser von 4,3 m, die Unterbautürme aus Stabilitätsgründen jedoch Durchmesser bis 7 m und darüber hinaus haben, muss über die Höhe des Unterbauturmes eine Anpassung des Fußdurchmessers von 7 m auf einen Kopfdurchmesser von 4,3 m erreicht werden.

**[0034]** Dies kann einerseits dadurch erreicht werden, dass die einzelnen Rohrschüsse konisch verlaufen, d. h. eine Kegelstumpfform haben, so dass eine einheitliche Verjüngung des Unterbauturmes von beispielsweise 7 m auf beispielsweise 4,3 m erfolgt.

**[0035]** Erfindungsgemäß hat es sich jedoch herausgestellt, dass ein besonders stabiler Unterbauturm dann erreicht wird, wenn der Unterbauturm aus zylindrischen Rohrschüssen mit einer Höhe von beispielsweise 7 m errichtet wird und kopfseitig dann ein letztes Adapterelement bzw. ein Adapterrohrschuss aufgesetzt wird, der sich von 7 m Fußdurchmesser auf 4,3 m Kopfdurchmesser verjüngt und insofern einen Kegelstumpf auf dem ansonsten zylindrischen Unterbaurohrturmbauwerk ergibt.

**[0036]** Erfindungsgemäß wird zwischen den Rohrschüssen bzw. den horizontalen, L-förmigen Flanschen der Rohrschüsse ein Torsionsausgleichsring angeordnet. Der erfindungsgemäße Torsionsausgleichsring sorgt dafür, dass bei Torsionsbelastungen des Turmes der Kraftfluss von einem L-Flansch in den anderen durch die jeweiligen Schrauben optimal verläuft, indem alle L-Flansche der jeweiligen Schalen aktiviert werden und so eine Vergleichmäßigung stattfindet. Dies sorgt für die hervorragende Stabilität und geringe Eigenfrequenz des Turmes.

**[0037]** Bei der Erfindung ist von Vorteil, dass die Flansche und die Abkantung der Flansche mit der Rohrturmbauwerkswandung außerordentlich präzise und nachvollziehbar genau ist. Ferner ist von Vorteil, dass die Abkantung, Verschraubung, horizonta-

le Schweißungen und das anschließende Trennen des Rohrturmbauwerks in die Schalenelemente unter nachvollziehbaren Bedingungen am Herstellort erfolgen kann, wobei eine entsprechende Nachprüfung am Herstellort erfolgen kann.

**[0038]** Es hat sich herausgestellt, dass das Schwingungsverhalten bzw. Eigenschwingungsverhalten erfindungsgemäßer Rohrturmbauwerke mit 0,215 Hz und darunter alle Erwartungen übertrifft und besonders gut gedämpft ist.

**[0039]** Zudem hat sich herausgestellt, dass sich bei der erfindungsgemäßen Methode, wonach die Flansche nach innen oder nach außen von den Schalen abgekantet werden, eine höhere Stabilität ergibt als bei Längsflanschen, die an die Längsstoßfläche angeschweißt werden.

**[0040]** Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung beispielhaft erläutert. Es zeigen dabei:

**[0041]** Fig. 1: eine isometrische, schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Rohrturmbauwerks;

**[0042]** Fig. 2: eine Seitenansicht des Rohrturmbauwerks nach Fig. 1;

**[0043]** Fig. 3: ein Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Rohrturmbauwerk mit gedreht angeordnetem Adapterelement, so dass die Flansche fluchtend dargestellt sind;

**[0044]** Fig. 4: einen Schnitt B-B gemäß Fig. 3;

**[0045]** Fig. 5: einen Schnitt G-G gemäß Fig. 3;

**[0046]** Fig. 6: einen Schnitt C-C gemäß Fig. 3;

**[0047]** Fig. 7: einen Schnitt F-F gemäß Fig. 6;

**[0048]** Fig. 8: einen Schnitt E-E gemäß Fig. 9;

**[0049]** Fig. 9: einen Schnitt D-D gemäß Fig. 6;

**[0050]** Fig. 10: eine teilgeschnittene Ansicht im Stoßbereich zweier Rohrschüsse mit dem erfindungsgemäßen Torsionsausgleichsring;

**[0051]** Fig. 11: einen Schnitt durch den Stoßbereich zwischen zwei Rohrschüssen mit dem zwischen den L-Flanschen angeordneten Torsionsausgleichsring;

**[0052]** Fig. 12: eine perspektivische Detailansicht der Anordnung von Torsionsausgleichsringsegmenten zwischen den L-Flanschen;

**[0053]** Fig. 13: stark schematisiert einen erfindungsgemäßen doppelwandigen Schalenaufbau in einem Längsschnitt;

**[0054]** Fig. 14: stark schematisiert einen Querschnitt durch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen doppelwandigen Schalenaufbaus;

**[0055]** Fig. 15: eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen doppelwandigen Schalenaufbaus mit einer ebenen inneren Wandung;

**[0056]** Fig. 16: eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen doppelwandigen Schalenaufbaus;

**[0057]** Fig. 17: eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen doppelwandigen Schalenaufbaus mit Flanschen an den inneren und äußeren Wandungen.

**[0058]** Ein erfindungsgemäßes Rohrturmbauwerk **1** besitzt einen Kopfbereich **2**, auf den ein weiteres Rohrturmbauwerk und insbesondere ein Windenergieurm aufgesetzt angeordnet werden kann.

**[0059]** Zudem besitzt das erfindungsgemäße Rohrturmbauwerk **1** einen Fußbereich **3**, mit dem das Rohrturmbauwerk an einem Fundament angeordnet werden kann.

**[0060]** Die möglichen Durchmesser des Rohrturmbauwerkes im Fußbereich betragen 7 m bis 8 m, können jedoch auch deutlich darüber liegen.

**[0061]** Der Durchmesser des Rohrturmbauwerkes im Kopfbereich wird durch den Durchmesser eines aufzusetzenden Rohrturmbauwerkes, insbesondere Windenergieurms, bestimmt und liegt üblicherweise bei 4,3 m, kann gegebenenfalls aber auch darüber oder darunter liegen.

**[0062]** Das erfindungsgemäße Rohrturmbauwerk **1** ist hierbei aus einer Mehrzahl von axial aufeinanderfolgenden Rohrabschnitten **4** oder Rohrschüssen **4** ausgebildet.

**[0063]** Die Rohrschüsse **4** sind somit zylindrisch rohrförmig ausgebildet und besitzen einen Durchmesser, der dem Durchmesser des Rohrturmbauwerkes **1** entspricht.

**[0064]** Bei einem sich vom Fußbereich **3** zum Kopfbereich **2** stetig verjüngenden und somit konischen Rohrturmbauwerk **1** sind dementsprechend auch die einzelnen Rohrabschnitte **4** bzw. Rohrschüsse **4** konisch ausgebildet, so dass sich deren Durchmesser von einem Rohrabschnittsfußbereich **5** zu einem Rohrabschnittskopfbereich **6** verringert, so dass jeder Rohrabschnitt **4** einen Kegelstumpf ausbildet. Dementsprechend sind die Schalen **7** dann als Kegelstumpfsegmente ausgebildet.

**[0065]** Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Rohrturmbauwerkes **1** ist nur der oberste Rohrabschnitt **4** oder Rohrschuss **4** kegelstumpfförmig ausgebildet, wobei es sich von seinem Rohrabschnittsfußbereich **5** zu seinem Rohrabschnittskopfbereich **6** vom Durchmesser des Fußbereichs **3** des Rohrturmbauwerkes **1** zum Durchmesser im Kopfbereich **2** des Rohrturmbauwerkes **1** verjüngt. Dies bedeutet, dass der oberste Rohrabschnitt **4** als einziger der Rohrabschnitte des Rohrturmbauwerkes **1** kegelstumpfförmig ausgebildet ist, während die übrigen Rohrabschnitte **4** bzw. Rohrschüsse **4** zylindrisch ausgebildet sind. Diese Ausführungsform ist in statischer Hinsicht besonders bevorzugt.

