



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 016 892.3**

(22) Anmeldetag: **08.04.2009**

(43) Offenlegungstag: **14.10.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F03D 11/04** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Nordex Energy GmbH, 22848 Norderstedt, DE**

(74) Vertreter:  
**Hauck Patent- und Rechtsanwälte, 20354  
Hamburg**

(72) Erfinder:  
**Jakubowski, Alexander, Dr.-Ing., 46236 Bottrop,  
DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

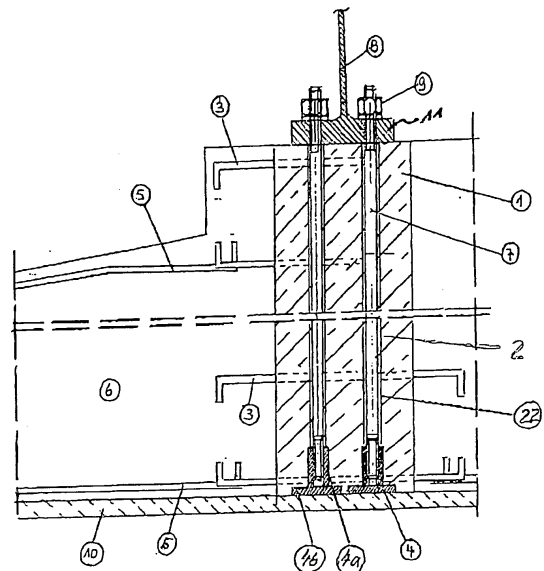
<b>DE</b>	<b>23 04 132</b>	<b>A</b>
<b>DE</b>	<b>20 2005 016646</b>	<b>U1</b>
<b>US</b>	<b>58 26 387</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>53 79 563</b>	<b>A</b>

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur lösbaren Verbindung eines Turmabschnitts mit einem Fundament einer Windenergieanlage**

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung zur lösbaren Verbindung eines Turmabschnitts einer Windenergieanlage mit einem Fundament, die mindestens ein Verankerungsbauteil aufweist, das zur Verbindung mit einem unteren Turmabschnitt der Windenergieanlage in einem Betonkörper angeordnet ist, wobei das mindestens eine Verankerungsbauteil mindestens eine Bohrung zur Aufnahme eines Ankerbolzens und jeweils eine in der Bohrung angeordnete Ankerhülse besitzt, die ein Innengewinde zum Einschrauben des Ankerbolzens aufweist, und das Verankerungsbauteil mindestens ein Bewehrungselement aufweist, das von dem Verankerungsbauteil absteht.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur lösbaren Verbindung eines Turmabschnitts mit einem Fundament einer Windenergieanlage.

**[0002]** Der Turm einer Windenergieanlage besteht aus mehreren horizontalen Turmabschnitten, die gelegentlich auch als Turmsektionen bezeichnet werden. Der untere Turmabschnitt ist mit als Ankerbolzen ausgebildeten Gewindestangen in einem Stahlbeton-Fundament verankert. Jeder Turmabschnitt kann aus mehreren Wandsegmenten bestehen, die entlang ihrer Umfangsrichtung aneinander verbunden werden und so gemeinsam einen Turmabschnitt bilden.

**[0003]** Aus DE 603 11 894 T2 ist eine Verbindung eines sogenannten Hybridturms bekannt, bei dem rohrförmige Turmabschnitte aus Stahl mit rohrförmigen Turmabschnitten aus verstärktem Beton miteinander verbunden sind. Hierzu wird ein Endbereich des Turmabschnitts aus Stahl in den Turmabschnitt aus Betonmaterial eingelassen. Der eingelassene Endbereich weist dabei Verankerungselemente auf, die den Halt in dem Turmabschnitt verbessern sollen.

**[0004]** Aus DE 20 2005 016 646 U1 ist ein in Beton eingießbares Verankerungsbauteil bekannt. Das Verankerungsbauteil besteht aus einer Ankerhülse, in die ein Ankerbolzen eingebettet ist.

