

(19)



(11)

**EP 3 061 872 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**31.08.2016 Patentblatt 2016/35**

(51) Int Cl.:  
**E02D 27/42<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **15156696.5**

(22) Anmeldetag: **26.02.2015**

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

(71) Anmelder: **WPT Nord GmbH**  
**24159 Kiel (DE)**

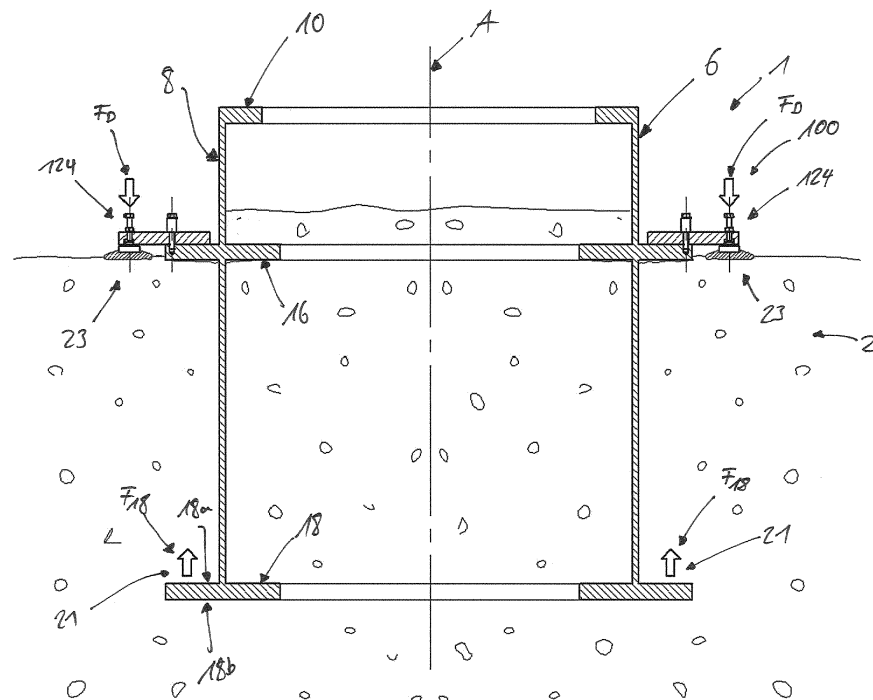
(72) Erfinder: **Thomsen, Ralf**  
**24229 Sprengel (DE)**

(74) Vertreter: **Grünecker Patent- und Rechtsanwälte  
PartG mbB**  
**Leopoldstraße 4**  
**80802 München (DE)**

(54) **VORRICHTUNG ZUM SICHERN, INSBESONDERE SANIEREN, EINES FUNDAMENTS BEI WINDENERGIEANLAGEN, SOWIE FUNDAMENT UND VERFAHREN ZUR SANIERUNG**

(57) Die Erfindung betrifft Sicherungs-Vorrichtung (100) zum zusätzlichen Sichern eines Fundaments (1), welches ein in einen Betonkörper (2) eingebautes Fundamenteinbauteil (6) zur Aufnahme eines Bauwerks (14), insbesondere eines Turms einer Windenergieanlage aufweist, wobei die Sicherungs-Vorrichtung (100) wenigstens einen Sicherungskörper (102, 104, 106) mit einem Befestigungsabschnitt (108, 110, 112) und einem

Stützabschnitt (114, 116, 118) aufweist. Der Befestigungsabschnitt (108, 110, 112) ist erfindungsgemäß zur Befestigung des Sicherungskörpers (102, 104, 106) an dem Fundamenteinbauteil (6) und der Stützabschnitt (114, 116, 118) zum Einleiten von Fundamentkräften in einen vom Fundamenteinbauteil (6) entfernten Abschnitt (23) des Betonkörpers (2) ausgebildet. Die Erfindung betrifft ferner ein Fundament sowie ein Verfahren.

**Fig. 7****EP 3 061 872 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Sicherungs-Vorrichtung zum zusätzlichen Sichern eines Fundaments, welches ein in einen Betonkörper eingebautes Fundamenteinbauteil zur Aufnahme des Bauwerks, insbesondere eines Turms einer Windenergieanlage (WEA) aufweist. Die Erfindung betrifft ferner ein Fundament für ein solches Bauwerk, insbesondere einen Turm einer Windenergieanlage mit einem Betonkörper und einem in den Betonkörper eingebauten Fundamenteinbauteil, welches einen im Wesentlichen zylindrischen Grundkörper aufweist, an dem sich wenigstens ein Ringflansch erstreckt, der als axiale Verankerung des Fundamenteinbauteils in den Betonkörper dient, wobei das Fundamenteinbauteil mit seiner Zentralachse im Wesentlichen vertikal ausgerichtet eingebaut ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Sichern eines Fundaments für ein Bauwerk, insbesondere einen Turm einer Windenergieanlage.

**[0002]** Der Bedarf an Aufbau von Windenergieanlagen steigt, nicht zuletzt aufgrund der sogenannten Energiewende, stetig. Dabei steigen sowohl die Turmhöhen als auch die Leistung der Windenergieanlagen stetig an, wodurch auch die Anforderungen an Fundamente erhöht werden. Die Fundamente müssen dabei nicht nur das hohe Gewicht aufnehmen, sondern insbesondere auch dynamischen Belastungen standhalten. Der Kraftangriff durch den Wind erfolgt in Nabenhöhe der Windenergieanlage und erzeugt ein Moment am Turmfuß. Dieses Moment muss durch das Fundament aufgenommen werden. Gleichzeitig schwankt dieses Moment mit Rotationen der Turbine, wodurch eine schwingende Belastung in dem Fundament hervorgerufen wird.

**[0003]** Übliche Fundamente für Windenergieanlagen weisen ein Fundamenteinbauteil auf, welches in einen Betonkörper eingegossen ist. Das Fundamenteinbauteil ist in der Regel aus Stahl gebildet und der Beton ist mittels Stahlbewehrungen verstärkt. Das Fundamenteinbauteil weist in der Regel einen im Wesentlichen zylindrischen oder rohrförmigen Grundkörper auf, an dem sich zwei Ringflansche axial beabstandet voneinander erstrecken. Beide Ringflansche werden in den Betonkörper eingebaut, und zwar so, dass die Zentralachse des zylindrischen Grundkörpers im Wesentlichen vertikal ausgerichtet ist. Ein oberes Ende des Fundamenteinbauteils liegt oberhalb der Oberfläche und weist einen Anschlussflansch auf. An diesen Anschlussflansch wird der Turm der Windenergieanlage angeflanscht. In der Regel wird zwischen den beiden Ringflanschen äußerlich um das Fundamenteinbauteil ein Bewehrungskäfig vorgesehen. Der untere Ringflansch dient dann dazu die auftretenden Momente (insb. auf der windzugewandten Seite) als Druckkräfte nach oben hin in den Betonkörper einzuleiten, und der obere Ringflansch stützt sich von oben auf den darunterliegenden Abschnitt des Betons ab. Eine übliche Belastungssituation ist in Fig. 1 gezeigt.

**[0004]** Aufgrund dieses Einbaus und der beschriebenen

Belastung ergeben sich verschiedene Probleme. Ein bekanntes Problem, das unmittelbar mit dem Einbau zusammenhängt, liegt im Schrumpfen des Betons beim Abbinden begründet. Jeder Beton unterläuft beim Abbinden einer, wenn auch geringen, Schrumpfung, sodass es in axialer Richtung entlang des Fundamenteinbauteils zwischen den beiden Ringflanschen zu Kammern oder Spalten kommen kann. Hierdurch können sich sowohl der untere Ringflansch nicht mehr ausreichend nach oben hin und der obere Ringflansch nicht mehr ausreichend nach unten abstützen. Hierdurch ist das Fundamenteinbauteil mit einem leichten Spiel ausgestattet, was zu einer Bewegung des gesamten Bauwerks bei Belastung führt.

**[0005]** Weitere bekannte Probleme sind Rissbildungen aufgrund von Ermüdung, die teilweise durch fehlerhaften Einbau (Bildung von Kavitäten) oder auch fehlerhafte Ausführung von Betonfugen begünstigt werden.

**[0006]** Zur Behebung solcher Fehler, sind bereits verschiedene Konzepte bekannt. Beispielsweise wird von Bosse in dem Magazin "Erneuerbare Energien", Februar 2009, Seiten 24 bis 30, vorgeschlagen, das gesamte Bauwerk samt Fundamenteinbauteil mittels hydraulischer Pressen anzuheben, und den oberen Ringflansch mit einem quellfähigen schnellabbindenden Betonersatzsystem zu unterfüttern. Hohlräume sollten mit Kunstharzen, die mit hohem Druck verpresst bei niedriger Viskosität in feinste Hohlräume gelangen können, verfüllt werden. Nachteilig hieran allerdings ist, dass derartige Betonersatzsysteme in der Regel auf einer Expansion durch Gasblaseneinschlüsse basieren, wodurch ein solches Material eine nur geringe Druckfestigkeit aufweist, und nicht dauerhaft ist. Durch den Einsatz eines solchen Materials kann zwar eine kurzzeitige Verbesserung der Situation erreicht werden, allerdings ist dies in der Regel nicht dauerhaft.

**[0007]** Ein ähnliches Sanierungskonzept ist von der Firma Vestas Wind System A/S bekannt. Von dieser wird je nach Schadensart ein dreistufiges Verfahren vorgeschlagen. Zunächst werden zum Fundamenteinbauteil schräg verlaufende Injektionsbohrungen sowohl radial außerhalb als auch radial innerhalb des Fundamenteinbauteils vorgesehen, um Beton zum unteren Flansch zu injizieren. Teilweise wird radial außerhalb des oberen Flansches dieser freigelegt, und der Beton vollständig ausgetauscht. Schließlich können zusätzlich am oberen Ringflansch, diesen weiter abstützend, zwischen der unteren Oberfläche des Ringflansches und dem Betonkörper Hydraulikpressen zum Anheben des Turms vorgesehen werden, die aber nur während der Reparaturdauer das Fundamenteinbauteil samt Bauwerk auf Position halten und später nach Verfüllen mit Beton wieder ausgebaut werden. Dies sind jedoch sehr aufwendige Verfahren, die zudem durch das Einbringen der Injektionsbohrungen den Betonkörper zusätzlich schwächen.

**[0008]** Ferner haben alle bekannten Sanierungskonzepte gemein, dass diese erst eingesetzt werden oder eingesetzt werden können, wenn der Schaden bereits

eingetreten ist. Prophylaktisch lassen sich diese Konzepte kaum oder gar nicht umsetzen.

**[0009]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher eine Sicherungs-Vorrichtung, ein Fundament und ein Verfahren der vorgenannten Art anzugeben, die sowohl prophylaktisch als auch zur Sanierung von defekten Fundamenten genutzt werden kann und eine dauerhafte, kostengünstige Lösung zur Sicherung der Sanierung eines Fundaments eines Bauwerks bieten. Dabei soll insbesondere auf zusätzliches Einbringen von Beton oder Betonersatz verzichtet werden.

**[0010]** Bei einer Sicherungsvorrichtung der eingangs genannten Art zum zusätzlichen Sichern eines Fundaments wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst, also insbesondere durch wenigstens einen Sicherungskörper mit einem Befestigungsabschnitt und einem Stützabschnitt, wobei der Befestigungsabschnitt zur Befestigung des Sicherungskörpers an dem Fundamenteinbauteil ausgebildet ist und der Stützabschnitt zum Einleiten von Fundamentkräften in einen vom Fundamenteinbauteil entfernten Abschnitt des Betonkörpers ausgebildet ist.

**[0011]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass ein Fundament dadurch zusätzlich gesichert werden kann, indem Fundamentkräfte in durch das Fundamenteinbauteil selbst nicht oder wenig belastete Bereiche eingeleitet werden. Es hat sich gezeigt, dass der Bereich des Betonkörpers am stärksten belastet ist, der sich in axialer Richtung oberbeziehungsweise unterhalb der Ringflansche des Fundamenteinbauteils oder direkt benachbart erstreckt. Bereiche, die entfernt vom Fundamenteinbauteil liegen, sind dagegen oft im Wesentlichen unbelastet. Daher bieten sich solche Abschnitte des Betonkörpers an, um in diese zusätzlich wenigstens einen Teil der Fundamentkräfte einzuleiten.