**[0066]** Da die einzelnen Rohrabschnitte **4** bzw. Rohrschüsse **4** einen Durchmesser besitzen, der größer ist als ein Rohrdurchmesser, der logistisch noch zu verkräften wäre (Brückenhöhe, Straßenbreite), sind die Rohrabschnitte **4** zerlegbar bzw. zusammensetzbar ausgebildet. Hierzu ist jeder Rohrabschnitt **4** bzw. Rohrschuss **4** aus einer Mehrzahl von Schalen **7** ausgebildet.

**[0067]** Die Schalen **7** sind somit im Querschnitt als Ringsegmente mit einer ringsegmentförmig gewölbten Mantelfläche **8** ausgebildet und besitzen hierdurch längs verlaufende bzw. vertikal verlaufende Längskanten **9** und horizontal verlaufende Stirnkanten **10** (Fig. 2).

**[0068]** Die Mantelfläche **8** kann hierbei als Kreisringsegment gebogen sein, aus fertigungstechnischen Gründen kann die Mantelfläche **8** aber auch aus einer Vielzahl von ebenen Flächen, die zusammen ein Kreissegment bilden, ausgebildet sein.

**[0069]** Von den Längskanten **9** erstrecken sich einstückig von der Mantelfläche **8** zum Rohrinnenen bzw. Rohräußeren aus der Mantelfläche **8** nach innen oder nach außen abgekantete, radial verlaufende Längsflansche **11**. Die Längsflansche **11** besitzen hierbei eine Mehrzahl von in Längsrichtung aufeinanderfolgende Bohrungen **12** oder Durchtrittsöffnungen **12** zum Verbinden der Längsflansche **11** benachbarter Schalen **7** miteinander.

**[0070]** Die Schalen **7** sind vorzugsweise aus Stahl ausgebildet und besitzen eine Dicke, die zur Verwendung als Unterbauturm für bestehende Windenergieurmkonstruktionen dient, von mehr als **40** mm.

**[0071]** Um eine Mehrzahl von Rohrabschnitten **4** bzw. Rohrschüssen **4** aufeinander anordnen zu können, bzw. den untersten Rohrabschnitt **4** bzw. Rohrschuss **4** an einem Fundament anzuordnen, besitzen die jeweiligen Schalen **7** der Rohrabschnitte **4** bzw. Rohrschüsse **4** entlang ihrer Stirnkanten **10** auf Stoß aufgesetzte und insbesondere aufgeschweißte, im Querschnitt L-förmige Horizontalflansche **13**. Die Ho-

horizontalflansche **13** bilden je ein Ringsegment einer Länge, die der Breite einer Schale **7** über ihre Mantelfläche **8** inklusive der Stärke der Längsflansche **11** entspricht. Dies verursacht, dass die Horizontalflansche **13** der jeweiligen Schalen **7** nach dem Zusammensetzen des Rohrabschnitts **4** einen geschlossenen Ring bilden, wobei die Stoßkanten **14** der Horizontalflansche **13** aneinanderstoßen (Fig. 4).

**[0072]** Um einen Rohrabschnitt **4** bzw. Rohrschuss **4** auszubilden wird dementsprechend eine Mehrzahl von Schalen **7**, insbesondere acht Schalen **7**, mit einer gegebenen Breite über ihre Mantelfläche **8** und den entsprechenden Längsflanschen **11** aneinander angeordnet, wobei die Bohrungen **12** von entsprechenden Verbindungsmitteln durchgriffen und die Flansche miteinander verbunden werden.

**[0073]** Dementsprechend bilden die Horizontalflansche **13** der miteinander verbundenen Schalen einen Flanschring aus den Horizontalflanschen **13**.

**[0074]** Um zwei Rohrabschnitte **4** bzw. Rohrschüsse **4** aneinander anzuordnen werden die Rohrabschnitte **4** mit ihren Flanschen **13** und Bohrungen **12** in den Flanschen **13** fluchtend übereinandergesetzt.

**[0075]** Erfindungsgemäß wurde herausgefunden, dass das direkte Aufeinandersetzen der Flansche **13** dazu führt, dass Torsionsspannungen innerhalb des Rohrturmbauwerks **1** nicht zuverlässig übertragen werden und der Kraftfluss an vielen Stellen nicht optimal ist oder unterbrochen wird.

**[0076]** Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass die Anordnung eines Torsionsringes **15** zwischen den Flanschringen aus den Horizontalflanschen **13** zu einer Aktivierung aller einzelnen Horizontalflansche **13** und zu einem gleichmäßigen Lasteintrag in die entsprechenden Schraubbolzen **16** führt. Dies führt dazu, dass das erfindungsgemäße Rohrturmbauwerk eine besonders niedrige Eigenfrequenz und hohe Stabilität besitzt.

**[0077]** Der Torsionsring **15** ist ein Ring mit einem Außendurchmesser, der dem Außendurchmesser des Flanschringes aus den Horizontalflanschen **13** in etwa entspricht, und mit einem Innendurchmesser, der ebenfalls dem Innendurchmesser des Flanschringes aus den Horizontalflanschen **13** in etwa entspricht.

**[0078]** Der Torsionsring **15** besitzt hierbei eine Dicke, die etwa ein Drittel bis zwei Drittel seiner Breite, d. h. des Unterschieds zwischen Innen- und Außendurchmesser entspricht, wobei der Dickenwert jedoch im Wesentlichen von statischen Berechnungen abhängt und auch hiervon abweichen kann.

**[0079]** Der Torsionsring **15** kann hierbei abhängig vom Durchmesser des Rohrturmbauwerks **1** einstückig ausgebildet sein, bei großen Durchmessern des Rohrturmbauwerks **1** kann er auch mehrteilig ausgebildet sein.

ckig ausgebildet sein, bei großen Durchmessern des Rohrturmbauwerks **1** kann er auch mehrteilig ausgebildet sein.

**[0080]** Um eine besonders gute Lastverteilung zu erzielen werden die Trennlinien **17** des Torsionsrings **15** so angeordnet, dass sie gerade nicht im Bereich der Stoßkanten **14** der Horizontalflansche **13** liegen.

**[0081]** Zudem kann zum Erzielen einer besonders guten Lastverteilung und einer besonders guten Aktivierung der einzelnen Flansche **13** der Torsionsring im Bereich seiner Trennungen bezüglich der Dicke halbiert sein, so dass eine Stufe **18** entsteht (Fig. 12), so dass der Torsionsring **15** oder entsprechende Torsionsringsegmente **15** in diesem Bereich z. B. halbverjüngt ausgebildet sind. Um die Stoßkante **14** bzw. die Trennlinie **17** zu überbrücken kann dementsprechend ein entsprechendes Überbrückungselement **19** vorhanden sein, welches die eine zentrale Trennlinie **17** überbrückt und zwei von der Trennlinie **17** beabstandete Trennlinien **20** erzeugt (Fig. 12). Dementsprechend sind auch im Überbrückungselement die entsprechenden Bohrungen für Schraubbolzen **16** vorhanden.

**[0082]** Der Torsionsring **15** kann aus einer Mehrzahl von Torsionsringsegmenten ausgebildet sein, wobei die Anzahl der Torsionsringsegmente der Anzahl der Schalen **7** entsprechen kann, aber auch höher oder geringer sein kann. Wesentlich ist, dass die Längskanten **9** der Schalen **7** sowie die Stoßkanten **14** der Horizontalflansche **13** einerseits und die Trennlinien **17** der Torsionsringsegmente andererseits versetzt zueinander, d. h. nicht fluchtend, angeordnet sind.