**[0005]** Aus DE 23 041 32 ist eine Befestigungsvorrichtung für Maschinen an Fundamenten bekannt. Hierbei wird eine Verankerungshülse in den Beton eingegossen, wobei ein Schutzrohr beim Eingießen eine Bohrung für einen aufzunehmenden Dehnungsanker freihält.

**[0006]** Aus DE 20 39 26 3 ist eine Ankerhülse für Betonfertigteile bekannt, bei der zwei Hülsen zur Befestigung eines Hebezeugelements in dem Beton eingegossen und mit dem Hebezeug verbunden sind.

**[0007]** Aus DE 20 2006 011 748 U1 ist eine Verankerungsvorrichtung zur Bodenverankerung von Verkehrssignalanlagen des Schienenverkehrs bekannt. In das Betonfertigteilmfundament sind jeweils Ankerbolzen eingelassen, die mit einem ein Gewinde aufweisenden Ende aus dem Betonfertigteilmfundament herausragen.

**[0008]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur lösbaren Verbindung eines Turmabschnitts einer Windenergieanlage an einem Fundamentkörper bereitzustellen.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch

eine Vorrichtung mit den Merkmalen aus Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen bilden den Gegenstand der Unteransprüche.

**[0010]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung dient zur lösbaren Verbindung eines Turmabschnitts mit einem Fundament einer Windenergieanlage. Erfindungsgemäß ist mindestens ein Verankerungsbauteil vorgesehen, das in einem Fundamentkörper zur Verbindung mit einem unteren Turmabschnitt der Windenergieanlage angeordnet ist. Das erfindungsgemäße Verankerungsbauteil besitzt mindestens eine Bohrung zur Aufnahme eines Verankerungsbolzens. In der Bohrung ist jeweils eine Verankerungshülse angeordnet, die ein Innengewinde zum Einschrauben des Ankerbolzens aufweist. Über den in der Verankerungshülse geführten Ankerbolzen kann der untere Turmabschnitt mit dem Verankerungsbauteil verbunden werden. Das Verankerungsbauteil weist mindestens ein Bewehrungselement auf, das bevorzugt in radialer Richtung von dem Verankerungsbauteil absteht. Die radiale Richtung bezieht sich hierbei auf die Krümmung des Verankerungsbauteils. Das Verankerungsbauteil, das in dem Fundamentkörper angeordnet ist, besitzt allgemein eine zylindrische Form, wobei die Mantelfläche des Zylinders in mehrere Zylindersegmente aufgeteilt sein kann. Auch ist es denkbar, einen Konus in Form eines Kegelstumpfes vorzusehen, dessen Mantelfläche dann wiederum in einzelne Kegelsegmente aufgeteilt ist. Das erfindungsgemäße Verankerungsbauteil erlaubt durch die Verwendung einer Verankerungshülse, dass der Ankerbolzen in das Verankerungsbauteil eingeschraubt werden kann. Die von dem Verankerungsbauteil abstehenden Bewehrungselemente erlauben es, das Verankerungsbauteil in den Fundamentkörper einzugießen. Der besondere Vorteil der Erfindung liegt unter anderem darin, dass das Verankerungsbauteil beispielsweise mit eingesetzter Ankerhülse an die Baustelle geliefert werden kann. Hierdurch entfällt eine aufwendige Montage vor Ort. Darüber hinaus können die Ankerbolzen, die in die Ankerhülse eingeschraubt sind, bei Bedarf ausgetauscht werden.

**[0011]** In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verankerungsbauteils weist dieses an seinem Fußabschnitt mindestens zwei Bewehrungselemente auf, von denen mindestens ein erstes Bewehrungselement radial nach innen und mindestens ein zweites Bewehrungselement radial nach außen vorsteht. Aufgabe der Bewehrungselemente ist, beim Eingießen des Verankerungsbauteils in dem Fundamentkörper das Verankerungsbauteil mit einer Hauptbewehrung des Fundamentkörpers zu verbinden. Hierdurch wird das Verankerungsbauteil gleichsam Bestandteil des Fundamentkörpers.