**[0012]** Als entfernter Abschnitt des Betonkörpers im Sinne der Erfindung wird ein Abschnitt verstanden, der sich um das Fundamenteinbauteil herum erstreckt, vorzugsweise radial außerhalb, und axial benachbart zu etwaigen Ringflanschen oder anderen am Fundamenteinbauteil vorhandenen Verankerungselementen angeordnet ist. Vorzugsweise ist der entfernte Abschnitt etwa 10 cm bis 80 cm, bevorzugt 30 cm bis 60 cm, besonders bevorzugt etwa 40 cm in radialer Richtung von einem Ringflansch oder einem anderen Verankerungselement des Fundamenteinbauteils entfernt. Bevorzugt ist ein Durchmesser des entfernten Bereichs etwa 1,3 bis 2,5 fach, insbesondere 1,5 bis 2,0 fach, besonders bevorzugt etwa 1,7 fach des Durchmessers des Fundamenteinbauteils. Dieses Maß kann auch abhängig sein von der genauen Dimension einer Bewehrung im Beton, der Stützkräfte aufnehmen soll.

**[0013]** Besonders bevorzugt wird die Sicherungsvorrichtung als Sanierungsvorrichtung zum Sanieren eines schadhafte Fundaments eingesetzt. Sind bei einem Fundament bereits die oben beschriebenen Schäden aufgetreten, und haben sich beispielsweise Kavitäten oder Spalten axial benachbart der Ringflansche des Fun-

damenteinbauteils gebildet, wird die erfindungsgemäße Sicherungsvorrichtung vorzugsweise zum Sanieren eines derartigen Fundaments eingesetzt. Dabei dient der Stützabschnitt bevorzugt zum Einleiten von Fundamentkräften in einen vom Fundamenteinbauteil entfernten Abschnitt des Betonkörpers, der intakt ist. Als intakter Abschnitt des Betonkörpers wird ein Abschnitt verstanden, der noch keine oder keine wesentlichen Ermüdungerscheinungen hat, und in dem keine fehlerhaften Betonfugen oder Risse vorhanden sind.

**[0014]** Die Erfindung ist nicht auf den Einsatz bei Windenergieanlagen beschränkt, auch wenn sie hier besonders vorteilhaft und auf wirtschaftliche Art und Weise eingesetzt werden kann. Vielmehr kann eine erfindungsgemäße Sicherungsvorrichtung zum zusätzlichen Sichern eines Fundaments auch bei ähnlichen Belastungssituationen ähnlichen Fundamenten, die ein in einen Betonkörper eingebautes Fundamenteinbauteil aufweisen, eingesetzt werden. Bauwerke, die an einem solchen Fundamenteinbauteil befestigt werden, umfassen etwa, sind jedoch nicht beschränkt auf, Maschinen, insbesondere Abkantanlagen, Großmaschinen, Pressen, Strommasten, Sendemasten, Brückenpfeiler, Gebäudepfeiler und dergleichen. Besonders vorteilhaft ist der Einsatz der Sicherungsvorrichtung bei dynamisch belasteten Fundamenten. Der Betonkörper ist vorzugsweise als Stahlbetonkörper ausgebildet und dazu ausgelegt, Fundamentkräfte aufzunehmen. Bevorzugt sind auch andere Betonarten, wie etwa Spannbeton, faserverstärkter Beton, Textilbeton, Reaktionsbeton und Ähnliches.

**[0015]** In einer ersten bevorzugten Ausführungsform ist ein maximaler Außendurchmesser des Sicherungskörpers größer als ein maximaler Außendurchmesser des Fundamenteinbauteils. Vorzugsweise ist ein maximaler Außendurchmesser des Sicherungskörpers größer als ein maximaler Außendurchmesser eines oberen Ringflansches oder eines anderen Verankerungselement des Fundamenteinbauteils. Vorzugweise ist der maximale Außendurchmesser des Sicherungskörpers um wenigstens 5%, wenigstens 10%, wenigstens 15%, wenigstens 20% größer als der maximale Außendurchmesser des Fundamenteinbauteils.

**[0016]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Sicherungskörper als Ringsegment ausgebildet, insbesondere als Halb-, Drittel-, oder Viertelringsegment. Diese Ausführungsform ist besonders bevorzugt, wenn das Fundamenteinbauteil eine zylindrische Grundform hat. Bei einem rechteckigen Fundamenteinbauteil sind bevorzugt entsprechend winklige Sicherungskörper vorgesehen. Das Gleiche gilt für Fundamenteinbauteile, die eine Polyгонgrundform haben, beispielsweise sechseckig oder achteckig, bei denen entsprechend ebenso winklige Sicherungskörper vorgesehen sind. Ist der Sicherungskörper als Ringsegment ausgebildet, ist die Montage wesentlich vereinfacht. Beispielsweise ist der Sicherungskörper als Halbringsegment ausgebildet. Bei einem solchen Fall werden vorzugsweise zwei Sicherungskörper für die erfindungs-

gemäße Sicherungsvorrichtung verwendet, um gemeinsam einen vollständigen Ring zu bilden, der äußerlich umfänglich an dem Fundamenteinbauteil mittels des Befestigungsabschnitts des Sicherungskörpers befestigt wird.

**[0017]** Bevorzugt ist der Sicherungskörper im Wesentlichen eben ausgebildet. Vorzugsweise ist der Sicherungskörper aus Blech, insbesondere Stahlblech gebildet. Dies ist eine besonders einfache Möglichkeit, den Sicherungskörper herzustellen. Beispielsweise ist ein Stahlblech mit 50 mm Stärke bevorzugt. Dies bietet eine ausreichende Kraft, um Fundamente bei Windenergieanlagen zu sichern. Je nach Größe des Fundaments und des an dem Fundament befestigten Bauwerks sowie der Art der aufzunehmenden Kräfte, können auch andere Blechstärken bevorzugt sein. Ist der Sicherungskörper im Wesentlichen eben ausgebildet, ist seine Herstellung sowie sein Transport und seine Montage wesentlich vereinfacht. Hierdurch können Kosten, verglichen mit üblichen Sicherungs- beziehungsweise Sanierungskonzepten, reduziert werden.

**[0018]** In einer bevorzugten Weiterbildung weist der Befestigungsabschnitt eine erste Mehrzahl an Durchgangslöchern zur Aufnahme von Befestigungsmitteln zur Befestigung des Sicherungskörpers an dem Fundamenteinbauteil auf. Bevorzugt sind die Befestigungsmittel als Befestigungsschrauben ausgebildet. Dies ist eine besonders einfache und auch nachträglich ohne großen Aufwand anzubringende Befestigungsmöglichkeit für den Sicherungskörper. Dadurch ist es möglich, an dem Fundamenteinbauteil korrespondierende Befestigungsmittel vorzusehen, insbesondere Gewindebohrungen. Befestigungsschrauben bieten eine gewisse Elastizität, die beim Einleiten von Fundamentkräften mittels des Sicherungskörpers von dem Fundamenteinbauteil in einen von dem Fundamenteinbauteil entfernten Abschnitt des Betonkörpers vorteilhaft wirken. Es kann auch bevorzugt sein, den Sicherungskörper mittels einer Schweißverbindung an dem Fundamenteinbauteil anzubringen, allerdings hat eine Schweißverbindung den Nachteil des Schweißverzugs des Materials, was sich bei dynamischer Belastung nachteilig auswirken kann.

**[0019]** In einer bevorzugten Variante ist vorgesehen, dass an dem Sicherungskörper wenigstens eine Versteifungsstrebe angeordnet ist, die einen Kontaktabschnitt aufweist, der dazu eingerichtet ist mit einem Abschnitt eines Fundamenteinbauteils und/oder einem daran angeordneten Bauwerk in Anlage zu kommen. Durch die Anordnung der Versteifungsstrebe am Sicherungskörper und deren Anlage an einem Abschnitt eines Fundamenteinbauteils und/oder einem daran angeordneten Bauwerk entsteht eine versteifende Wirkung für den Sicherungskörper. Die Versteifungsstrebe ist bevorzugt zum Abstützen des Sicherungskörpers ausgebildet, um eingeleitete Fundamentkräfte wenigstens teilweise aufzunehmen. Die versteifende Wirkung wird durch die Anordnung von mindestens einer Versteifungsstrebe je Sicherungskörper erzielt, die zusätzlich durch die Anlage

an einem Fundamenteinbauteil und/oder einem daran angeordneten Bauwerk die Kräfte aufnimmt. Es kann ein ungewolltes "hochbiegen" des Sicherungskörpers vermieden werden. Bevorzugt kommt der Kontaktabschnitt mit einem äußeren Umfang eines Flansches, etwa einem Anschlussflansch des Fundamenteinbauteils in Anlage. Ein solcher Flanschabschnitt ist aufgrund seiner radialen Ausdehnung besonders zur Abstützung und Aufnahme von Kräften geeignet. Vorzugsweise sind dabei zwei oder mehr, insbesondere fünf oder mehr Versteifungsstreben an einem Sicherungskörper angeordnet. Es ist bevorzugt die Versteifungsstreben so vorzusehen, dass sie einen im Wesentlichen gleichen Abstand zu einander haben. Bevorzugt erstreckt sich die Versteifungsstrebe in einem eingebauten Zustand im Wesentlichen vertikal nach oben von dem Sicherungskörper.

**[0020]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Versteifungsstrebe als Knotenblech ausgebildet, welches sich im Wesentlichen senkrecht zu einer flächigen Ausdehnung des Sicherungskörpers erstreckt. Das Knotenblech ist am Sicherungskörper fixiert, vorzugsweise durch eine stoffschlüssige Verbindung, beispielsweise eine Schweißverbindung. Das Knotenblech ist vornehmlich aus Stahl bevorzugt aus einem Stahlblech gebildet. Die Flächen des Knotenblechs können als geschlossene oder wenigstens teilweise offene Flächen mit Ausnehmungen und/oder Durchbrüchen gestaltet sein. Teilweise offene Flächen haben den Vorteil eines geringeren Gewichts und Materialeinsparung.

**[0021]** In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Stützabschnitt des Sicherungskörpers wenigstens eine Aufnahmeeinrichtung für eine Stützeinrichtung aufweist. Die Stützeinrichtung ist vorzugsweise zum Abstützen des Sicherungskörpers auf dem entfernten Abschnitt des Betonkörpers und zum Vorspannen des Sicherungskörpers in eine vertikale Richtung ausgebildet. Die Stützeinrichtung kann einteilig an dem Stützabschnitt des Sicherungskörpers vorgesehen sein, oder reversibel lösbar mit diesem verbunden sein. Mittels der Stützeinrichtung ist eine besonders bevorzugte Kopplung des Stützabschnitts mit dem Betonkörper erreicht. Ferner lässt sich mittels der Stützeinrichtung eine gezielte Vorspannung des Stützabschnitts in vertikale Richtung, das heißt eine Zugkraft auf das Fundamenteinbauteil vertikal nach oben, also aus dem Betonkörper heraus, erreichen. Dies ist bevorzugt, um einen unteren Ringflansch oder anderes unteres Verankerungselement, mit seiner axial nach oben gerichteten Oberfläche gegen einen Abschnitt des Betonkörpers zu pressen, um so Spiel zu verringern und eine Krafteinleitung in den Betonkörper zu erreichen, bei gleichzeitiger Verringerung einer Bewegbarkeit des Fundamenteinbauteils relativ zum Betonkörper. Hierdurch ist die Sicherheit des Fundaments insgesamt verbessert, und eine dauerhafte Befestigung erreicht.

**[0022]** In einer bevorzugten Weiterbildung weist die Aufnahmeeinrichtung für die Stützeinrichtung eine zweite Mehrzahl an Durchgangslöchern auf. Die zweite Mehr-

zahl

**[0023]** Durchgangslöcher dient insbesondere dazu, die Stützeinrichtung wenigstens teilweise aufzunehmen, um so eine kraft- und/oder formschlüssige Verbindung zwischen der Stützeinrichtung und dem Stützabschnitt des Sicherungskörpers herzustellen.

**[0024]** Weiterhin ist bevorzugt, dass bei einer oben beschriebenen Sicherungsvorrichtung mit wenigstens einer Versteifungsstrebe der Kontaktabschnitt eine Stützeinrichtung aufweist. Die Stützeinrichtung an dem Kontaktabschnitt der Versteifungsstrebe und die Stützeinrichtung, die an der Aufnahmeeinrichtung des Stützkörpers angeordnet ist, können identisch oder ähnlich sein und insbesondere gemäß einem der nachfolgenden Aspekte ausgebildet sein.

**[0025]** In einer bevorzugten Variante weist die Stützeinrichtung wenigstens eine Druckschraube mit einem Kugelteller auf. Vorzugsweise sind dabei die Durchgangslöcher der Aufnahmeeinrichtung mit Innengewinden versehen, um die Druckschraube aufzunehmen. Der Kugelteller der Druckschraube stützt sich bevorzugt direkt auf dem Betonkörper ab. Um eine Flächenpressung zu reduzieren, kann vorgesehen sein, dass zwischen dem Kugelteller und dem Betonkörper ein oder mehrere zusätzliche Druckstücke vorgesehen sind. Derartige Druckstücke können beispielsweise als Metallblech, insbesondere Stahlblech oder dergleichen, ausgebildet sein und dienen dazu, die Flächenpressung zu reduzieren, um so eine Beschädigung des Betonkörpers weitestgehend zu vermeiden. Durch den Kugelteller ist stets eine plane Auflage auf dem Betonkörper oder dem Druckstück erreicht. Ein Kugelteller kann gewisse Neigungen ausgleichen, was insbesondere bei einer dynamischen Belastung des Fundaments vorteilhaft ist.