**[0083]** Bei der Erfindung ist von Vorteil, dass ein Rohrturmbauwerk **1** aus Rohrabschnitten **4**, welche zylindrisch und/oder konisch sind, vollständig in einer entsprechenden Fabrikationseinrichtung hergestellt wird. Unter vorbestimmten Bedingungen, welche geringste Toleranzen zulassen, werden Flansche, welche sich längs beziehungsweise axial erstrecken, nach außen oder nach innen von der Mantelfläche **8** abgekantet und das Rohrturmbauwerk hierdurch durch zumindest zwei Teilschalen **4**, vorzugsweise mehr Teilschalen **4**, insbesondere vier bis vierzehn Teilschalen **4**, untergliedert, welche gut, auch auf Straßen, zu transportieren sind.

**[0084]** An einer Errichtungsstelle des Rohrturmbauwerks werden die Teilschalen (wieder) miteinander verbunden, wobei dies in besonders einfacher Weise geschieht, da die Teilschalen absolut passgenau aufeinander abgestimmt sind. Im Gegensatz zu herkömmlichen Errichtungskonzepten, bei denen ein solches Rohrturmbauwerk aus einzelnen Rohrschüssen beziehungsweise Rohrabschnitten zusammengestellt und verschweißt wird, kann die Montage eines solchen großen Rohrturmbauwerks in einem

Bruchteil der Montagezeit geschehen, wobei zusätzlich ein Rohrturmbauwerk mit sehr großem Durchmesser, insbesondere Durchmesser am Fuß > 7 m, realisiert werden kann.

**[0085]** Insbesondere ist von Vorteil, dass mit einem solchen Rohrturmbauwerk in einfacher, kostengünstiger und schnell zu montierender Weise ein sehr hoher Unterbau für bekannte Rohrtürme, welche Windenergieanlagen tragen, erstellt werden kann, so dass übliche Windenergieanlagen höher in den Wind gebracht werden können und damit die Effektivität gesteigert werden kann.

**[0086]** Es ist darüber hinaus von Vorteil, dass die Kombination von relativ dicken Stahlblechen einerseits, abgekanteten Flanschen andererseits und Flanschverbindungen mit einem Torsionsring ein Rohrturmbauwerk **1** mit einer sehr geringen Eigenfrequenz ergibt, welches in hervorragender Weise die durch ein aufgesetztes Rohrturmbauwerk eingetragenen Lasten ableitet. Bei dem erfindungsgemäßen Torsionsring **15** zwischen den Horizontalflanschen **13** ist von Vorteil, dass hierdurch eine ideale Aktivierung aller Horizontalflansche **13** aller Schalen **7** und insbesondere aller Bolzen **16** gelingt.

**[0087]** Die Verbindung sowohl der Längsflansche als auch der Horizontalflansche kann hierbei mit Schrauben bzw. Schraubbolzen, Nieten, Schrauben mit Presshülsen oder Schließringbolzen erfolgen.

**[0088]** Vorteilhafterweise kann die Anzahl der Schalen **7** abhängig vom Durchmesser des Rohrturmbauwerks zwischen zwei und vierzehn Schalen oder auch darüber liegen, wobei Fußdurchmesser von 4 m bis 14 m und Kopfdurchmesser von 2,5 m bis 10 m ohne weiteres realisierbar sind.

**[0089]** Auch die Höhe eines erfindungsgemäßen Rohrturmbauwerks **1** kann von der erforderlichen bzw. gewünschten Nabenhöhe des gesamten Rohrturmbauwerks, d. h. inklusive eines aufgesetzten Windenergieturms, variieren, wobei üblicherweise Höhen des erfindungsgemäßen Rohrturmbauwerks **1** von 7 m bis 30 m üblich sind, aber auch Höhen darüber kein Problem darstellen. Bei einer geringen Höhe, beispielsweise von 7 m, wird ein einzelner, in diesem Fall konischer bzw. kegelstumpfförmiger Rohrabschnitt **4** verwendet.

**[0090]** Die Kombination aus abgekanteten Längsflanschen, der Blechstärke, der Horizontalflansche und des zwischen den Horizontalflanschen angeordneten Torsionsringes ergibt insgesamt die hohe Stabilität des erfindungsgemäßen Rohrturmbauwerks.

**[0091]** Bei dem erfindungsgemäßen Rohrturmbauwerk ist zudem von Vorteil, dass dieses in besonders

guter Weise rückbaufähig ist, wenn die geplante Nutzungszeit abgelaufen ist.

**[0092]** Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird das Rohrturmbauwerk **1** zumindest teilweise doppelwandig ausgebildet (**Fig. 13**). Hierzu wird beabstandet von der Außenwandung **8** bzw. von der Mantelfläche **8** zum Turminnenen hin zwischen den Flanschen **11** eine weitere Wandung **25** vorgesehen. Die weitere Wandung **25** kann dabei insbesondere parallel zur ersten Wandung **8** verlaufen. Im Rohrabschnittsbereich **5** und im Rohrabschnittskopfbereich **6** wird der Raum **26** zwischen den Wandungen **8**, **25** mit je einem Boden **27** und Deckel **28** verschlossen und insbesondere dadurch verschlossen, dass der Boden **27** und der Deckel **28** zwischen bzw. auf die Flansche **11**, die Mantelfläche **8** und die weitere Wandung **25** aufgeschweißt werden.

**[0093]** Der Raum **26** wird mit einem Füllstoff **32** gefüllt. Der Füllstoff kann ein insbesondere mineralischer Füllstoff sein, insbesondere ein mineralischer Füllstoff, der gebunden oder ungebunden ist.

**[0094]** Ein ungebundener Füllstoff ist z. B. Quarzsand, ein gebundener Füllstoff ist z. B. Puzzolan oder Hüttensand, jeweils mit den erforderlichen Aktivatoren, oder ein zementgebundener mineralischer Füllstoff oder Zement oder Beton. Bei der Verwendung von Zement oder Beton ist von Vorteil, dass durch den hohen pH-Wert die angrenzenden Stahlteile vor Korrosion geschützt sind.

**[0095]** Der Füllstoff **32** kann insbesondere eingeblasen und/oder eingerüttelt sein. Hierzu kann insbesondere entweder der Deckel **28** erst nach dem Einfüllen oder Einrütteln aufgeschweißt werden, alternativ oder zusätzlich kann im Rohrabschnittskopfbereich **6**, in der Wandung **25** und/oder den Flanschen **11** und/oder der Wandung **8** eine Einfüllöffnung **31** vorhanden sein, durch die der Füllstoff **32** eingefüllt wird. Zur weiteren Verdichtung und als Abschluss kann abschließend auf den Füllstoff **32** eine Quellbetonschicht **33** aufgebracht werden, die nach dem Verschließen der Öffnung **31** und/oder des Deckels **28** für eine weitere Verdichtung sorgt.

**[0096]** Die weitere Wandung **25** kann an den Flanschen **11** einer Schale **7** angeschweißt sein (**Fig. 14** bis **Fig. 16**). Darüber hinaus kann die Wandung **25** selbst über abgekantete Flansche **34** verfügen (**Fig. 17**), wobei die Wandung **25** und die Flansche **34** dabei so bemessen sind, dass sie zwischen die Flansche **11** vorzugsweise formschlüssig passen. Gegebenenfalls muss die Montage dabei so erfolgen (durch die radial nach innen stehenden Flansche), dass die Wandung **25** mit ihren Flanschen **34** von oben oder von unten zwischen die Flansche **11** und die Wandung **8** geschoben wird.

**[0097]** Hierbei ist von Vorteil, dass die Flansche **11**, **34** gemeinsam durch entsprechend fluchtende Schraublöcher mit Verbindungsmitteln **16** verbunden und insbesondere verschraubt werden können, was die Demontage nach Ablauf der Nutzungsdauer vereinfacht und zudem die Trennung der enthaltenen Stoffe, nämlich Stahl und Füllstoffe, nach der Demontage deutlich erleichtert.