**[0012]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist auch ein zum Turmabschnitt weisender Kopfab-

schnitt des Verankerungsbauteils mit mindestens einem Bewehrungselement ausgestattet, das bevorzugt radial nach außen vorsteht. Auch dieses Bewehrungselement ist dafür vorgesehen, mit der Hauptbewehrung des Fundamentkörpers verbunden zu werden, um so das Verankerungsbauteil bei einem Gießen in dem Fundamentkörper zu sichern.

**[0013]** Bevorzugt besteht jedes Bewehrungselement, das aus dem Verankerungsbauteil vorsteht, aus einem Paar von endseitig abgewinkelten Bewehrungsstäben. Die Bewehrungsstäbe können mit der Hauptbewehrung des Fundamentkörpers verbunden werden, um das Verankerungsbauteil in dem Fundamentkörper zu sichern. Zur Verbindung mit der Hauptbewehrung können die Bewehrungselemente auch andere Formen aufweisen, beispielsweise Stabstähle in Form von geraden Stäben, Haken, Bügeln oder vergleichbaren Formen.

**[0014]** In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Ankerhülse in dem Fußabschnitt des Verankerungsbauteils angeordnet. Mit dieser Anordnung der Verankerungshülse reicht der Ankerbolzen durch das Verankerungsbauteil bis zu dessen Fußabschnitt. Bevorzugt besitzt die Ankerhülse eine Innengewindehülse und eine mit der Innengewindehülse verbundene Scheibe. Die Scheibe steht dabei senkrecht zur Innengewindehülse.

**[0015]** In einer bevorzugten Ausgestaltung ist in der Bohrung ein Hüllrohr vorgesehen, das den Ankerbolzen aufnimmt und sich von der Ankerhülse ausgehend durch die Bohrung erstreckt. Das Hüllrohr stellt sicher, dass der Ankerbolzen frei in der Bohrung gedreht werden kann.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausgestaltung sind jeweils zwei Bohrungen in radialer Richtung nebeneinander in dem Verankerungsbauteil angeordnet. Ein T-förmiger Flansch des unteren Turmsegments kann dann mit beiden T-Schenkeln an dem Verankerungsbauteil befestigt werden. Wenn ein L-förmiger Flansch an dem unteren Turmsegment vorgesehen ist, reicht ein Umfangskreis mit Bohrungen aus.

**[0017]** Bevorzugt bilden mehrere Verankerungsbauteile einen Zylinder oder einen Kegelstumpf, wobei die Verankerungsbauteile über Nut und Feder zwischen den Verankerungsbauteilen aneinander ausgerichtet und/oder miteinander verbunden sind.

**[0018]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigt:

**[0019]** [Fig. 1](#) ein Fundament für eine Windenergieanlage mit dem erfindungsgemäßen Verankerungssystem,

**[0020]** [Fig. 2](#) eine Draufsicht auf vier Verankerungsbauteile,

**[0021]** [Fig. 3](#) einen Schnitt entlang der Linie A-A aus [Fig. 2](#),

**[0022]** [Fig. 4](#) einen Schnitt entlang der Linie B-B aus [Fig. 2](#) und

**[0023]** [Fig. 5](#) eine Ankerhülse im Detail.

**[0024]** [Fig. 1](#) zeigt einen Schnitt durch das erfindungsgemäße Verankerungssystem. Das Verankerungssystem weist ein Verankerungsbauteil **1** auf, das als bewehrtes Betonfertigteil ausgebildet ist. Wie in [Fig. 2](#) zu erkennen, bilden jeweils vier Verankerungsbauteile einen Kreiszyylinder. Neben der dargestellten Ausführung, dass das Verankerungsbauteil sich über einen Viertelkreisbogen erstreckt, sind auch Ausgestaltungen möglich, bei denen sich die Verankerungsbauteile über einen Halbkreis oder beliebig anders über Kreisabschnitte erstreckt. Grundsätzlich ist es auch möglich, dass ein Verankerungsbauteil direkt Zylinderform besitzt. Das Verankerungsbauteil ist aus einem bewehrten Fertigbetonteil hergestellt und kann in dieser Form an die Baustelle angeliefert werden.