**[0026]** Zusätzlich oder alternativ weist die Stützeinrichtung wenigstens einen Hartgummikörper auf. Ein solcher Hartgummikörper erstreckt sich vorzugsweise flächig entlang des gesamten Stützabschnitts des Sicherungskörpers. Der Hartgummikörper ist dazu eingerichtet, auf dem Betonkörper in dem vom Fundamenteinbauteil entfernten Abschnitt aufzuliegen. Eine axiale Dicke des Hartgummikörpers kann so gewählt sein, dass das Fundamenteinbauteil in vertikale Richtung nach oben belastet wird und so ein unterer Ringflansch oder ein distal unterhalb des Erdbodens in dem Betonkörper angeordnetes Verankerungselement mit seiner nach oben gerichteten Oberfläche gegen einen Abschnitt des Betonkörpers gepresst wird. Ein Hartgummikörper hat ferner den Vorteil, dass er aufgrund der Elastizität geringe Bewegungen zulässt und gleichzeitig schwingungsdämpfend wirkt. Es wird eine zu große Flächenpressung am Betonkörper vermieden, und gleichzeitig kann eine Abdichtung gegen Wassereintritt realisiert werden. Ferner ist ein Hartgummikörper ein kostengünstiges Bauteil, wodurch sich die Sicherungsvorrichtung insgesamt kostengünstig herstellen lässt.

**[0027]** Weiterhin ist bevorzugt, dass die Stützeinrichtung alternativ oder zusätzlich wenigstens ein Federele-

ment, insbesondere eine Tellerfeder, aufweist. Vorzugsweise weist die Stützeinrichtung eine Mehrzahl an Tellerfedern auf. Mittels Tellerfedern ist auf besonders einfache und kostengünstige Weise eine Vorspannung in vertikale Richtung des Sicherungskörpers und somit des Fundamenteinbauteils erreichbar.

**[0028]** Bevorzugt ist darüberhinaus, dass die Stützeinrichtung zusätzlich oder alternativ wenigstens einen Hydraulikzylinder aufweist. Vorzugsweise weist die Stützeinrichtung eine Mehrzahl an Hydraulikzylindern auf. Mittels Hydraulikzylindern ist eine Vorspannung in vertikale Richtung besonders gut einstellbar. Eine Hydraulikversorgung für die Hydraulikzylinder kann beispielsweise im Inneren des Turmschafts der Windenergieanlage untergebracht werden. Mittels Hydraulikzylindern kann auch eine nachträgliche Nachstellung der Vorspannung bei Auftreten von Setzungserscheinungen oder dergleichen vorgesehen werden.

**[0029]** Bevorzugt ist ferner, dass die Stützeinrichtung zusätzlich oder alternativ einen Schwingungsdämpfer aufweist. Als Schwingungsdämpfer können beispielsweise solche eingesetzt werden, die unter der Marke Schwingmetall® von der Firma ContiTech AG, Hannover, erhältlich sind. Solche Schwingungsdämpfer lassen sich auf einfache Art und Weise mit dem Stützabschnitt des Sicherungskörpers mittels einer Schraubverbindung verbinden, sind preiswert und für solche Belastungen ausgelegt.

**[0030]** In einer bevorzugten Weiterbildung weist die Stützeinrichtung zusätzlich oder alternativ wenigstens einen Maschinenfuß auf. Auch Maschinenfüße sind für solche Belastungen ausgelegt und haben zudem dämpfende Eigenschaften. Sie lassen sich auf vorteilhafte Weise im Stützabschnitt anordnen, um eine Anbindung des Sicherungskörpers an den Betonkörper zu erreichen.

**[0031]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die Stützeinrichtung zusätzlich oder alternativ wenigstens ein Spannkeilpaar auf. Ein solches Spannkeilpaar besteht vorzugsweise aus zwei Spannkeilen, die im Querschnitt eine Form haben, die einem rechtwinkligen Dreieck entspricht, und mit Ihren Seiten, die die Hypotenuse definieren, aneinander anliegen. Mittels einer Spanneinrichtung, beispielsweise einer Spannschraube, sind die beiden Spannkeile gegeneinander verspannbar und verschiebbar, sodass zwei Seitenflächen des Spannkeilpaars, die sich im Wesentlichen parallel zur Spannrichtung erstrecken, voneinander weg bewegbar sind. Wird das Spannkeilpaar so an dem Sicherungskörper vorgesehen, dass eine der Oberflächen mit dem Stützabschnitt zusammenwirkt und die andere Oberfläche an dem Betonkörper anliegt, kann mittels der Spannkeile eine Presskraft aufgebracht werden, um so das Fundamenteinbauteil in eine vertikale Richtung zu belasten. Dies ist eine maschinenbaulich einfache Lösung, die ebenfalls eine Nachstellung beziehungsweise Nachjustierung ermöglicht und zudem eine kostengünstige Alternative zu Hydraulikzylindern bietet.

**[0032]** In einer alternativen Weiterbildung ist der Stütz-

abschnitt des Sicherungskörpers dazu ausgebildet, unmittelbar auf dem vom Fundamenteinbauteil entfernten Abschnitt des Betonkörpers aufzuliegen. Unmittelbar bedeutet hier, dass kein weiteres Zwischenelement wie eine Stützeinrichtung, vorgesehen ist. Der Sicherungskörper liegt mit seinem Stützabschnitt direkt auf dem Betonkörper auf, wobei in Kauf genommen wird, dass Verunreinigungen oder Elemente einer Oberflächenvorbehandlung, wie beispielsweise Vergussmasse, an dem Betonkörper vorhanden sind. Je nach Einsatzfall ist auch eine solche Ausgestaltung der Sicherungsvorrichtung bevorzugt und besonders kostengünstig umsetzbar.

**[0033]** Die eingangs genannte Aufgabe wird in einem weiteren Aspekt der Erfindung bei einem Fundament der eingangs genannten Art gelöst durch eine Sanierungsvorrichtung mit den Merkmalen wenigstens einer der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen einer Sicherungsvorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung. Bezüglich der Vorteile und bevorzugten Ausführungsformen wird vollumfänglich auf die obige Beschreibung Bezug genommen.

**[0034]** Vorzugsweise weist das Fundamenteinbauteil wenigstens zwei axial beabstandet voneinander angeordnete Ringflansche auf. Vorzugsweise weist der Betonkörper ferner eine Stahlbewehrung auf, wenigstens axial zwischen den beiden Ringflanschen. Dadurch wird eine gute Verankerung erreicht. Anstelle von Ringflanschen können auch andere Verankerungselemente vorgesehen sein, beispielsweise unterbrochene Flansche, die ebenfalls unter den Begriff des Ringflansches gefasst werden.

**[0035]** In einer ersten bevorzugten Ausführungsform des Fundaments weist das Fundamenteinbauteil axial beabstandet wenigstens zwei Ringflansche an dem Grundkörper auf, und der Sicherungskörper ist an dem oberen der beiden Ringflansche befestigt. Hierdurch wird eine besonders gute Sicherung des Fundaments erreicht. Der obere Ringflansch des Fundamenteinbauteils wird im Wesentlichen von seiner nach unten gerichteten Oberfläche aus belastet. Er ist in der Regel oberflächennah angeordnet und nur mit einer vergleichsweise dünnen Betonschicht bedeckt, die zudem in der Regel keine Bewehrung aufweist. Der untere Ringflansch hingegen ist unterhalb des Erdbodens in dem Betonkörper eingegossen und etwa 1 bis 2 Meter von dem oberen Ringflansch beabstandet. Der untere Ringflansch wird im Wesentlichen von seiner oberen Oberfläche aus belastet. Über der oberen Oberfläche des unteren Ringflansches ist in der Regel eine Bewehrung angeordnet. Aus diesem Grund ist es wesentlich einfacher, den Sicherungskörper am oberen Ringflansch zu befestigen. Andererseits ist eine Befestigung des Sicherungskörpers am oberen Ringflansch auch auf einfachere Art und Weise zu belasten, nämlich indem sich dieser mit dem Stützabschnitt auf einer Oberfläche des Betonkörpers abstützt. Ein Einbau des Sicherungskörpers in den Betonkörper ist nicht erforderlich. Es kann eine zusätzliche Abdeckung, insbesondere zum Schutz der Verbindung zwischen dem

Fundamenteinbauteil und dem Sicherungskörper, vorgesehen sein, dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich.

**[0036]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Fundaments weist der obere Ringflansch eine Mehrzahl an Gewindebohrungen zur Aufnahme von Befestigungsschrauben auf. Mittels dieser Gewindebohrungen ist der Sicherungskörper über den Befestigungsabschnitt an dem Fundamenteinbauteil befestigbar. Bevorzugt sind insbesondere Sacklochbohrungen, da diese einen gewissen Schutz gegen eindringendes Wasser bieten können und so zu einer dauerhaften Lösung beitragen. Weiterhin sind Sacklochbohrungen einfacher einzubringen als Durchgangsbohrungen, da weniger Material zerspannt werden muss und sonst die Gefahr besteht, dass das genutzte Bohrwerk vom darunterliegenden Beton beschädigt wird.

**[0037]** Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Fundaments ist zwischen dem Stützabschnitt und dem Betonkörper wenigstens ein Druckstück zur Übertragung von Fundamentkräften von dem Stützabschnitt in den Betonkörper vorgesehen. Ein solches Druckstück ist vorzugsweise als Metallplatte, insbesondere Stahlplatte ausgebildet, um eine Flächenpressung zwischen dem Stützabschnitt und dem Betonkörper zu vermeiden oder zu verringern.

**[0038]** Bevorzugt ist das Druckstück mittels einer Vergussmasse im Wesentlichen horizontal ausgerichtet an dem Betonkörper in dem vom Fundamenteinbauteil entfernten Abschnitt des Betonkörpers befestigt. Als Vergussmasse kann jegliche Art geeigneter Vergussmasse, wie etwa ein Harz, eingesetzt werden. Hierdurch lässt sich eine vorteilhafte Einleitung von Stützkräften in den Betonkörper bewirken.

**[0039]** Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung wird die eingangs genannte Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art zum Sichern eines Fundaments für ein Bauwerk, insbesondere einen Turm einer Windenergieanlage, mit einem Betonkörper und einem in dem Betonkörper eingebauten Fundamenteinbauteil, welches einen Grundkörper aufweist, an dem sich wenigstens ein Ringflansch erstreckt, der als axiale Verankerung des Fundamenteinbauteils in dem Betonkörper dient, und das Fundamenteinbauteil mit seiner Zentralachse im Wesentlichen vertikal ausgerichtet eingebaut ist, gelöst durch den Schritt: Abstützen des Fundamenteinbauteils auf einem vom Fundamenteinbauteil entfernten Abschnitt des Betonkörpers. Der Grundkörper ist vorzugsweise im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet.

**[0040]** Es soll verstanden werden, dass die Sicherungsvorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung sowie das Fundament gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung und das Verfahren gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung eine Vielzahl von gemeinsamen Aspekten und bevorzugten Ausführungsformen aufweisen, wie sie insbesondere in den Unteransprüchen niedergelegt sind. Insofern wird vollumfänglich auf die obige Beschreibung und die darin dargestellten Vorteile verwie-

sen. Indem das Fundamenteinbauteil zusätzlich auf einem vom Fundamenteinbauteil entfernten Abschnitt des Betonkörpers abgestützt wird, wird eine verbesserte Sicherung erreicht und eine dauerhafte Haltbarkeit des Fundaments erzielt. Der Begriff "entfernter Abschnitt" wird wie oben definiert verstanden.

**[0041]** Besonders bevorzugt ist das Verfahren als Sanierungs-Verfahren zum Sanieren eines schadhaften Fundaments ausgebildet. Weist das Fundament Schäden, wie eingangs erläutert aus, sind diese Schäden mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens auf vorteilhafte Weise behebbar. Ein Einbringen von zusätzlichem Beton oder Betonersatz zum Schließen von Rissen oder Hohlräumen ist nicht erforderlich, die notwendige Stabilität wird mittels des Abstützens des Fundamenteinbauteils auf dem vom Fundamenteinbauteil entfernten Abschnitt des Betonkörpers erreicht. Hierdurch ist eine Sanierung wesentlich vereinfacht und ohne großen Aufwand nachträglich durchführbar.