**[0098]** Bei der doppelwandigen Ausführung können die Wandungsstärken der einzelnen Wandungen **8**, **25** sowie der Flansche **11**, **34** gegebenenfalls verringert werden.

**[0099]** Bei dieser Ausführungsform ist von Vorteil, dass durch den Druck, den die Wandung **25** mit oder ohne Flansche **34** auf die Flansche **11** ausübt, eine stabilisierende Eigenspannung des Turmes erzeugt wird, zusätzlich wird durch den gefüllten Hohlraum das Flächenträgheitsmoment insgesamt erhöht, so dass eine noch bessere Dämpfung erzielt wird.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Rohrturmbauwerk
<b>2</b>	Kopfbereich
<b>3</b>	Fußbereich
<b>4</b>	Rohrabschnitt/Rohrschuss
<b>5</b>	Rohrabschnittsfußbereich
<b>6</b>	Rohrabschnittskopfbereich
<b>7</b>	Schale
<b>8</b>	Mantelfläche
<b>9</b>	Längskante
<b>10</b>	Stirnkante
<b>11</b>	Längsflansch
<b>12</b>	Bohrung/Durchtrittsöffnung
<b>13</b>	Horizontalfansch
<b>14</b>	Stoßkante
<b>15</b>	Torsionsring
<b>16</b>	Schraubbolzen
<b>17</b>	Trennlinie
<b>18</b>	Stufe
<b>19</b>	Überbrückungselement
<b>20</b>	Trennlinie
<b>25</b>	Wandung
<b>26</b>	Raum
<b>27</b>	Boden
<b>28</b>	Deckel
<b>31</b>	Einfüllöffnung
<b>32</b>	Füllstoff
<b>33</b>	Quellbetonschicht
<b>34</b>	Flansch



**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- WO 2011/092235 A2 [0004]
- DE 102010039796 A1 [0005]
- WO 2010/121630 A2 [0006]
- DE 102009058124 B4 [0007]
- DE 102011603 A1 [0008]
- DE 20321897 U1 [0009]
- DE 102011001250 A1 [0010]
- DE 102011077428 A1 [0011]
- DE 112010005382 T5 [0012]

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Errichten eines Rohrturmbauwerkes, wobei

– Stahlblech zu im Wesentlichen im Querschnitt ringsegmentförmigen Schalen (7) eines Rohrabschnitts (4) gebogen wird,

– von den Schalen (7) entlang geplanter axialer Verbindungslinien je ein axialer Flansch (11) radial nach innen oder nach außen von der Schale abgekantet wird,

– zur Errichtung des Turmbauwerks die Teilschalen (4) mittels der Flansche (11) eines Flanschpaares aneinander angeordnet werden und durch die Flansche (11) je eines Flanschpaares hindurch zu einem Rohrabschnitt (4) oder Rohrschuss (4) verbunden werden, wobei

– zur Verbindung eines Rohrabschnitts (4) mit einem Fundament oder einem weiteren Rohrabschnitt (4) oder einem weiteren Rohrturm im Rohrabschnittsfußbereich (5) und/oder Rohrabschnittskopfbereich (6) die Schalen (7) an horizontalen Stirnkanten je einen horizontalen Flansch (13) besitzen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Mehrzahl von im Querschnitt ringförmigen Rohrabschnitten (4) entlang gemeinsamer in Umfangsrichtung verlaufender und anstoßender radialer Kanten (10) zu einem sich längs erstreckenden Rohrturmbauwerk (61) verbunden wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rohrabschnitte (4) so angeordnet werden, dass ihre jeweiligen Flanschpaare (11) bzw. Flansche (11) in axialer Richtung versetzt und nicht fluchtend zueinander angeordnet sind.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Horizontalflansche (13) je ein Ringsegment einer Länge, die der Breite einer Schale (7) über ihre Mantelfläche (8) inklusive der Stärke der Längsflansche (11) entspricht, bilden, wodurch die Horizontalflansche (13) der jeweiligen Schalen (7) nach dem Zusammensetzen des Rohrabschnitts (4) einen Ring bilden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bildung eines Rohrabschnitts (4) bzw. Rohrschusses (4) eine Mehrzahl von Schalen (7), insbesondere vier bis sechzehn Schalen (7), mit einer gegebenen Breite über ihre Mantelfläche (8) und den entsprechenden Längsflanschen (11) aneinander angeordnet wird, wobei die Bohrungen (12) von entsprechenden Verbindungsmitteln (16) durchgriffen und die Flansche (11) miteinander verbunden werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Anordnung mehrerer Rohrschüsse (4) bzw. Rohrabschnitte

(4) aneinander die Flansche (13) bzw. aus den Flanschen (13) gebildete Flanschringe mit ihren Bohrungen fluchtend aneinander angeordnet werden, wobei zwischen den Horizontalflanschen (13) zur Verbesserung des Lasteintrags in die Verbindungsmittel (16) ein Torsionsring (15) eingesetzt wird, der die Flansche (13) voneinander beabstandet.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Torsionsring (15) ein Ring mit einem Außendurchmesser ist, der dem Außendurchmesser des Flanschringes aus den Horizontalflanschen (13) in etwa entspricht, und mit einem Innendurchmesser ausgebildet ist, der ebenfalls dem Innendurchmesser des Flanschringes aus den Horizontalflanschen (13) in etwa entspricht, wobei der Torsionsring (15) axiale Bohrungen besitzt, die den Bohrungen in den Flanschringen entsprechen.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Torsionsring verwendet wird, der eine Dicke besitzt, die etwa ein Drittel bis zwei Drittel seiner Breite entspricht.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Torsionsring (15) einstückig oder segmentiert ausgebildet ist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Torsionsring (15) bei segmentierter Ausbildung so angeordnet wird, dass die Stoßkante bzw. Trennlinie (17) des Torsionsrings (15) zu den Stoßkanten (14) der Horizontalflansche (13) versetzt angeordnet sind.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flanschpaare bzw. die Flansche aneinander anliegender Schalen (7) mit Schraubbolzen, Nieten, Schrauben mit Presshülsen oder Schließringbolzen verbunden werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Turmbauwerk (1) an einem axialen Ende einen ersten Durchmesser aufweist und einem axial gegenüberliegenden Ende einen zweiten Durchmesser aufweist, wobei der erste Durchmesser größer als der zweite Durchmesser ist.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der geringere Durchmesser so gewählt wird, dass er dem Standarddurchmesser von Windenergieanlagen in ihrem Fuß entspricht, sodass ein Standardturm einer Windenergieanlage auf den Bereich mit dem geringeren Durchmesser des Rohrturmbauwerks aufsetzbar und befestigbar ist.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rohrturmbauwerk (1) aus zwei bis vierzehn vorgefertigten Teilschalen ausgebildet ist und einen Fußdurchmesser von 4 m bis 14 m und einen Kopfdurchmesser von 2,5 m bis 10 m besitzt.

15. Rohrturmbauwerk, insbesondere errichtet nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei das Rohrturmbauwerk (1) zumindest einen Rohrabschnitt (4) oder Rohrschuss (4) besitzt, wobei der Rohrabschnitt (4) oder Rohrschuss (4) aus einer Mehrzahl von im Querschnitt ringsegmentförmigen Schalen (7) ausgebildet ist, wobei die Schalen (7) ringsegmentförmig gewölbte Mantelflächen (8) ausbilden und längs verlaufende bzw. vertikal verlaufende Längskanten (9) und horizontal verlaufende Stirnkanten (10) besitzt, wobei die Mantelfläche (8) als Kreisringsegment gebogen ist oder aus einer Vielzahl von ebenen Flächen ausgebildet ist, die zusammen ein Kreissegment bilden, wobei sich von den Längskanten (9) einstückig von der Mantelfläche (8) zum Rohrinernen bzw. Rohräußeren aus der Mantelfläche (8) nach innen oder nach außen abgekantete, radial verlaufende Längsflansche (11) erstrecken, wobei die Längsflansche (11) eine Mehrzahl von in Längsrichtung aufeinanderfolgende Bohrungen (12) oder Durchtrittsöffnungen (12) zum Verbinden der Längsflansche (11) benachbarter Schalen (7) miteinander besitzen.