**[0025]** Jedes Verankerungsbauteil besitzt Bohrungen **2** (vgl. [Fig. 2](#)), die sich durch das Verankerungsbauteil in Längsrichtung des Zylinders erstrecken.

**[0026]** Seitlich stehen aus dem Verankerungsbauteil **1** Bewehrungselemente **3** vor. Im Fußbereich des Verankerungsbauteils stehen die Bewehrungselemente sowohl radial nach innen als auch radial nach außen vor. Im Kopfbereich stehen die Bewehrungselemente radial nach außen vor. Wie in [Fig. 4](#) zu erkennen, besteht jedes Bewehrungselement **3** aus einer U-förmigen Anordnung, deren freie Enden nach innen gebogen sind.

**[0027]** Im Fußbereich des Verankerungsbauteils **1** ist am Ende jeder Bohrung **2** eine Ankerhülse **4** vorgesehen, die eine Innengewindehülse **4a** und eine Scheibe **4b** aufweist. Jede Scheibe kann fest mit der Innengewindehülse verbunden oder einstückig an diese angedreht sein.

**[0028]** In einem Betonkörper **6**, der einen Teil des Fundamentkörpers bildet, ist die Hauptbewehrung **5** des Betonkörpers in [Fig. 1](#) dargestellt. Alternativ ist es auch möglich, dass der Betonkörper den gesamten Fundamentkörper bildet. Die Hauptbewehrung **5** wird mit den Bewehrungselementen **3**, die aus dem Verankerungsbauteil vorstehen, verbunden. Beim Gießen des Betonkörpers **6**, wird das Verankerungsbauteil **1** eingegossen. Durch die Verbindung der Bewehrungselemente mit der Hauptbewehrung ist das Verankerungsbauteil in dem Betonkörper gesichert.

**[0029]** Auf das Verankerungsbauteil **1** wird ein unterer Abschnitt des Turms der Windenergieanlage aufgesetzt. Der Turm im Abschnitt **8** ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel als Stahlurmabschnitt ausgebildet, der einen unteren T-Flansch **11** besitzt. Der T-Flansch **11** besitzt zwei Bohrungen zur Aufnahme der Ankerbolzen **7**. Der Ankerbolzen **7** ist durch den Flansch **11** und die Bohrung **2** in der Ankerhülse **4** verschraubt. Um beim Gießen des Verankerungsbauteils oder des Betonkörpers sicher zu stellen, dass die Bohrung **2** für den Ankerbolzen frei bleibt, ist ein Kunststoff-Hüllrohr **22** in der Bohrung **2** angeordnet.

**[0030]** Über eine Mutter **9** wird der Ankerbolzen **7** verschraubt mit einer drehmomentgesteuerten Vorspannung.

**[0031]** Der Betonkörper **6** und das Verankerungsbauteil **1** stehen auf einer Schicht **10** aus unbewehrtem Beton (Ortbeton).

**[0032]** [Fig. 2](#) mit den Schnittdarstellungen in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) verdeutlicht den Aufbau des Verankerungsbauteils. Hierbei ist deutlich zu erkennen, dass die Bohrungen **2** in regelmäßigen Abständen entlang dem Umfang des Verankerungsbauteils angeordnet sind. [Fig. 3](#) zeigt den Schnitt entlang der Linie A-A mit geschnittenen Bohrungen **2**. [Fig. 4](#) zeigt den Schnitt entlang der Linie B-B aus [Fig. 2](#). Deutlich zu erkennen ist, dass die Bewehrungselemente **3** stets abwechselnd mit den Bohrungen **2** angeordnet sind. In [Fig. 2](#) ist beispielhaft lediglich ein nach innen hervorstehendes und ein nach außen vorstehendes Bewehrungselement **3** gezeichnet. Bewehrungselemente **3** können dabei jeweils zwischen den Bohrungen **2** vorgesehen oder in vorbestimmten Winkelabständen zwischen den Bohrungen **2** angeordnet sein.