**[0042]** Gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel des Verfahrens weist dieses den Schritt auf: Befestigen einer Sicherungsvorrichtung nach einer der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen einer Sicherungsvorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung. Die Sicherungsvorrichtung wird vorzugsweise an dem oberen Ringflansch des Fundamenteinbauteils befestigt. Der Schritt des Abstützens des Fundamenteinbauteils auf einem vom Fundamenteinbauteil entfernten Abschnitt des Betonkörpers wird vorzugsweise mittels der Sicherungsvorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung bewirkt.

**[0043]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens, wobei sich axial beabstandet wenigstens zwei Ringflansche an dem Grundkörper erstrecken, weist das Verfahren den Schritt auf: Pressen der oberen Oberfläche des unteren Ringflansches gegen einen Abschnitt des Betonkörpers. Hierdurch wird eine besonders gute Sicherung des Fundaments erreicht und ein stetiger Kontakt zwischen der oberen Oberfläche des unteren Ringflansches und dem Betonkörper bewirkt. Dies führt zu einer guten Krafteinleitung in den Betonkörper, und eine Bewegung des Fundamenteinbauteils relativ zum Betonkörper wird vermieden. Vorzugsweise wird dieser Schritt mittels der oben beschriebenen Stützeinrichtung bewirkt. Es ist demnach zum Anheben des Fundamenteinbauteils nicht mehr erforderlich zusätzlichen (expandierenden) Beton oder Betonersatz über Bohrungen unter den unteren Ringflansch zu injizieren, vielmehr wird das Fundamenteinbauteil "von oben" mittels der erfindungsgemäßen Sicherungsvorrichtung angehoben und so der Kontakt zwischen dem unteren Ringflansch und dem Betonkörper (wieder) hergestellt.

**[0044]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens weist dieses den Schritt auf: Verspannen des Fundamenteinbauteils in vertikale Richtung nach oben. Auch hierdurch wird eine besonders gute Sicherung erreicht, und eventuelle Kavitäten oder Spalten oberhalb des unteren Ringflansches verringert.

Zudem wird die Belastung der Ringflansche oder anderer Verankerungselemente wenigstens teilweise verringert.

**[0045]** Weiterhin ist bevorzugt, dass das Verfahren wenigstens einen der folgenden Schritte aufweist: Freilegen einer oberen Oberfläche des oberen Ringflansches; Einbringen einer Mehrzahl an Gewindebohrungen in die obere Oberfläche des oberen Ringflansches; Drücken mittels einer Stützeinrichtung gegen den Stützabschnitt zum Verspannen des Fundamenteinbauteils; Anordnen wenigstens eines Druckstücks auf eine Oberfläche des vom Fundamenteinbauteil entfernten Abschnitts des Betonkörpers.

**[0046]** Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren genauer beschrieben werden. Dabei zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Querschnitt durch ein Fundament mit einem darin angeordneten Turm einer Windenergieanlage gemäß Stand der Technik mit typischen Defekten;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines Fundamenteinbauteils samt Sicherungsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 3 eine Draufsicht auf einen Sicherungskörper gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 4 ein Detail der Schnittdarstellung eines Fundamenteinbauteils mit daran angeordneter Sicherungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 5 eine Schnittdarstellung durch ein Fundamenteinbauteil mit einer daran angeordneten Sicherungsvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;

Fig. 6 eine Schnittdarstellung eines Fundamenteinbauteils mit daran angeordneter Sicherungsvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel;

Fig. 7 eine Schnittdarstellung eines Fundamenteinbauteils mit daran angeordneter Sicherungsvorrichtung und eingezeichneten Anpresskräften;

Fig. 8 eine perspektivische Ansicht eines Fundamenteinbauteils mit einer daran angeordneten Sicherungsvorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel;

Fig. 9 eine perspektivische Schnittdarstellung des Fundamenteinbauteils samt Sicherungsvorrichtung aus Figur 8; und

Fig. 10 ein Detail aus Figur 9.

**[0047]** Mit Bezug auf Fig. 1 ist ein Fundament 1 im Querschnitt gezeigt. In Fig. 1 sind die typischen Belastungen an einem solchen Fundament 1 dargestellt. Das Fundament 1 weist einen Betonkörper 2 auf, der auf dem Erdboden 4 ausgebildet ist. Auf dem Erdboden ist eine Sauberkeitsschicht ausgebildet. In dem Betonkörper 2 ist ein Fundamenteinbauteil 6 eingebaut. Das Fundamenteinbauteil 6 ist im Wesentlichen rotationssymmetrisch um eine Zentralachse A herum ausgebildet. Das Fundamenteinbauteil 6 weist dazu einen zylindrischen Grundkörper 8 auf sowie einen Anschlussflansch 10, an dem mittels eines entsprechenden Gegenflansches 12 ein Turm 14 einer Windenergieanlage (nicht gezeigt) angeflanscht ist. Innerhalb des Betonkörpers 2 angeordnet weist das Fundamenteinbauteil 6 zwei sich axial voneinander beabstandet erstreckende Ringflansche 16, 18 auf, die Verankerungselemente des Fundamenteinbauteils in den Betonkörper 2 bilden. Die Ringflansche 16, 18 weisen jeweils eine obere Oberfläche 16a, 18a sowie eine untere Oberfläche 16b, 18b auf. Die beiden Ringflansche 16, 18 erstrecken sich sowohl äußerlich als auch innerlich an dem Grundkörper 8.

**[0048]** Wie weiter in Fig. 1 zu erkennen ist, ist sowohl zwischen den beiden Ringflanschen 16, 18 in vertikaler Richtung als auch unterhalb des unteren Ringflansches 18 eine Stahlbewehrung (nur schematisch angedeutet) vorgesehen. Dadurch hat der Betonkörper 2 einen stahlbewehrten Abschnitt 20 und eine Deckschicht 22, auch als Aufbeton bezeichnet, die sich in vertikaler Richtung vom oberen Ringflansch 16 bis zur Oberfläche 24 erstreckt. Diese Deckschicht 22 ist nur bedingt dazu geeignet, Fundamentkräfte aufzunehmen.

**[0049]** In Fig. 1 ist ferner die Hauptwindrichtung eingetragen und durch den Pfeil 26 dargestellt. Diese ist in Bezug auf Fig. 1 von links. Dadurch wird in dem mit Bezug auf Fig. 1 linken Abschnitt des Turmes 14 eine Zugkraft 28 eingebracht, wohingegen auf der von der Windrichtung abgewandten Seite des Turmes 14 eine Druckkraft 30 eingebracht wird. Aufgrund dessen ergibt sich an der unteren Oberfläche 16b des oberen Flansches auf der windabgewandten Seite des Fundamenteinbauteils 6 ein hoch beanspruchter Druckkontakt zwischen der Oberfläche 16b und dem entsprechenden Abschnitt des Betonkörperabschnitts 20 und ein nicht so hochbeanspruchter Druckbereich zwischen der oberen Oberfläche 18a des unteren Ringflansches auf der dem Wind zugewandten Seite des Fundamenteinbauteils 6. Auf dem oberen Ringflansch 16 lastet zudem die gesamte Masse des an dem Fundamenteinbauteil 6 angeschlossenen Bauwerks. Bilden sich nun im Bereich der Ringflansche 16, 18 Risse 32 in dem Betonkörper 2 aus, so können aus Spalten und Luftblasen weil teilweise der Beton bei der Fertigung des Fundaments 1 nicht komplett unter den oberen Ringflansch 16 gebracht wurde Hohlräume zwischen den Oberflächen 16a, 16b, 18a, 18b und dem Betonkörper 2 entstehen, wodurch die Stabilität des Fundaments insgesamt verringert ist, und sich das Fundamenteinbauteil 6 relativ zum Betonkörper 2 bewegen kann. Hierdurch kann sich auch der Turm 14 bewegen, was Gefahren birgt. Die oberen Risse 32 erstrecken sich sowohl an der Turminnenseite als auch der Turmaußenseite durch den Aufbeton zur Oberfläche und werden durch die Bewegung des oberen Flansches 16 verursacht. Die unteren Risse 32 sind im eingebauten Zustand nicht sichtbar und treten nach unten hin aus dem Fundamentboden aus. Sie werden durch die Lastumlagerung den unteren Flansch 18 verursacht.

**[0050]** Die bekannten Sicherungsverfahren beziehungsweise Sanierungsverfahren zielen darauf ab, die aufgrund der Risse 32 vorhandenen Kavitäten mit einem Füllmaterial, wie etwa einem Reaktionsbeton zu verfüllen, oder den Beton in diesem Bereich auszutauschen.

**[0051]** Die Erfindung wird mit Bezug auf die Figuren 2 bis 7 beschrieben. Gemäß Fig. 2 ist ein Fundamenteinbauteil 6 in perspektivischer Darstellung gezeigt, welches im Wesentlichen dem Fundamenteinbauteil gemäß Fig. 1 entspricht. Das Fundamenteinbauteil 6 gemäß Fig. 2 weist einen im Wesentlichen zylindrischen bzw. rohrförmigen Grundkörper 8 auf, an dem sich zwei Ringflansche 16, 18 erstrecken, wobei vom oberen Ringflansch 16 nur der nach innen ragende Teil zu erkennen ist. Am oberen Ende des Fundamenteinbauteils 6 ist ferner ein Anschlussflansch 10 vorgesehen, der eine Vielzahl an Durchgangslöchern 11 aufweist, sodass ein Turm 14 einer Windenergieanlage (vgl. Fig. 1) an dem Fundamenteinbauteil 6 befestigbar ist.

**[0052]** An dem Fundamenteinbauteil 6 ist eine Sicherungsvorrichtung 100 befestigt. Die Sicherungsvorrichtung 100 ist zum zusätzlichen Sichern eines Fundaments 1, wie etwa in Fig. 1 dargestellt, welches ein in einen Betonkörper 2 eingebautes Fundamenteinbauteil 6 zur Aufnahme eines Bauwerks, insbesondere eines Turms 14 einer Windenergieanlage aufweist, ausgebildet. Die Sicherungsvorrichtung 100 weist gemäß diesem Ausführungsbeispiel drei Sicherungskörper 102, 104, 106 auf. Jeder der Sicherungskörper 102, 104, 106 weist einen Befestigungsabschnitt 108, 110, 112 (vgl. auch Fig. 3) sowie einen Stützabschnitt 114, 116, 118 auf. Mittels des Befestigungsabschnitts 108, 110, 112 sind die Sicherungskörper 102, 104, 106 gegen eine obere Oberfläche 16a des oberen Ringflansches 16 (in der Fig. 2 verdeckt) befestigt. Dazu weist der Befestigungsabschnitt 108, 110, 112 der Sicherungskörper 102, 104, 106 jeweils eine Mehrzahl an Durchgangslöchern 120 auf (nur in Fig. 3 mit Bezugszeichen versehen), die in gleichmäßigen Abständen zueinander vorgesehen sind, und die zur Aufnahme von Schrauben dienen.

**[0053]** Wie bereits aus Fig. 2 zu erkennen ist, und in Bezug auf die Fig. 4 bis 7 noch genauer beschrieben werden wird, ist der Stützabschnitt 114, 116, 118 der Sicherungskörper 102, 104, 106 zum Einleiten von Fundamentkräften in einem vom Fundamenteinbauteil 6 entfernten Abschnitt des Betonkörpers ausgebildet. Dies wird gemäß diesem Ausführungsbeispiel dadurch realisiert, dass der Stützabschnitt 114, 116, 118 der Sicherungskörper 102, 104, 106 in einem vom Fundamenteinbauteil 6 entfernten Abschnitt des Betonkörpers 2 ausgebildet ist, so dass die Fundamentkräfte in diesem Abschnitt des Betonkörpers 2 auf einen Bereich des Betonkörpers 2 übertragen werden, in dem die Fundamentkräfte nicht auf einen Bereich des Betonkörpers 2 übertragen werden, in dem die Fundamentkräfte auf einen Bereich des Betonkörpers 2 übertragen werden, in dem die Fundamentkräfte auf einen Bereich des Betonkörpers 2 übertragen werden.

siert, dass sich im montierten Zustand der Stützabschnitt 114, 116, 118 der Sicherungskörper 102, 104, 106 radial weiter nach außen erstreckt als ein radial äußeres Ende des oberen Ringflansches 16. Hierdurch ist der Stützabschnitt 114, 116, 118 der Sicherungskörper 102, 104, 106 radial weiter von der Zentralachse A entfernt als der äußerste Punkt des oberen Ringflansches 16, wodurch auf das Fundamenteinbauteil 6 senkrecht zur Längsachse A wirkende Momente verbessert aufgenommen werden können.

**[0054]** Gemäß diesem Ausführungsbeispiel sind die Sicherungskörper 102, 104, 106 im Wesentlichen teiltringförmig ausgebildet, hier als Drittelringe. In anderen Ausführungsformen können auch Viertel- oder Halbringe vorgesehen sein. Die Teiltringform ist in diesem Ausführungsbeispiel bevorzugt, da das Fundamenteinbauteil 6 eine im Wesentlichen zylindrische Grundstruktur hat. Bei anderen Fundamenteinbauteilen, die beispielsweise eine rechteckige Grundstruktur haben, sind andere Formen für den Sicherungskörper 102, 104, 106 bevorzugt.