16. Rohrturmbauwerk nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Verbindung einer Mehrzahl von Rohrabschnitten (4) bzw. Rohrschüssen (4) oder zur Anordnung des untersten Rohrabschnitts (4) bzw. Rohrschusses (4) des Rohrturmbauwerks (1) an einem Fundament oder zur Anordnung eines Rohrturmbauwerks auf dem obersten Rohrabschnitt (4) bzw. Rohrschuss (4) die Schalen (7) der Rohrabschnitte (4) entlang ihrer Stirnkanten (10) auf Stoß aufgesetzt und insbesondere aufgeschweißte, im Querschnitt L-förmige Horizontalflansche (13) besitzen, welche sich zum Rohrinernen oder Rohräußeren erstrecken.

17. Rohrturmbauwerk nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Horizontalflansche (13) der jeweiligen miteinander verbundenen Schalen (7) nach dem Zusammensetzen des Rohrabschnitts (4) aus den Schalen (7) einen geschlossenen Ring bilden.

18. Rohrturmbauwerk nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Rohrabschnitt (4) bzw. Rohrschuss (4) eine Mehrzahl von Schalen (7) aufweist, wobei die Schalen (7) mit den Längsflanschen (11) aneinander anstoßend angeordnet sind, wobei die Bohrungen (12) benachbarter Längsflansche (11) von Verbindungsmitteln (16) durchgriffen werden.

19. Rohrturmbauwerk nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Verbindung von Rohrabschnitten (4) aneinander oder des obersten Rohrabschnitts (4) an einem darüber liegenden Rohrturmbauwerk die Rohrabschnitte (4) mit ihren Flanschen (13) und den entsprechenden Bohrungen (12) fluchtend übereinander angeordnet werden, wobei die Flansche (13) durch einen massiven Torsionsring (15) voneinander beabstandet sind, der zwischen den Flanschringen aus den Horizontalflanschen (13) angeordnet ist und mit den Bohrungen (12) fluchtende Bohrungen besitzt, so dass zur Verbindung der Flansche miteinander die Flansche und der Torsionsring miteinander verbunden werden.

20. Rohrturmbauwerk nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rohrabschnitte (4) oder Rohrschüsse (4) konisch und/oder zylindrisch ausgebildet sind, so dass die Schalen zylindermantelsegmentartig oder kegelstumpfssegmentartig ausgebildet sind.

21. Torsionsring zur Verwendung bei der Errichtung von Rohrturmbauwerken, insbesondere Rohrturmbauwerken, die aus zylindrischen oder konischen Rohrabschnitten (4) oder Rohrschüssen (4) ausgebildet sind, wobei der Torsionsring zwischen horizontalen Flanschen (13) von Rohrabschnitten (4) angeordnet ist und die horizontalen Flansche der Rohrabschnitte voneinander beabstandet.

22. Torsionsring nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Torsionsring (15) ein Ring mit einem Außendurchmesser ist, der dem Außendurchmesser des Flanschringes der Rohrabschnitte (4) in etwa entspricht, und einen Innendurchmesser besitzt, der dem Innendurchmesser der Flanschringe der Rohrabschnitte (4) in etwa entspricht.

23. Torsionsring nach einem der Ansprüche 21 oder 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Torsionsring eine Dicke besitzt, die in etwa ein Drittel bis zwei Drittel seiner Breite beträgt.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