**[0033]** Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, die Ankerbolzen in einem Betonkörper **6** zu verankern und bei Bedarf austauschen zu können. Hierdurch werden kompakte Bauteilabmessungen und eine direkte Lasteinleitung in ein Hauptelement der Fundamentkonstruktion erzielt. Gleichzeitig ist ein Austausch der Ankerbolzen im Schadensfall, beispielsweise bei einem Sprödbruch, bei Ermüdungsrissen, bei Korrosion, bei unsachgemäßer Montage oder bei Verformung jederzeit möglich. Auch Toleranzen in den Ankerbolzenlängen oder in den Höhenpositionen der Hülsen können bei dem erfindungsgemäßen System ausgeglichen werden. Die Ankerhülsen sind im Fußabschnitt des Verankerungsbauteils einbetoniert. Die Scheibe **4b** der Ankerhülsen bewirkt dabei eine Lasteinleitung in den Beton. Die Innengewindehülsen **4a** können zylindrisch geformt sein, so wie in dem Ausführungsbeispiel dargestellt oder eine andere äußere Geometrie besitzen. Ferner ist es möglich, die Innengewindehülse **4a** an einem oder mehreren Bewehrungsstäben (nicht dargestellt) des

Verankerungsbauteils anzuschweißen. Über die so angeschlossenen Bewehrungsstäbe kann die Ankerhülse in einem gewissen Rahmen noch vor oder während der Betonierphase positioniert werden.

**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**

- DE 60311894 T2 [\[0003\]](#)
- DE 202005016646 U1 [\[0004\]](#)
- DE 2304132 [\[0005\]](#)
- DE 2039263 [\[0006\]](#)
- DE 202006011748 U1 [\[0007\]](#)

**Patentansprüche**

1. Vorrichtung zur lösbaren Verbindung eines Turmabschnitts einer Windenergieanlage mit einem Fundament, die mindestens ein Verankerungsbauteil (1) aufweist, das zur Verbindung mit einem unteren Turmabschnitt (8) der Windenergieanlage in einem Betonkörper (6) angeordnet ist, wobei das mindestens eine Verankerungsbauteil (1) mindestens eine Bohrung (2) zur Aufnahme eines Ankerbolzens (7) und jeweils eine in der Bohrung (2) angeordnete Ankerhülse (4) besitzt, die ein Innengewinde zum Einschrauben des Ankerbolzens (7) aufweist, und das Verankerungsbauteil (1) mindestens ein Bewehrungselement (3) aufweist, das von dem Verankerungsbauteil (1) absteht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Fußabschnitt des Verankerungsbauteils (1) mindestens zwei Bewehrungselemente (3) vorgesehen sind, von denen mindestens ein erstes Bewehrungselement radial nach innen und mindestens ein zweites Bewehrungselement radial nach außen vorsteht.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass an einem zum Turmabschnitt weisenden Kopfabschnitt des Verankerungsbauteils (1) mindestens ein Bewehrungselement (3) vorgesehen ist, das radial nach außen vorsteht.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Bewehrungselement (3) aus einem Paar von Bewehrungsstäben besteht.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ankerhülse (4) in dem Fußabschnitt des Verankerungsbauteils (1) angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ankerhülse (4) eine Innengewindehülse (4a) und eine mit der Innengewindehülse (4a) verbundene Scheibe (4b) aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in der Bohrung (2) ein Hüllrohr (22) vorgesehen ist, das den Ankerbolzen (7) aufnimmt und sich von der Ankerhülse ausgehend durch die Bohrung (2) erstreckt.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Bohrungen (2) in radialer Richtung in dem Verankerungsbauteil nebeneinander angeordnet sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Lochkreis mit

Bohrungen (2) in dem Verankerungsbauteil vorgesehen ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Verankerungsbauteile (1) einen Zylinder oder einen Konus bilden, wobei die Verankerungsbauteile über Nut und Feder aneinander angeschlossen sind.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