**[0055]** Die Stützabschnitte 114, 116, 118 der Sicherungskörper 102, 104, 106 weisen jeweils eine Aufnahmeeinrichtung 122 zur Aufnahme einer Stützeinrichtung auf. Die Aufnahmeeinrichtung 122 ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel als zweite Mehrzahl an Durchgangslöchern ausgebildet und wird mit Bezug auf Fig. 4 genauer beschrieben werden. In Fig. 2 ist die Aufnahmeeinrichtung 122 bereits mit einer darin angeordneten Stützeinrichtung 124 dargestellt. Jeder Sicherungskörper 102, 104, 106 weist gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine Mehrzahl an Stützeinrichtungen 124 auf, wobei in Fig. 2 nur eine mit Bezugszeichen versehen ist.

**[0056]** In der Schnittdarstellung in Fig. 4 ist die Verbindung zwischen der Sicherungsvorrichtung 100 und dem Fundamenteinbauteil 6 im Detail zu erkennen. Für eine Gesamtübersicht wird auf Figur 7 verwiesen, die weiter unten beschrieben werden wird. In Fig. 4 ist der mit Bezug auf Fig. 1 rechte obere Abschnitt des Fundamenteinbauteils 6. Radial außerhalb des Fundamenteinbauteils 6 und oberhalb des oberen Ringflansches 16 ist der Abschnitt 22 des Betonkörpers 2 entfernt worden, sodass der Abschnitt 20 freigelegt ist. Im Inneren des Fundamenteinbauteils 6 ist der Abschnitt 22 noch vorhanden. Durch Entfernen des Abschnitts 22 radial außerhalb des Fundamenteinbauteils 6 wird die obere Oberfläche 16a des oberen Ringflansches 16 freigelegt. Auf diese Oberfläche 16a ist die Sicherungsvorrichtung 100 befestigt. Dazu liegt der Befestigungsabschnitt 108 auf der Oberfläche 16a auf. In einem Durchgangsloch 120 im Befestigungsabschnitt 108 des Sicherungskörpers 102 ist eine Befestigungsschraube 126 geführt, die in ein Gewin-desackloch 128 in dem Ringflansch 16 geschraubt ist. Die Schraube 126 ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel als M24 Schraube ausgebildet und kann eine Last von 22 kN aufnehmen. S sind weitere nicht gezeigte Schrauben vorgesehen, gemäß diesem Ausführungsbeispiel insgesamt 15 je Sicherungskörper 102, 104, 106. Es ist eine gewisse Überlappung zwischen dem Be-

festigungsabschnitt 108 und der Oberfläche 16a vorgesehen, sodass die Schraube 126 im Wesentlichen auf Zug belastet wird und keine Momente erfährt.

**[0057]** Wie weiterhin aus Fig. 4 zu ersehen, krägt der Stützabschnitt 114 über ein radial äußeres Ende 17 des Ringflansches 16 hinaus. Der Stützabschnitt 114 ist vertikal oberhalb eines vom Fundamenteinbauteil entfernten Abschnitts 23 des Betonkörpers 2 angeordnet. Der Abschnitt 23, der sich radial außerhalb des Endes 17 des Fundamenteinbauteils 6 erstreckt, ist vor Anbringung der Sicherungsvorrichtung 100 im Wesentlichen frei von Fundamentkräften und auch frei von etwaigen Rissen oder dergleichen. Es handelt sich um einen intakten Abschnitt des Betonkörpers 2. Daher bietet sich dieser Abschnitt 23 besonders an, Fundamentkräfte aufzunehmen, entweder, in dem die Sicherungsvorrichtung 100 prophylaktisch an dem Fundamenteinbauteil 6 befestigt wird, oder nachträglich, im Wege einer Sanierung des Fundaments 1. Der Stützabschnitt 114 hat gemäß diesem Ausführungsbeispiel etwa eine radiale Erstreckung, die der radialen Erstreckung des Ringflansches 16 radial außerhalb des Grundkörpers 8 entspricht. Somit ist eine Abstützung radial außerhalb des Grundkörpers 8 durch die Sicherungsvorrichtung 100 in etwa verdoppelt. Ein Kraft F, die auf den Sicherungskörper 102 wirkt, ist ebenfalls in Fig. 4 angezeichnet (vgl. insoweit auch Fig. 7).

**[0058]** Zusätzlich, zur besseren Einleitung von Kräften in den Abschnitten 23 weist die Sicherungsvorrichtung 100 gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine Stützeinrichtung 124 auf, die in einer dafür vorgesehenen Aufnahme 122 des Stützabschnitts 114 angeordnet ist. Die Stützeinrichtung 124 ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel als Druckschraube 130 ausgebildet, die durch eine Durchgangsbohrung verläuft und am Fußende einen Kugelteller 132 aufweist. Es sind insgesamt 15 solcher Druckschrauben je Sicherungskörper 102, 104, 106 vorgesehen, in den Figuren 4 und 6 ist jedoch jeweils nur jeweils eine gezeigt (vgl. auch Figuren 2 und 7). Der Kugelteller 132 steht auf einem Druckstück 134, welches gemäß diesem Ausführungsbeispiel zusätzlich im Abschnitt 23 vorgesehen ist und dort mit einer Vergussmasse 136 befestigt ist. Durch das Druckstück 134 wird eine Auflagekraft des Kugeltellers 132 flächig in den Abschnitt 23 eingeleitet, und eine Flächenpressung des Kugeltellers 132 unmittelbar auf den Beton des Abschnitts 23 wird vermieden. Zudem bietet das Druckstück 134 eine ebene Auflagefläche für den Kugelteller 132. Die Schraube 130 ist zusätzlich mit einer Kontermutter 138 versehen, um ein ungewolltes Lösen der Stützeinrichtung 124 zu verhindern. Die Stützeinrichtung 124 kann nach Anbringung der Sicherungsvorrichtung 100 so verwendet werden, dass eine gewisse Vorspannung aufgebracht wird. Mittels der Stützeinrichtung 124 ist es möglich, das Fundamenteinbauteil 6 wenigstens teilweise anzuheben und bei Bedarf vertikal auszurichten. Ferner ist mittels der Stützeinrichtung 124 eine Möglichkeit geschaffen, eine obere Oberfläche 18a (in Fig. 4 nicht gezeigt) des unteren Ringflansches 18 gegen einen Abschnitt des Be-

tonkörpers zu pressen, um einen Kontakt herzustellen, ohne ein Verfüllen von Rissen mit zusätzlichem Beton oder Betonersatz.

**[0059]** Die Figuren 5 und 6 zeigen Varianten der Sicherungsvorrichtung 100, die an einem Fundamenteinbauteil 6 angebracht ist. Nachfolgend wird im Wesentlichen auf die Unterschiede eingegangen, und zu dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 gleiche und ähnliche Elemente werden mit gleichen Bezugszeichen versehen. Insofern wird vollumfänglich auf die obige Beschreibung zum ersten Ausführungsbeispiel (Fig. 4) Bezug genommen.

**[0060]** Im Wesentlichen unterscheiden sich die Ausführungsbeispiele gemäß der Figuren 5 und 6 von dem in Fig. 4 dadurch, dass der Sicherungskörper 102 nicht unmittelbar an der oberen Oberfläche 16a des Ringflansches 16 anliegt, sondern von diesem vertikal, in Richtung der Zentralachse A, beabstandet ist. Dies hat den Vorteil, dass der Abschnitt 22 des Betonkörpers 2 nur teilweise entfernt werden muss, nämlich nur im Wesentlichen vertikal oberhalb der Fläche 16a. Zur Kopplung zwischen dem Befestigungsabschnitt 108 des Sicherungskörpers 102 ist ein Stützblock 140 vorgesehen, der als Druckstab oder ebenfalls als Teilringsegment, entsprechend der Form des Sicherungskörpers 102, vorgesehen sein kann. Der Stützblock 140 überträgt eine Druckkraft von dem Befestigungsabschnitt 108 auf die Oberfläche 16a. Zur Befestigung ist wiederum eine Schraube 126 vorgesehen, die durch eine Durchgangsbohrung in dem Befestigungsabschnitt 108 verläuft und in einem mit Innengewinde versehenes Sackloch 128 im Ringflansch 16 eingeschraubt ist. Eine zusätzliche form- oder stoffschlüssige Verbindung zwischen Stützblock 140 und Befestigungsabschnitt 108 und/oder Ringflansch 16 ist nicht erforderlich, auch wenn in einzelnen Ausführungsformen der Stützblock 140 einstückig an dem Sicherungskörper 102, 104, 106 angebracht sein kann. Gemäß dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 6 ist in dem Stützabschnitt 114 des Sicherungskörpers 102 wiederum eine Stützeinrichtung 124 vorgesehen, die identisch zu der Stützeinrichtung 124 gemäß dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 4 ausgebildet ist. Insofern wird auf die obige Beschreibung Bezug genommen.

**[0061]** Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 ist keine Stützeinrichtung vorgesehen, sondern der Stützabschnitt 114 des Sicherungskörpers 102 liegt unmittelbar auf einer Oberfläche des Abschnitts 23 des Betonkörpers 2 auf. Je nach Beschaffenheit der Oberfläche des Abschnitts 23 und den aufzunehmenden Kräften, kann diese Ausführung bevorzugt sein, da dadurch zusätzliche Elemente vermieden werden. Eine Vorspannung kann in einem solchen Fall durch die Schraube 126 erfolgen, da aufgrund des Druckstücks 140 ein planes Anliegen des Befestigungsabschnitts 108 auf der Oberfläche 16a nicht erforderlich ist. Mittels der Schraube 126 in dem Ausführungsbeispiel von Fig. 5 kann daher ebenfalls ein Anheben des Fundamenteinbauteils 6 und damit Anpressen einer oberen Oberfläche 18a des unteren

Ringflansches 18 gegen den Betonkörper 2 erzielt werden.

**[0062]** Fig. 7 verdeutlicht nochmals das Vorspannen der Sicherungsvorrichtung 100 mittels der Stützeinrichtung 124. In Fig. 7 ist ein Vollschnitt durch ein Fundament 1 und ein darin eingebautes Fundamenteinbauteil 6 dargestellt. Die Sicherungsvorrichtung 100 ist entsprechend der gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel aus Fig. 4 ausgebildet. Die Stützeinrichtung 124 ist in Fig. 7 so vorgespannt, dass eine Druckkraft  $F_D$  mittels der Stützeinrichtung 124 auf den Abschnitt 23 des Betonkörpers 2 aufgebracht wird. Dadurch wird das Fundamenteinbauteil 6 mit Bezug auf Fig. 7 nach oben gezogen, sodass die obere Oberfläche 18a des unteren Ringflansches 18 gegen einen Abschnitt 21 des Betonkörpers 2 gepresst wird. Dies wird durch die Flanschkraft  $F_{18}$  angedeutet. Wird nun der Turm, wie in Fig. 1 gezeigt belastet, wird ein Abheben der oberen Oberfläche 18a von dem Abschnitt 21 des Betonkörpers 2 vermieden, wodurch die Stabilität erhöht ist.

**[0063]** Gemäß den Fig. 8 bis 10 ist ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Gleiche und ähnliche Elemente sind mit denselben Bezugszeichen wie in den ersten drei Ausführungsbeispielen bezeichnet. Insofern wird vollumfänglich auf die obige Beschreibung zu den ersten drei Ausführungsbeispielen Bezug genommen.

**[0064]** Das Fundamenteinbauteil 6 gemäß den Figuren 8 und 9 entspricht im Wesentlichen dem Fundamenteinbauteil 6 gemäß Fig. 1 und 2. Das Fundamenteinbauteil 6 gemäß Fig. 8 und 9 weist einen im Wesentlichen zylindrischen bzw. rohrförmigen Grundkörper 8 auf, an dem sich zwei Ringflansche 16, 18 erstrecken, wobei vom oberen Ringflansch 16 nur der nach innen ragende Teil zu erkennen ist. Am oberen Ende des Fundamenteinbauteils 6 ist ferner ein Anschlussflansch 10 vorgesehen, der eine Vielzahl an Durchgangslöchern 11 aufweist, sodass ein Turm 14 einer Windenergieanlage (vgl. Fig. 1) an dem Fundamenteinbauteil 6 befestigbar ist.