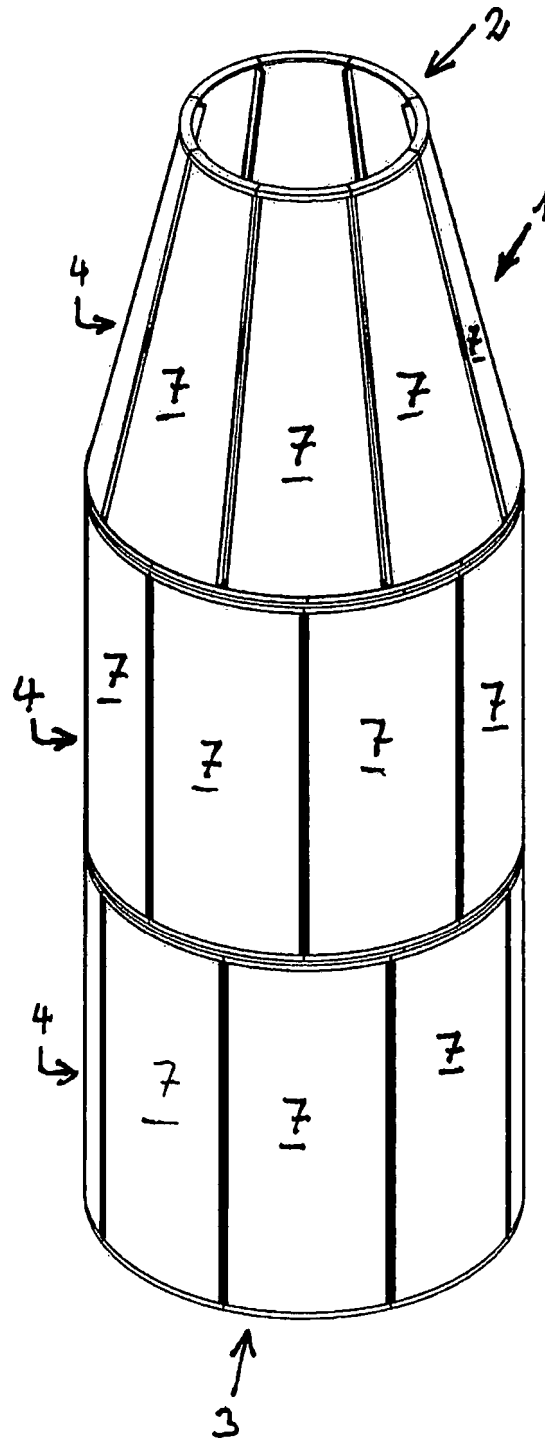


Fig. 1

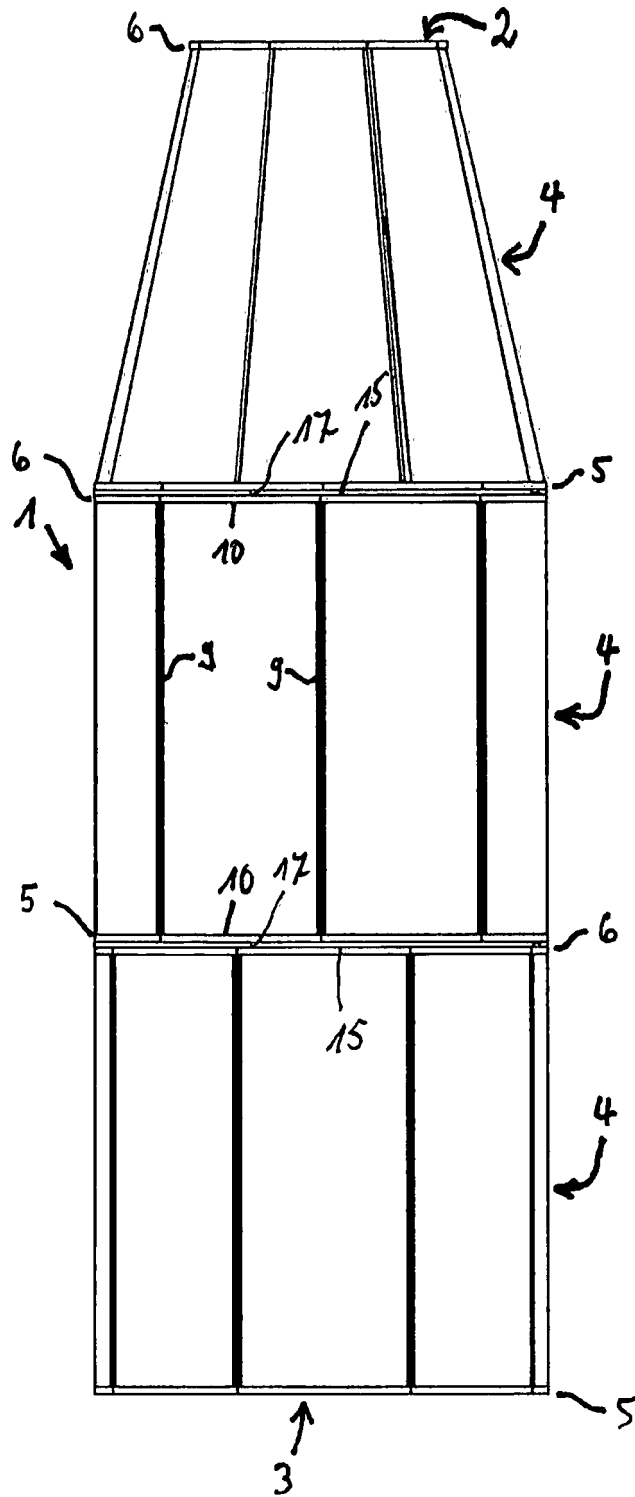
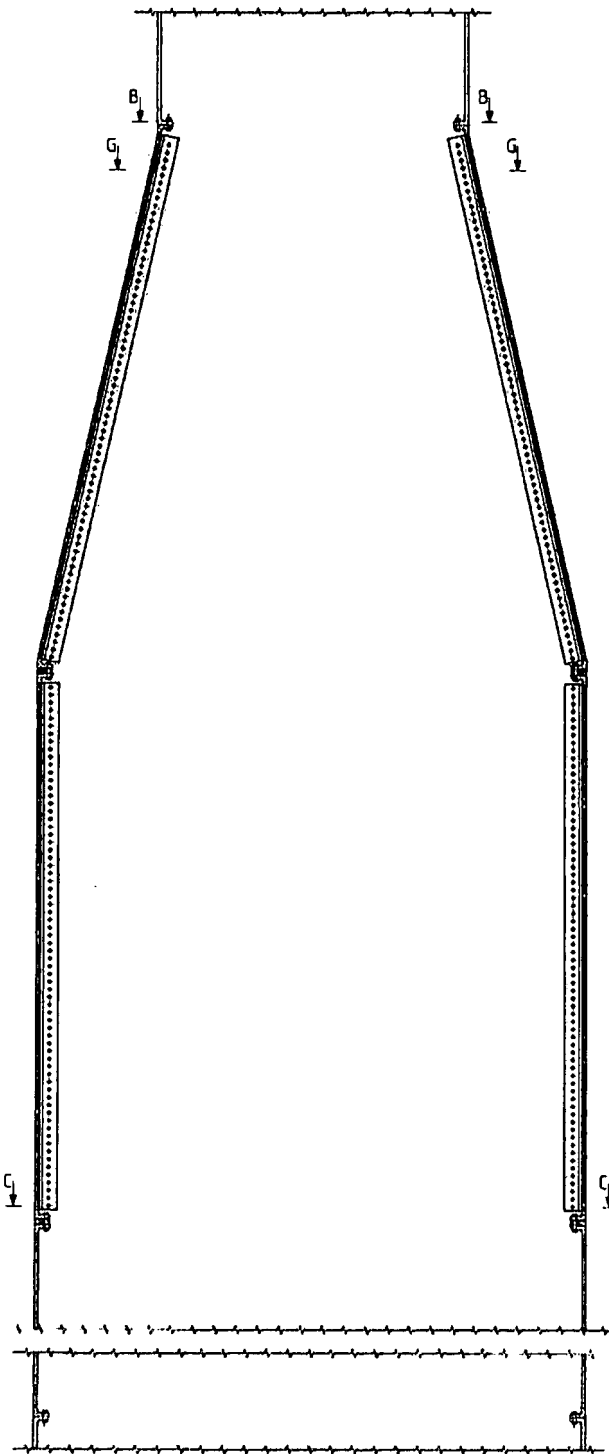