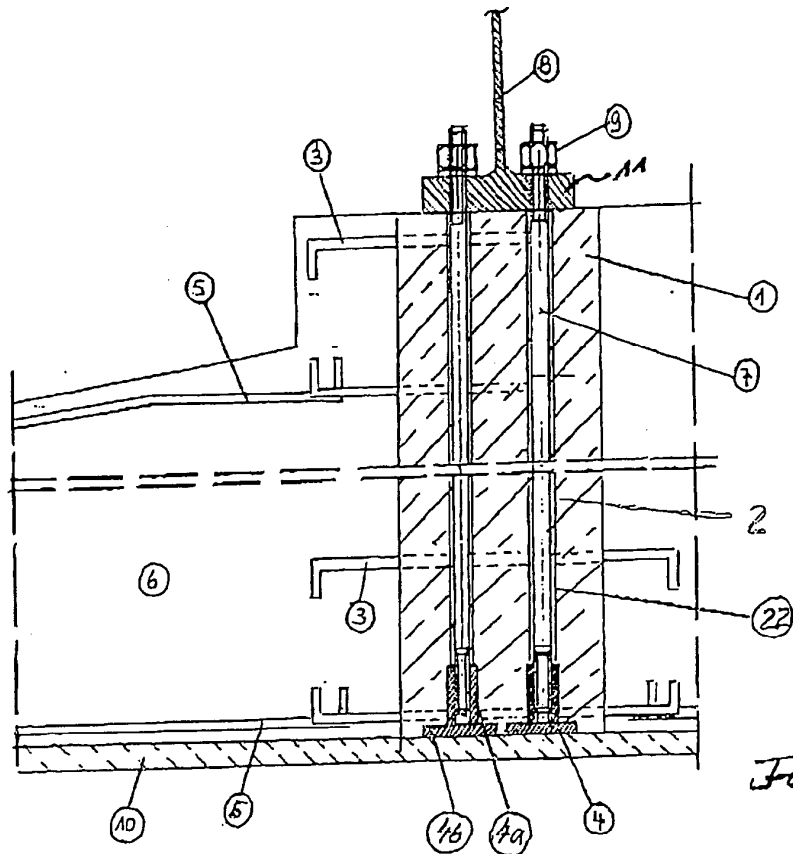


Fig. 1

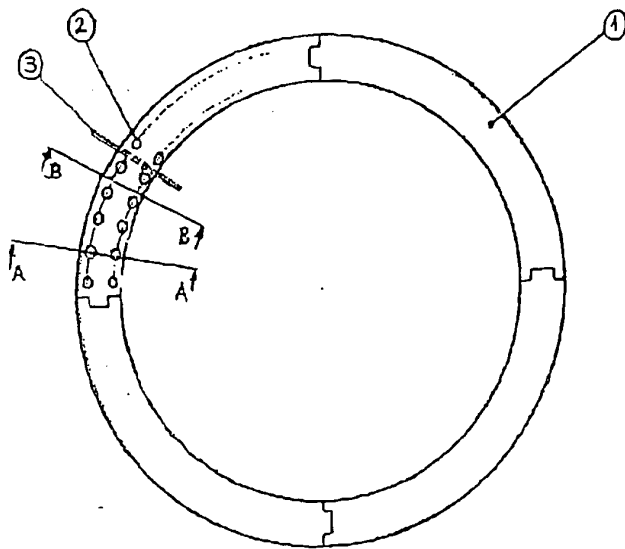


Fig. 2

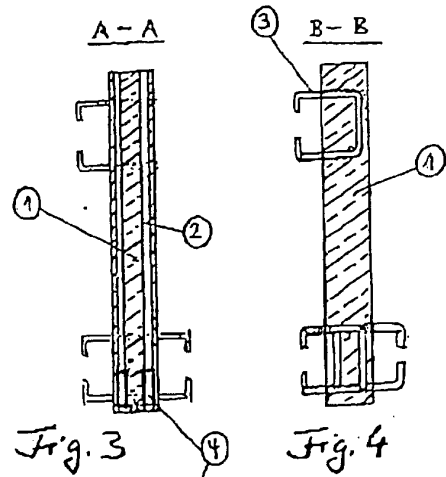


Fig. 3

Fig. 4

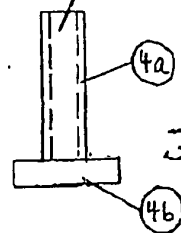


Fig. 5