**[0065]** Die Stützabschnitte 114, 116, 118 der Sicherungskörper 102, 104, 106 weisen jeweils eine Aufnahmeeinrichtung 122 zur Aufnahme einer Stützeinrichtung auf. Die Aufnahmeeinrichtung 122 ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel als zweite Mehrzahl an Durchgangslöchern ausgebildet. Zusätzlich weisen die Sicherungskörper 102, 104, 106 eine mehrere Verstärkungsstreben, die hier als Knotenbleche 190 ausgebildet sind, auf (in Fig. 8 und 9 nur eine mit Bezugszeichen versehen), wodurch einer Deformation der Sicherungskörper 102, 104, 106 und damit einem ungewollten "Absacken" des Fundamenteinbauteils 6 entgegen gewirkt wird. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel (Fig. 8 bis 10) sind an jedem Sicherungskörper 102, 104, 106 jeweils fünf Knotenbleche 190 angeordnet, sodass die Sicherungsvorrichtung 100 insgesamt 15 Knotenbleche 190 aufweist. Für eine Detaillierung wird auf Fig. 10 verwiesen, die im Folgenden beschrieben werden wird.

**[0066]** Gemäß Fig. 10 ist ein Detailausschnitt des oberen Bereichs eines Fundamenteinbauteils 6 mit dessen Anschlussflansch 10 und oberen Ringflansch 16 sowie der Sicherungsvorrichtung 100 gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel in perspektivischer Darstellung gezeigt. Weiterhin zeigt Fig. 10 drei Knotenbleche 190, die sich senkrecht zu einer flächigen Ausdehnung des Sicherungskörpers 102 erstrecken und an diesem angeordnet sind. Die Knotenbleche 190 sind schweißtechnisch im Stegstoß durch eine Doppelkehlnaht 192 am Sicherungskörper 102, 104, 106 befestigt. Die Knotenbleche 190 weisen jeweils einen Kontaktabschnitt 194 auf, mit dem sie in Anlage mit dem Anschlussflansch 10 des Fundamenteinbauteils 6 sind. Der Kontaktabschnitt 194 weist ferner eine Stützeinrichtung 196 auf, die gemäß diesem Ausführungsbeispiel als Druckschraube 198 mit einem Kugelteller 200 ausgebildet ist. Dazu befindet sich bevorzugt ein Innengewinde im oberen Bereich des Knotenblechs. Die Druckschraube 198 ist durch dieses Innengewinde geschraubt, um mit dem Schraubenfuß und einem geeigneten Kugelteller 200 eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Anschlussflansch 10 und der Versteifungsstrebe zu realisieren. Durch die Druckschraube 198 besteht die Möglichkeit zur Realisierung einer axialen Vorspannung des Sicherheitskörpers 102, 104, 106 über eine Einstellung der Neigung des entsprechenden Knotenblechs 190 zur Achse A. Die Stützeinrichtung 196 ist im Wesentlichen entsprechend der Stützeinrichtung 124 ausgebildet und insofern wird auf die obige Beschreibung der Stützeinrichtung 124 Bezug genommen. Auch wenn bei diesem Ausführungsbeispiel (Fig. 8 bis 10) Stützeinrichtungen 124 an dem Stützabschnitt 114, 116, 118 vorgesehen sind, soll verstanden werden, dass dies nicht zwingend erforderlich ist, sondern der Stützabschnitt 114, 116, 118 ebenso entsprechend dem dritten Ausführungsbeispiel (Fig. 4) ausgebildet sein kann.

#### Patentansprüche

1. Sicherungs-Vorrichtung (100) zum zusätzlichen Sichern eines Fundaments (1), welches ein in einen Betonkörper (2) eingebautes Fundamenteinbauteil (6) zur Aufnahme eines Bauwerks (14), insbesondere eines Turms einer Windenergieanlage aufweist, wobei die Sicherungs-Vorrichtung (100) wenigstens einen Sicherungskörper (102, 104, 106) mit einem Befestigungsabschnitt (108, 110, 112) und einem Stützabschnitt (114, 116, 118) aufweist, wobei der Befestigungsabschnitt (108, 110, 112) zur Befestigung des Sicherungskörpers (102, 104, 106) an dem Fundamenteinbauteil (6) ausgebildet ist und der Stützabschnitt (114, 116, 118) zum Einleiten von Fundamentkräften in einen vom Fundamenteinbauteil (6) entfernten Abschnitt (23) des Betonkörpers (2) ausgebildet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei ein maximaler Außendurchmesser der Sicherungs-Vorrichtung (100) größer ist als ein maximaler Außendurchmesser des Fundamenteinbauteils (6).
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Sicherungskörper (102, 104, 106) als Ringsegment, insbesondere Halb-, Drittel- oder Viertelringsegment, und vorzugsweise im Wesentlichen eben ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Befestigungsabschnitt (108, 110, 112) eine erste Mehrzahl an Durchgangslöchern (120) zur Aufnahme von Befestigungsmitteln zur Befestigung des Sicherungskörpers (102, 104, 106) an dem Fundamenteinbauteil (6) aufweist.
5. Vorrichtung nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, wobei an dem Sicherungskörper (102, 104, 106) wenigstens eine Versteifungsstrebe angeordnet ist, die einen Kontaktabschnitt (194) aufweist, der dazu eingerichtet ist mit einem Abschnitt eines Fundamenteinbauteils und/oder einem daran angeordneten Bauwerk in Anlage zu kommen.
6. Vorrichtung nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Stützabschnitt (114, 116, 118) des Sicherungskörpers (102, 104, 106) wenigstens eine Aufnahmeeinrichtung (122) für eine Stützeinrichtung (124) aufweist, wobei die Aufnahmeeinrichtung (122) vorzugsweise eine zweite Mehrzahl an Durchgangslöchern aufweist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei der Kontaktabschnitt (194) der Versteifungsstrebe wenigstens eine Stützeinrichtung (196) aufweist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Stützeinrichtung (124, 196) wenigstens eine Druckschraube (130) mit einem Kugelteller (132) aufweist.
9. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Stützeinrichtung (124, 196) wenigstens eines der folgenden aufweist:
  - einen Hartgummikörper;
  - ein Federelement, insbesondere eine Tellerfeder;
  - einen Hydraulikzylinder;
  - einen Schwingungsdämpfer;
  - einen Maschinenfuß; und/oder
  - ein Spannceilpaar.
10. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 5, wobei der Stützabschnitt (114, 116, 118) des Sicherungskörpers (102, 104, 106) dazu ausgebildet ist, unmittelbar auf dem vom Fundamentein-

bauteil (6) entfernten Abschnitt (23) des Betonkörpers (2) aufzuliegen.

11. Fundament (1) für ein Bauwerk (14), insbesondere einen Turm einer Windenergieanlage, mit:

einem Betonkörper (2), und  
einem in den Betonkörper (2) eingebauten Fundamenteinbauteil (6), welches einen Grundkörper (8) aufweist, an dem sich wenigstens ein Ringflansch (16, 18) erstreckt, der als axiale Verankerung des Fundamenteinbauteils (6) in dem Betonkörper (2) dient, wobei das Fundamenteinbauteil (6) mit seiner Zentralachse (A) im Wesentlichen vertikal ausgerichtet eingebaut ist,

**gekennzeichnet durch** eine Sicherungs-Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 10.

12. Fundament nach Anspruch 11, wobei zwischen dem Stützabschnitt (114, 116, 118) und dem Betonkörper (2) wenigstens ein Druckstück (134) zur Übertragung von Fundamentkräften von dem Stützabschnitt (114, 116, 118) in den Betonkörper (2) vorgesehen ist, welches vorzugsweise mittels einer Vergussmasse (136) im Wesentlichen horizontal ausgerichtet an dem Betonkörper (2) in dem vom Fundamenteinbauteil (6) entfernten Abschnitt (23) befestigt ist.

13. Verfahren zum Sichern eines Fundaments (1) für ein Bauwerk (14), insbesondere einen Turm einer Windenergieanlage, mit:

einem Betonkörper (2), und  
einem in den Betonkörper (2) eingebauten Fundamenteinbauteil (6), welches einen Grundkörper (8) aufweist, an dem sich wenigstens ein Ringflansch (16, 18) erstreckt, der als axiale Verankerung des Fundamenteinbauteils (6) in dem Betonkörper (2) dient, und das Fundamenteinbauteil (6) mit seiner Zentralachse (A) im Wesentlichen vertikal ausgerichtet eingebaut ist, aufweisend den Schritt:

- Abstützen des Fundamenteinbauteils (6) auf einem vom Fundamenteinbauteil (6) entfernten Abschnitt (23) des Betonkörpers (2).

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei sich axial beabstandet wenigstens zwei Ringflansche (16, 18) an dem Grundkörper (8) erstrecken, aufweisend den Schritt:

- Pressen der oberen Oberfläche (18a) des unteren Ringflansches (18) gegen einen Abschnitt

(21) des Betonkörpers (2).

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 14, wobei sich axial beabstandet wenigstens zwei Ringflansche (16, 18) an dem Grundkörper (8) erstrecken, aufweisend wenigstens einen der Schritte:

- Verspannen des Fundamenteinbauteils (6) in vertikaler Richtung nach oben.  
- Freilegen einer oberen Oberfläche (16a) des oberen Ringflansches (16);  
- Einbringen einer Mehrzahl Gewindebohrungen (128) in die obere Oberfläche (16a) des oberen Ringflansches (16);  
- Drücken mittels einer Stützeinrichtung (124) gegen den Stützabschnitt (114, 116, 118) zum Verspannen des Fundamenteinbauteils (6);  
- Anordnen wenigstens eines Druckstücks (134) auf einer Oberfläche des vom Fundamenteinbauteil (6) entfernten Abschnitts (23) des Betonkörpers (2).