Fig. 2



SCHNITT A-A  
125

Fig. 3

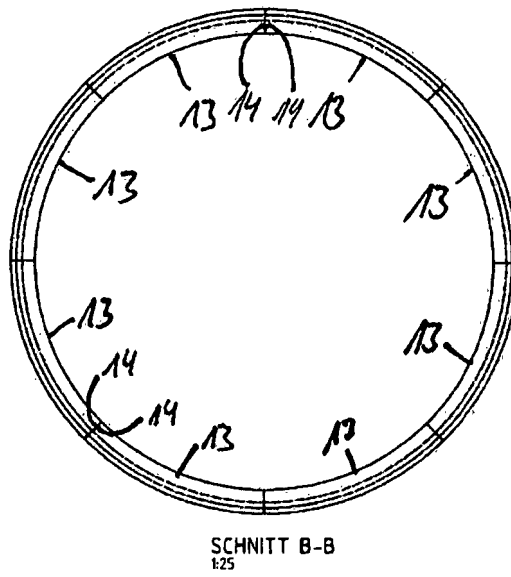


Fig. 4

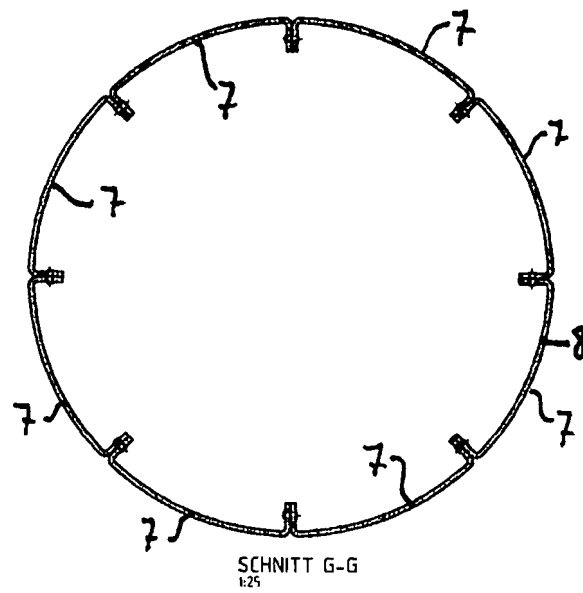


Fig. 5

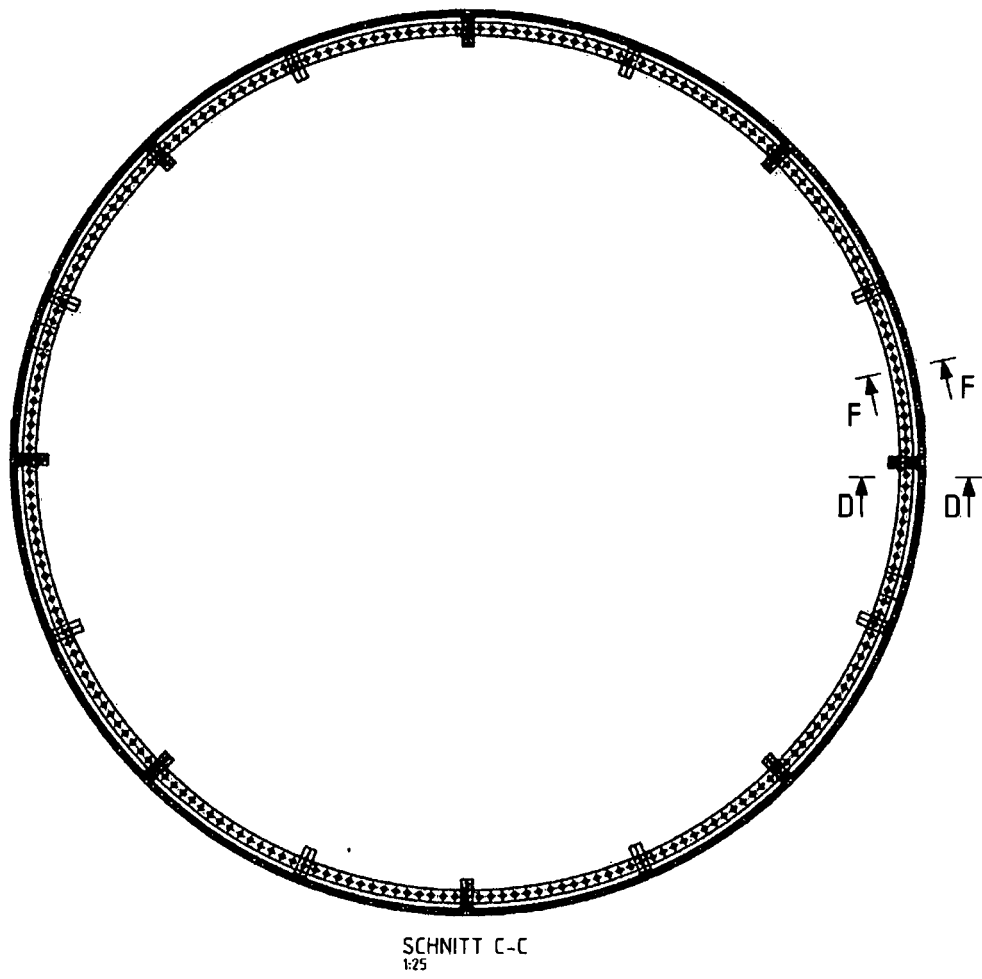


Fig. 6



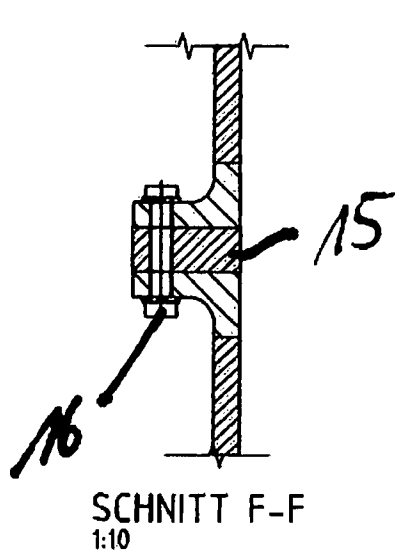


Fig. 7

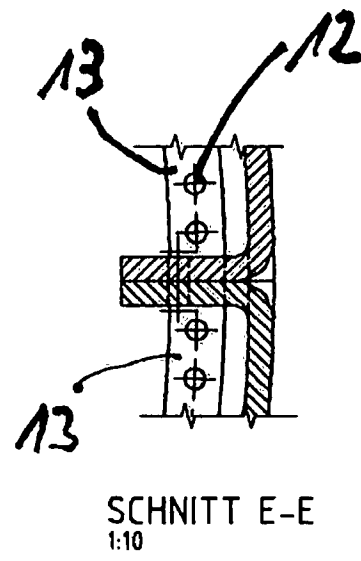


Fig. 8

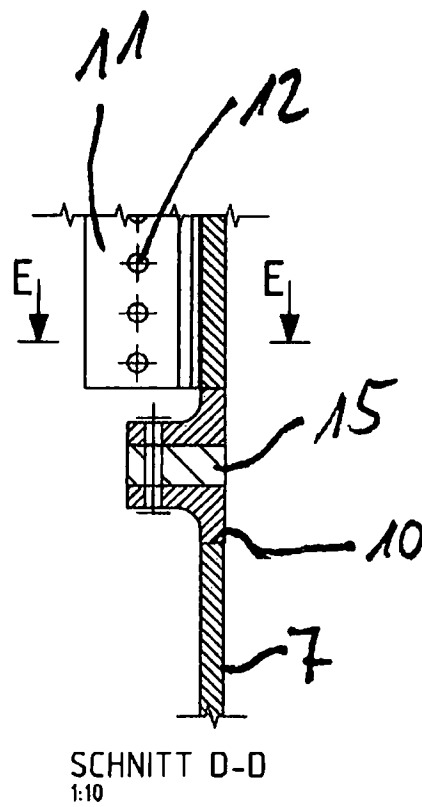


Fig. 9

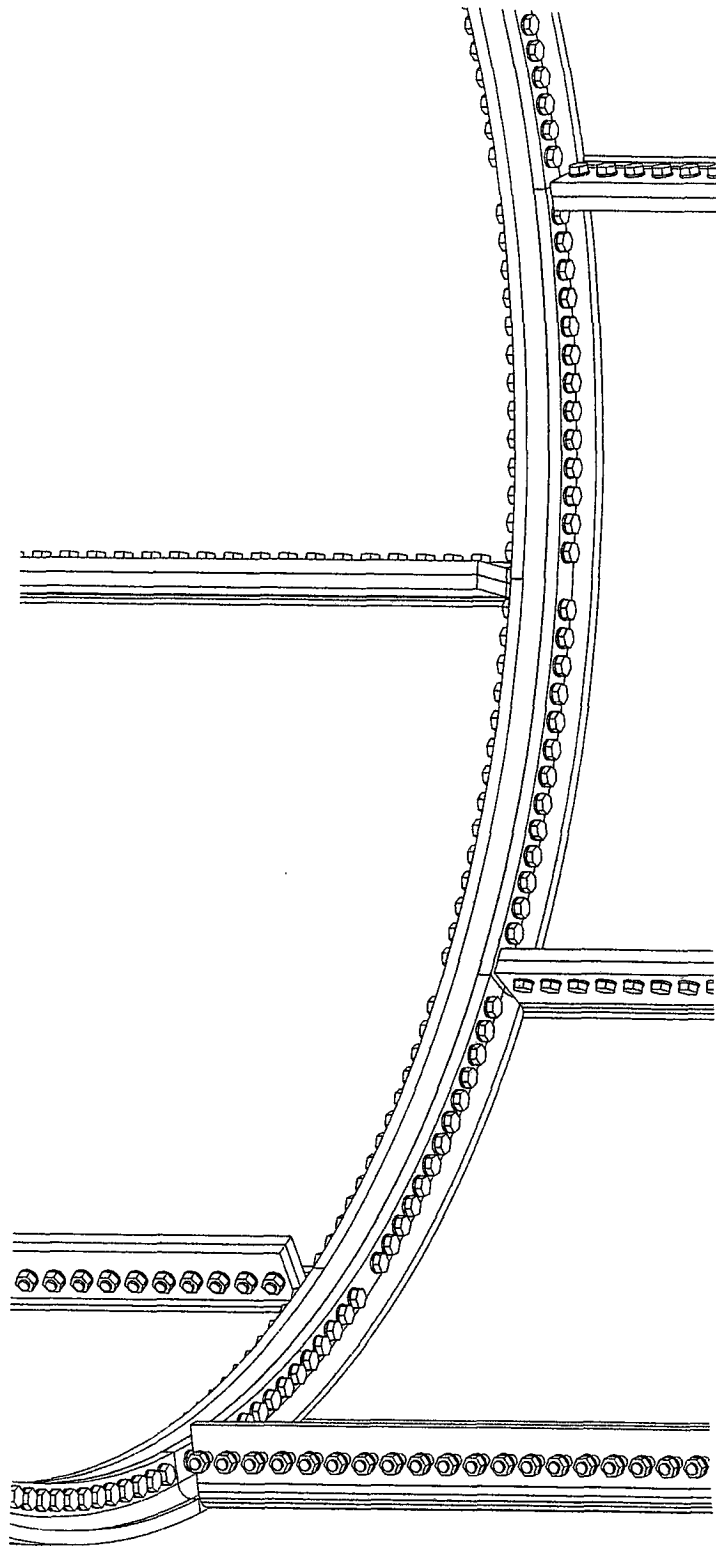
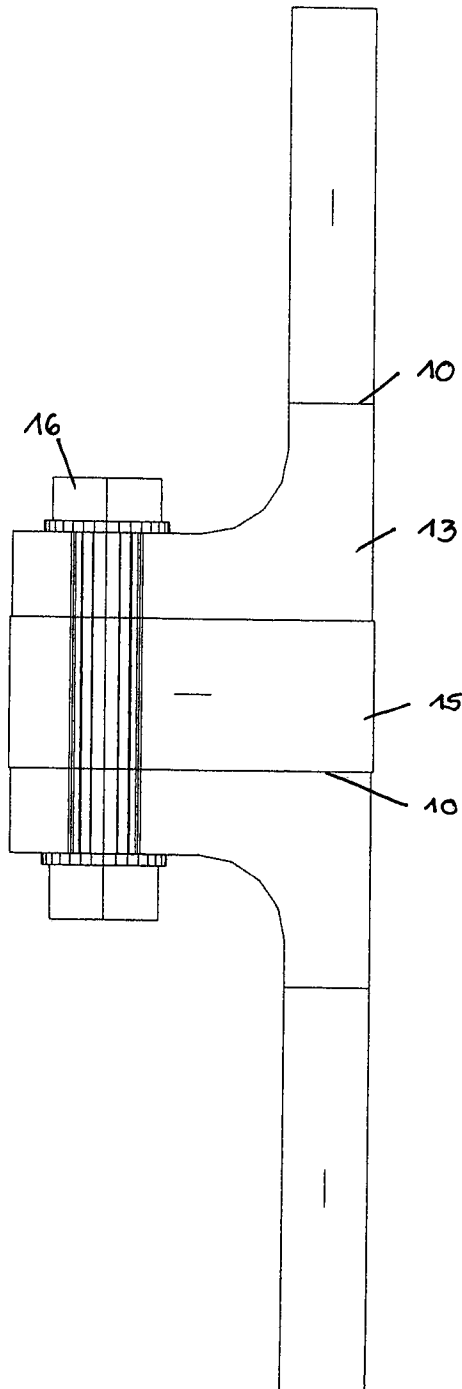


Fig. 10

Fig. 11



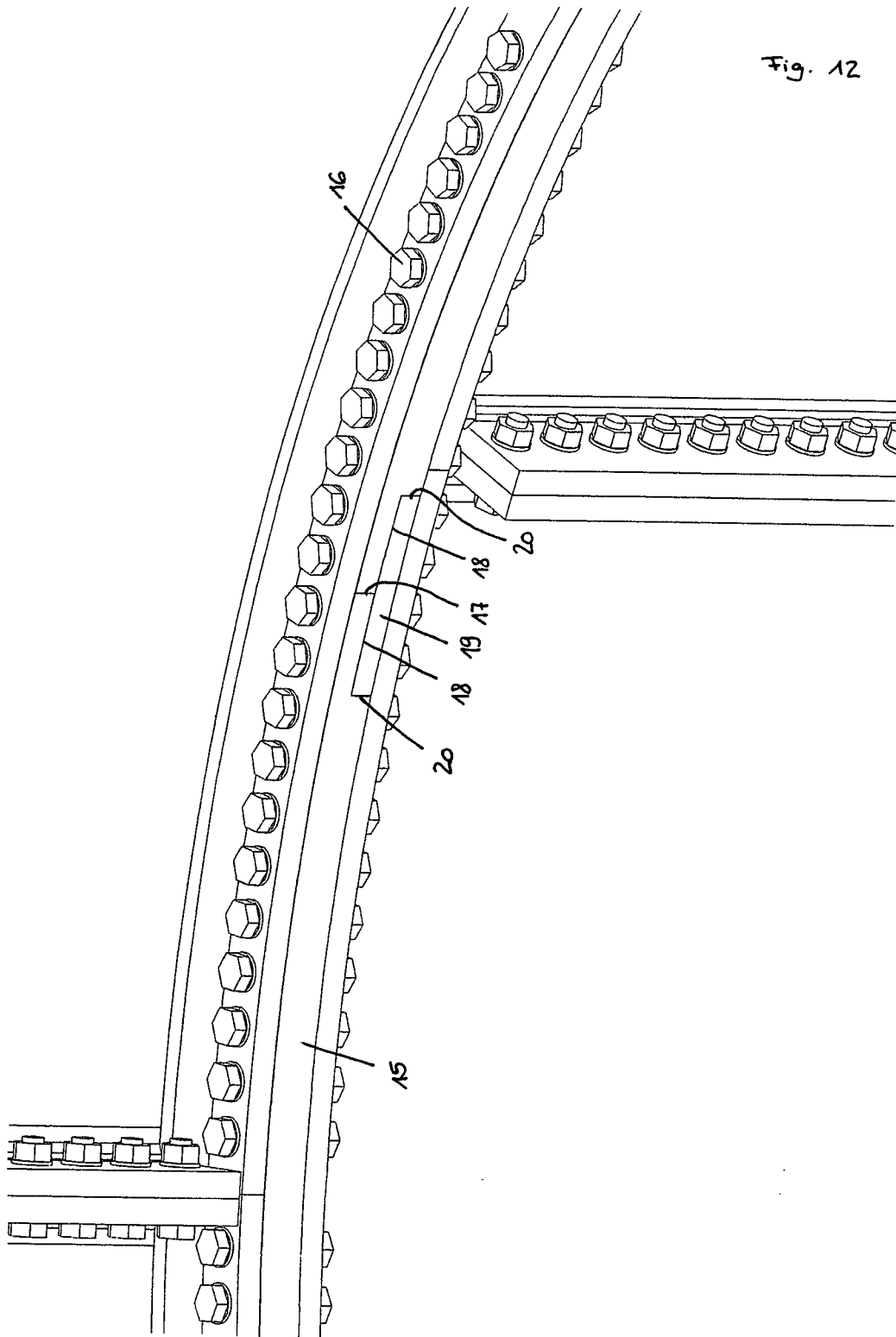
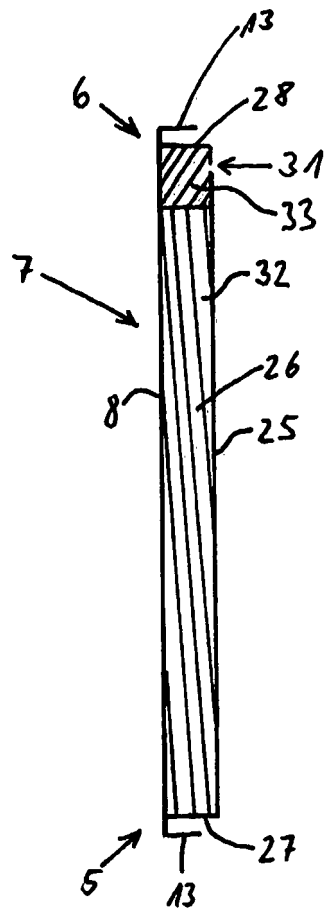


Fig. 12



*Fig. 13*