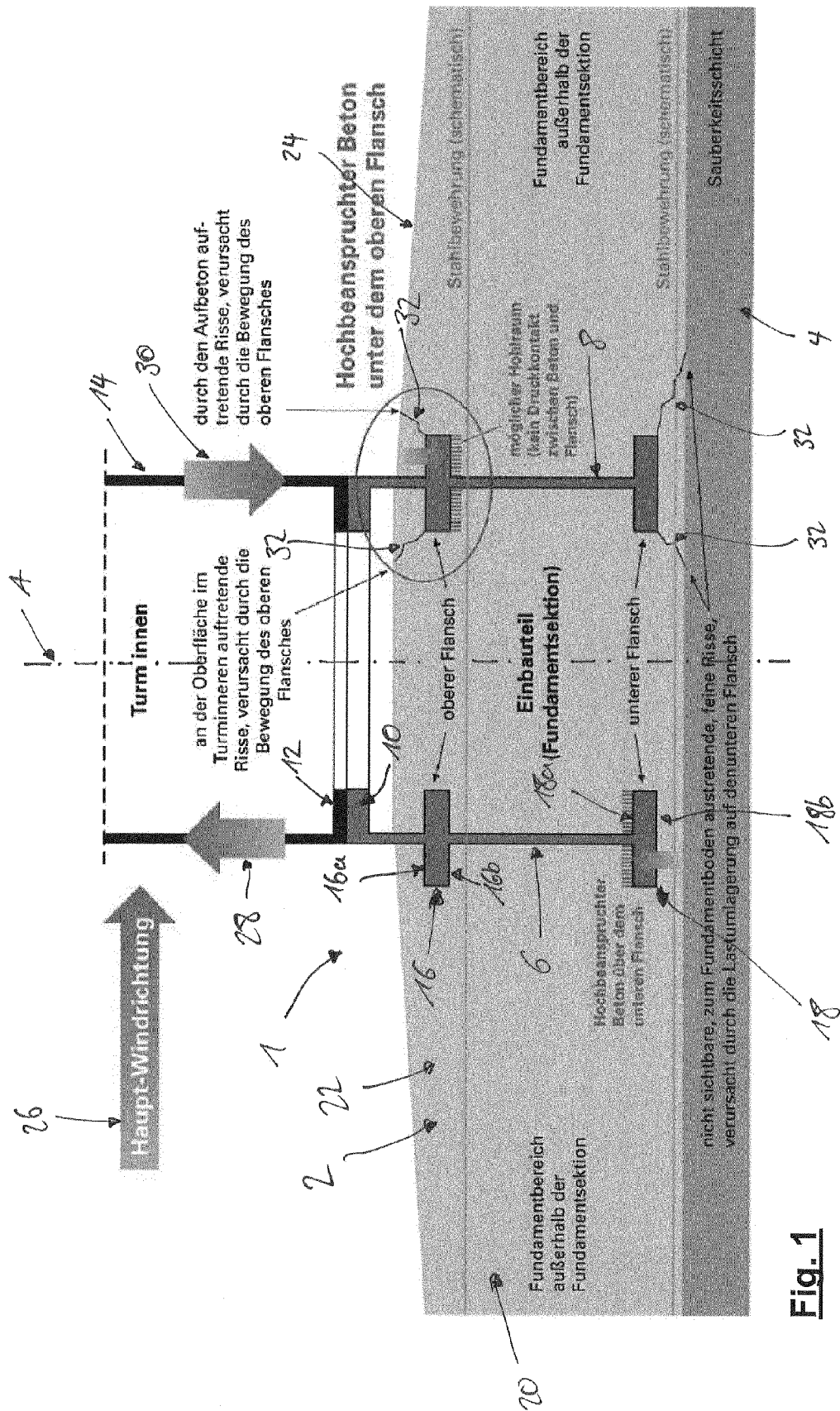
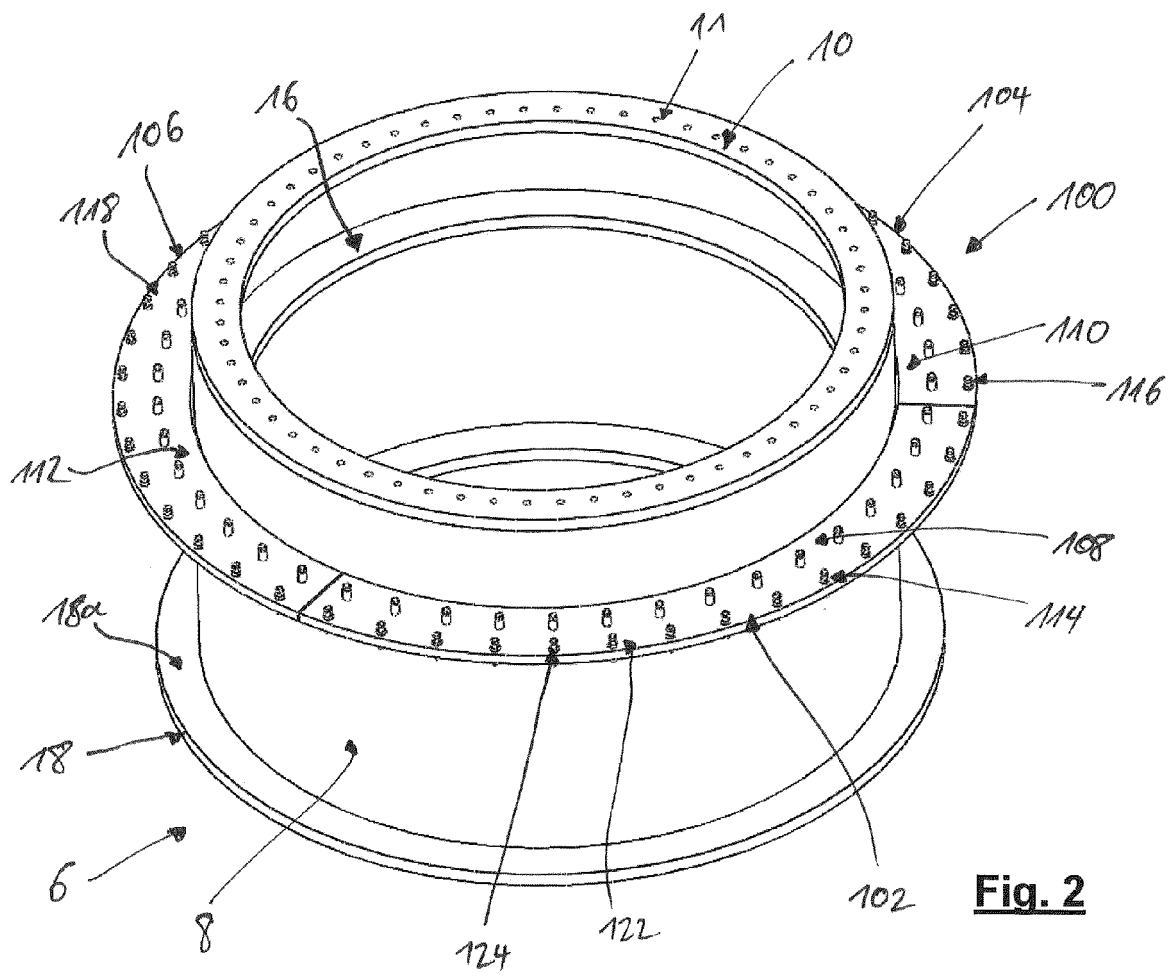
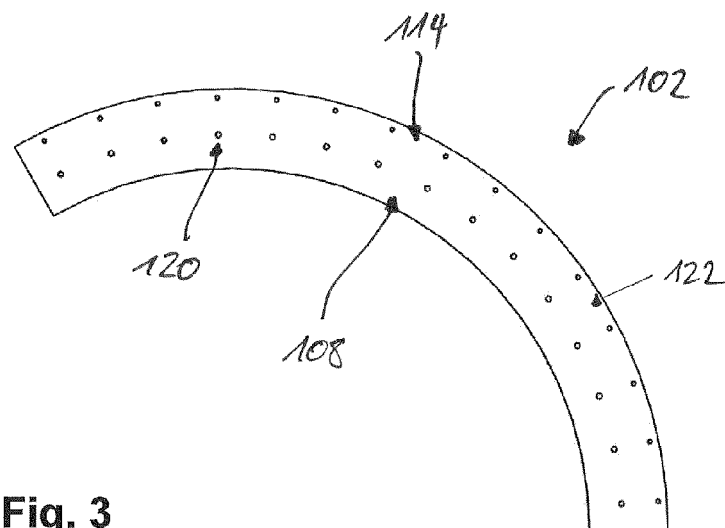


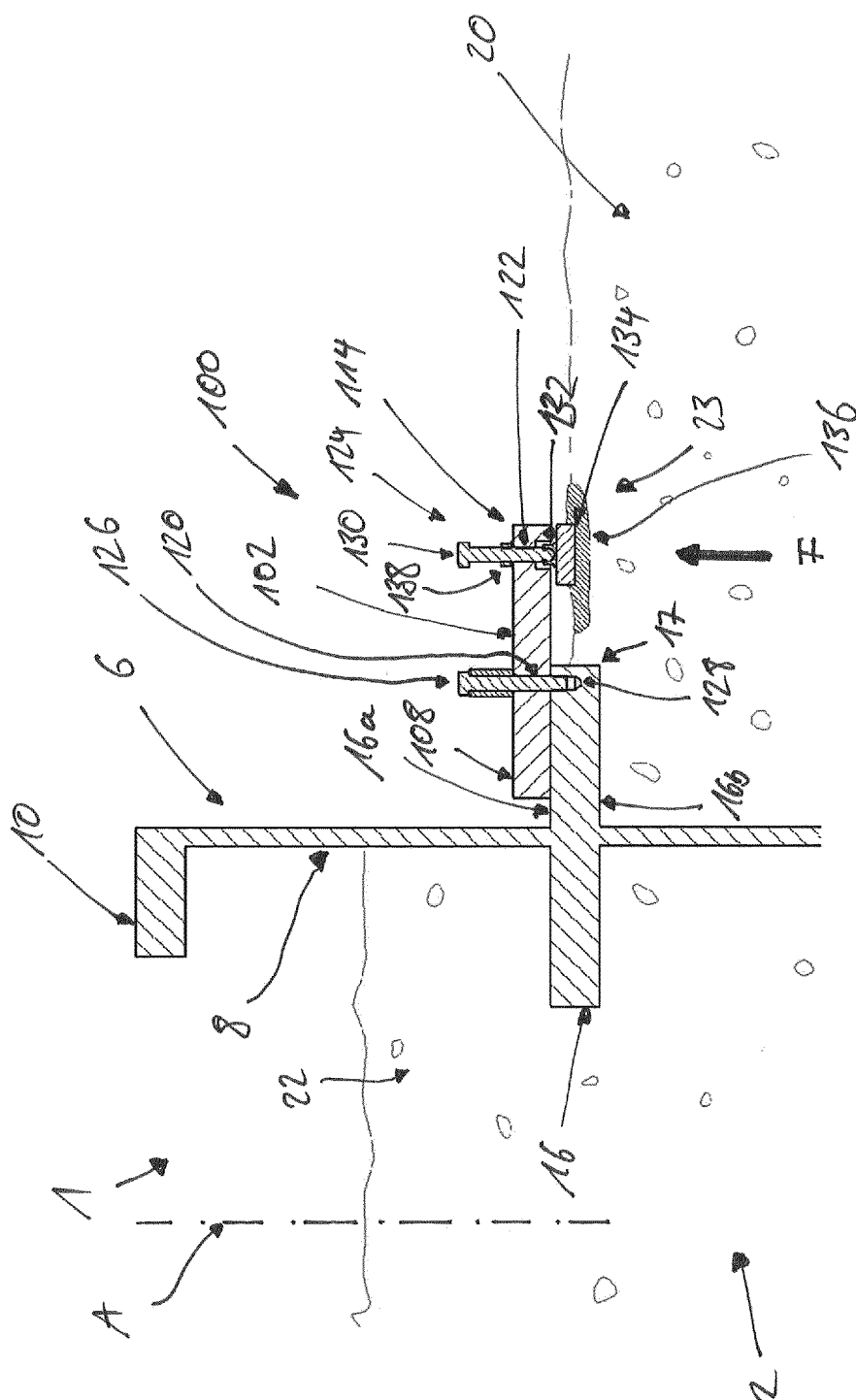
Fig. 1



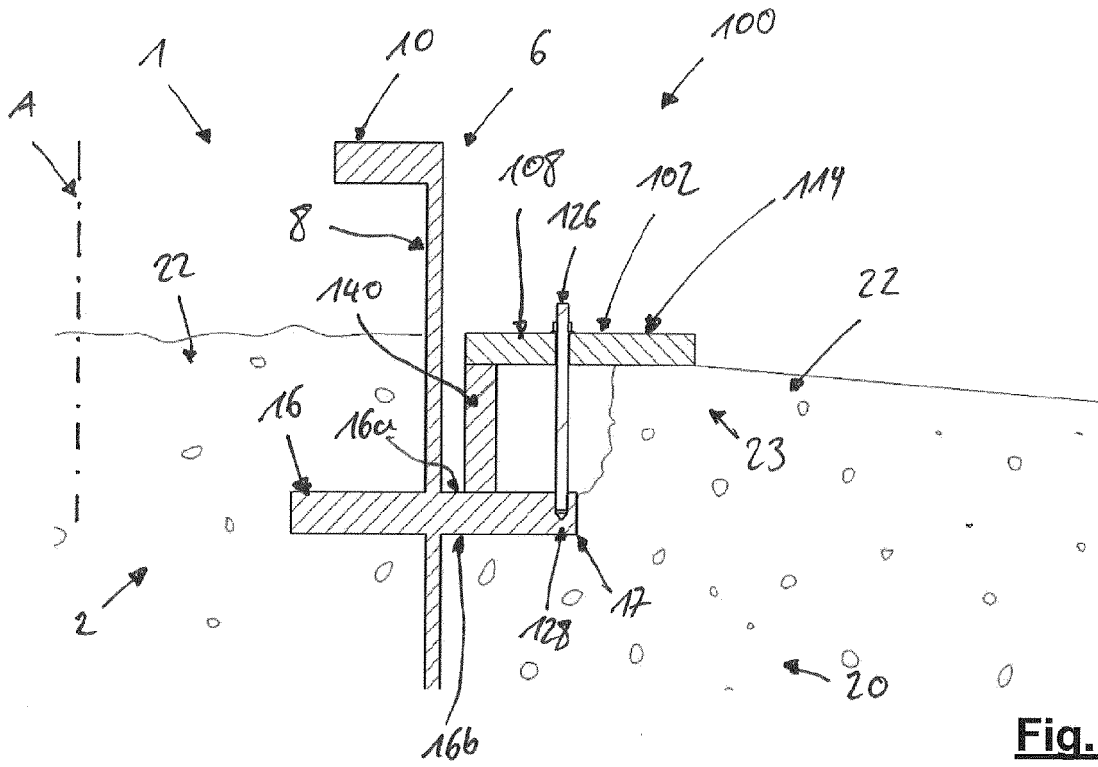
**Fig. 2**



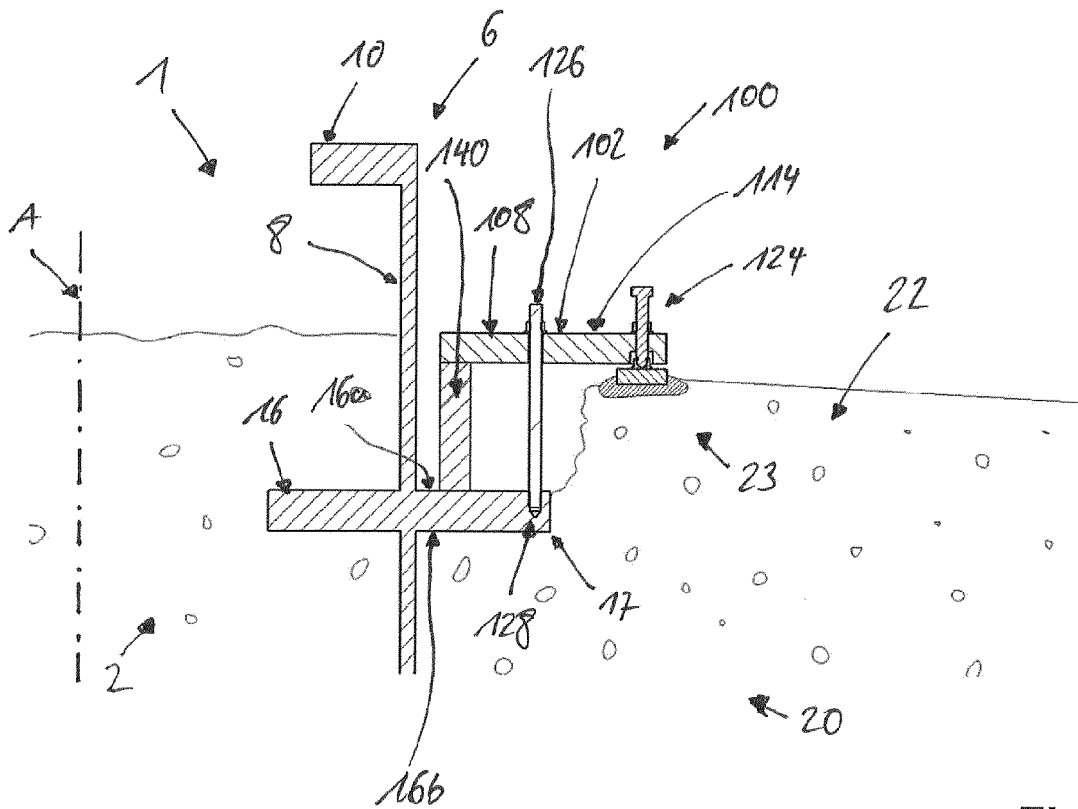
**Fig. 3**



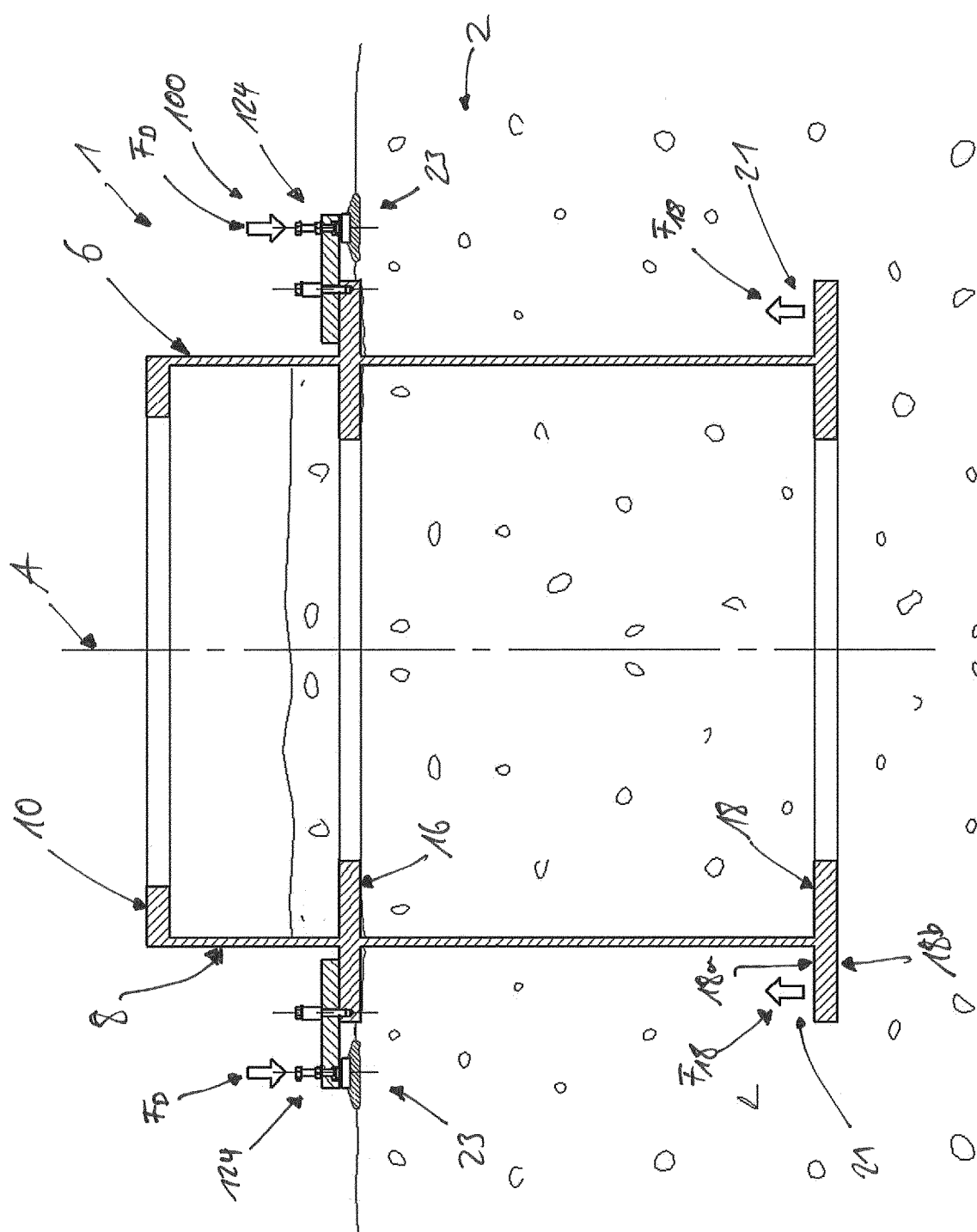
**Fig. 4**



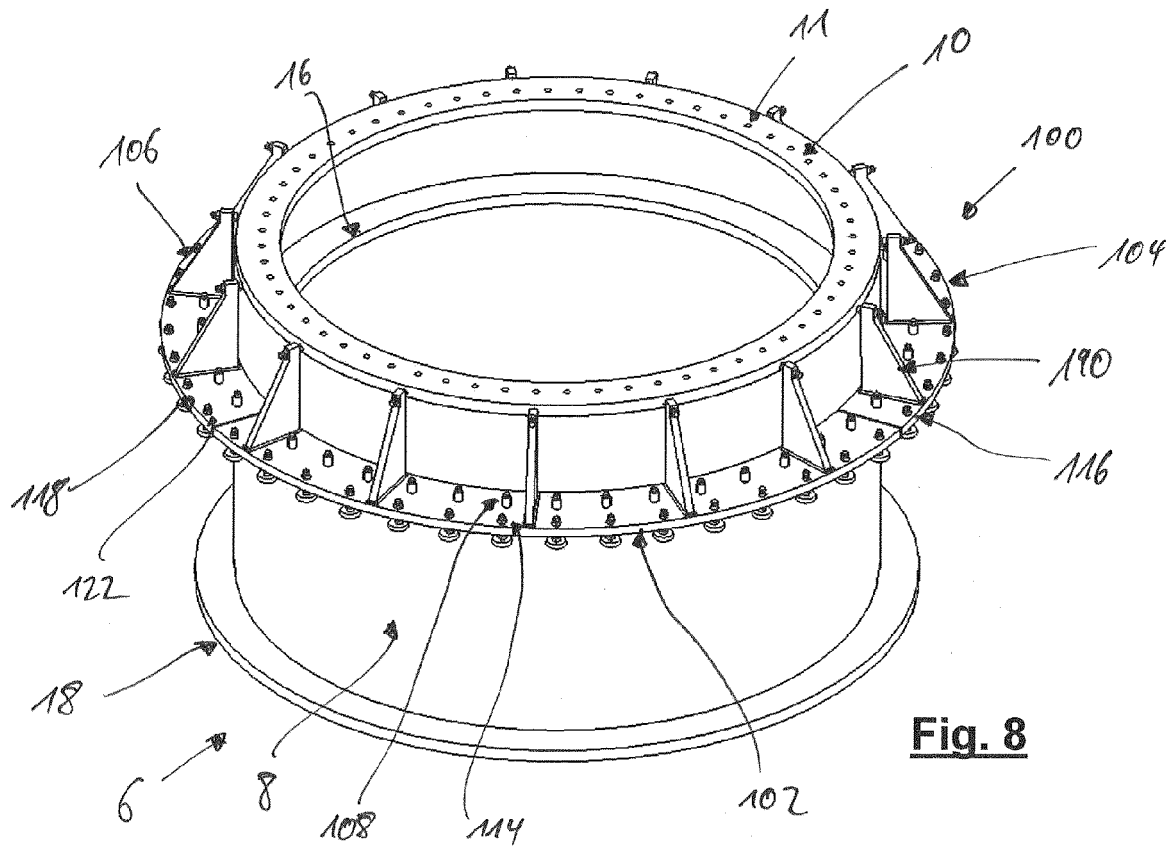
**Fig. 5**



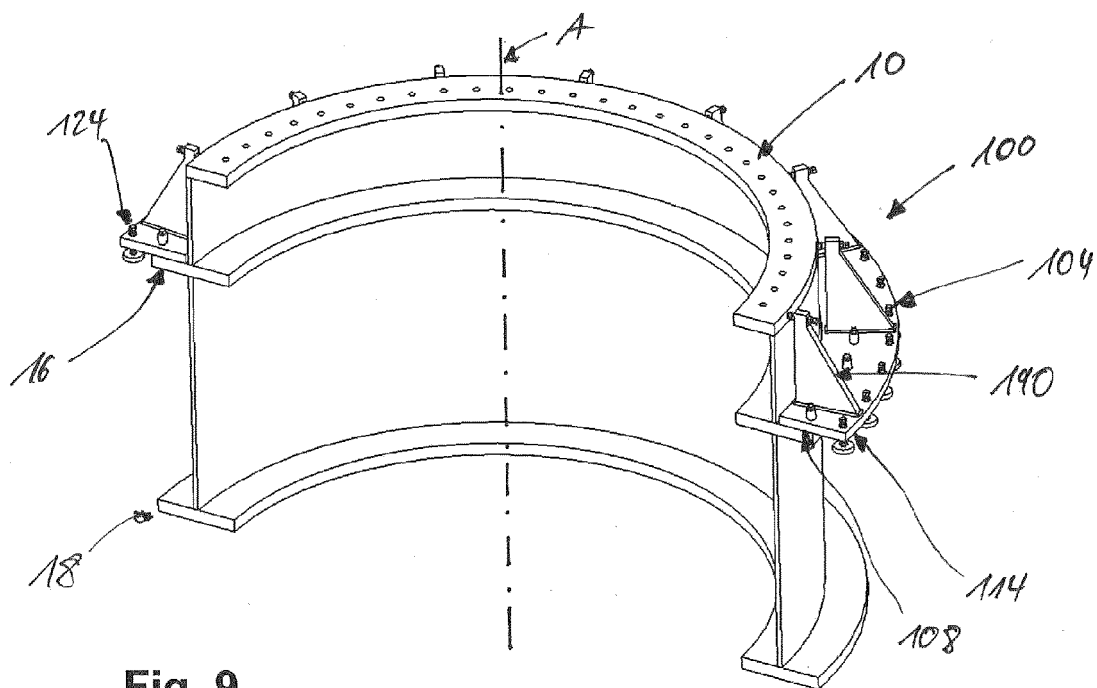
**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**



**Fig. 9**





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 15 15 6696

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                           | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 2013/255169 A1 (HENDERSON ALLAN P [US])<br>3. Oktober 2013 (2013-10-03)<br>* das ganze Dokument *<br>----- | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | INV.<br>E02D27/42                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | E02D                               |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                               | Abschlußdatum der Recherche<br><b>27. Juli 2015</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Prüfer<br><b>Geiger, Harald</b>    |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                               | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 15 6696

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-07-2015

| 10 | Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |               | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----|----------------------------------------------------|----|-------------------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|
|    | US 2013255169                                      | A1 | 03-10-2013                    | CA                                | 2810854 A1    | 30-09-2013                    |
|    |                                                    |    |                               | US                                | 2013255169 A1 | 03-10-2013                    |
| 15 |                                                    |    |                               | US                                | 2014223846 A1 | 14-08-2014                    |
|    |                                                    |    |                               | US                                | 2014237923 A1 | 28-08-2014                    |
|    | -----                                              |    |                               |                                   |               |                               |
| 20 |                                                    |    |                               |                                   |               |                               |
| 25 |                                                    |    |                               |                                   |               |                               |
| 30 |                                                    |    |                               |                                   |               |                               |
| 35 |                                                    |    |                               |                                   |               |                               |
| 40 |                                                    |    |                               |                                   |               |                               |
| 45 |                                                    |    |                               |                                   |               |                               |
| 50 |                                                    |    |                               |                                   |               |                               |
| 55 |                                                    |    |                               |                                   |               |                               |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur**

- **BOSSE.** *Erneuerbare Energien*, Februar 2009, 24-30 [0006]