



(10) **DE 10 2019 129 354 A1** 2021.05.06

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 129 354.5**  
(22) Anmeldetag: **30.10.2019**  
(43) Offenlegungstag: **06.05.2021**

(51) Int Cl.: **E04H 12/16 (2006.01)**  
**E04C 5/08 (2006.01)**  
**E04C 5/12 (2006.01)**  
**F03D 13/20 (2016.01)**

(71) Anmelder:  
**Max Bögl Wind AG, 92369 Sengenthal, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Canzler & Bergmeier Partnerschaft  
mbB, 85055 Ingolstadt, DE**

(72) Erfinder:  
**Betz, Thorsten, 92318 Neumarkt, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

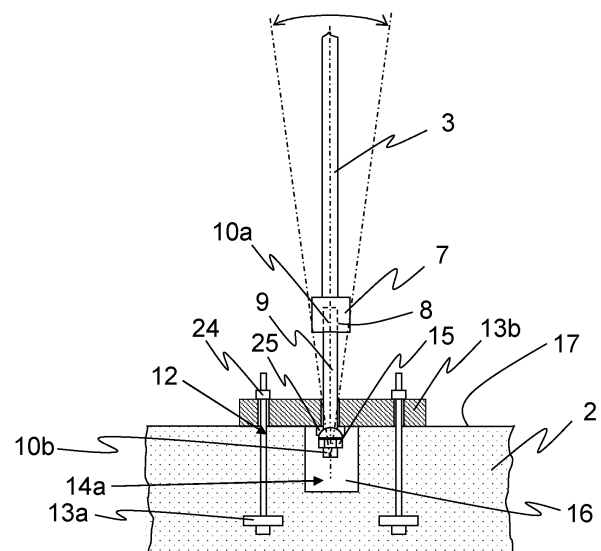
DE	10 2010 010 347	A1
DE	10 2013 108 692	A1
DE	10 2018 107 421	A1
US	2013 / 0 212 963	A1
EP	1 262 614	B1
EP	2 738 322	B1
WO	2017/ 039 975	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Mit wenigstens einem Spannglied vorgespanntes Bauwerk sowie Verfahren zur Herstellung eines mit wenigstens einem Spannglied vorgespannten Bauwerks**

(57) Zusammenfassung: Ein Bauwerk, insbesondere Windkraftturm (1), welches mit wenigstens einem Spannglied (3) vorgespannt ist, weist ein Fundament (2), einen Turmschnitt aus Beton (4), insbesondere aus mehreren übereinander angeordneten Betonfertigteilen (5), sowie ein Kopfstück (6) auf, wobei das Spannglied (3) zumindest an einem seiner Enden mit einem Spanngliedanker (7,7a,7b) versehen ist. Der Spanngliedanker (7,7a,7b) weist eine Aufnahme (8) auf, in welcher ein erstes Ende (10a) einer Ankerstange (9) befestigt ist, insbesondere eingeschraubt. Ein zweites Ende (10b) der Ankerstange (9) ist an dem Fundament (2) oder an dem Kopfstück (6) verankert. Bei einem entsprechenden Verfahren zur Herstellung eines Bauwerks wird ein erstes Ende (10a) einer Ankerstange (9) in einer Aufnahme (8) eines Spanngliedankers (7,7a,7b) befestigt, insbesondere eingeschraubt, und ein zweites Ende (10b) der Ankerstange (9) an dem Fundament (2) oder an dem Kopfstück (6) verankert.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bauwerk, insbesondere einen Windkraftturm, welcher mit wenigstens einem Spannglied vorgespannt ist. Das Bauwerk weist weiterhin ein Fundament, einen Turmabschnitt aus Beton, insbesondere aus mehreren übereinander angeordneten Betonfertigteilen, sowie ein Kopfstück auf. Das Spannglied ist an zumindest einem seiner Enden mit einem Spanngliedanker versehen.

**[0002]** Vorgespannte Bauwerke sind im Stand der Technik in verschiedenen Ausführungen bekannt geworden und werden beispielsweise auch bei Windkrafttürmen eingesetzt. Nach einer ersten Ausführung werden dabei die Spannglieder in innerhalb des Betonquerschnitts vorgesehenen Spannkanälen geführt. Ein Windkraftturm, bei dem die Spannglieder in Spannkanälen innerhalb der Wandung des Betonturms geführt sind, ist beispielsweise in der EP 2 738 322 B1 gezeigt.

**[0003]** Aus der EP 1 262 614 B1 ist ein Windkraftturm bekannt, bei dem die Spannglieder außerhalb der Turmwandung durch das Innere des Turmbauwerks geführt sind. Die Spannglieder sind dabei einerseits in einem Kopflagerelement und andererseits an einem Fußlagerelement im Fundament festgelegt. Um die Spannanker der Spannglieder unterbringen zu können und die Pressen zum Vorspannen ansetzen zu können, ist ein sogenannter Spannkeller vorgesehen. Das Fundament beinhaltet hierdurch eine Art ringförmige Konsole, durch welche die Spannglieder hindurchgeführt werden und unterhalb welcher sie im Spannkeller verankert werden. Das Fundament muss aufgrund des Spannkellers und der Konsole vergleichsweise massiv ausgeführt werden und mit einer starken Bewehrung versehen werden.

**[0004]** Um einen Spannkeller zu vermeiden, wurden auch schon Konstruktionen mit Rückhängevorrichtungen vorgeschlagen. Die eingangs genannte EP 2 738 322 B1 zeigt eine derartige Ausführung. Die Rückhängevorrichtung umfasst dort eine Ankerplatte sowie mit der Ankerplatte verbundene Ankerstäbe, die in das Fundament eingegossen sind. Die Ankerstäbe ragen an der Oberseite des Fundamentes aus diesem heraus. Der unterste Turmabschnitt ist mit Aussparungen versehen, in welchem der herausragende Teil des Ankerstabes sowie ein Verbindungselement zur Verbindung mit dem durch die Turmwandung geführten Spannglied untergebracht werden können.

**[0005]** Eine ähnliche Ausführung einer Rückhängekonstruktion ist weiterhin auch aus der WO 2017/039975 A1 bekannt. Zur Montage muss das Spannglied zunächst durch eine Öffnung des Verbindungselements eingefädelt werden. Anschlie-

ßend kann eine Spannpresse angesetzt werden, das Spannglied vorgespannt werden und schließlich an dem Verbindungselement verankert werden. Das Einfädeln der Spannglieder in das Verbindungselement ist aufwendig. Zudem ist auch bei dieser Ausführung für das Ansetzen der Spannpressen ein vergleichsweise großer Platzbedarf vorzusehen.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein vorgespanntes Bauwerk vorzuschlagen, bei welchem die Montage und das Vorspannen der Spannglieder erleichtert ist. Weiterhin soll ein entsprechendes Verfahren vorgeschlagen werden.

**[0007]** Die Aufgabe wird gelöst durch ein Bauwerk bzw. ein Verfahren mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche.

**[0008]** Ein Bauwerk, insbesondere ein Windkraftturm, welches mit wenigstens einem Spannglied vorgespannt ist, weist ein Fundament, einen Turmabschnitt aus Beton, insbesondere aus mehreren übereinander angeordneten Betonfertigteilen, sowie ein Kopfstück auf. Das Spannglied ist zumindest an einem seiner Enden mit einem Spanngliedanker versehen. Es ist vorgesehen, dass der Spanngliedanker eine Aufnahme aufweist, in welcher ein erstes Ende einer Ankerstange befestigt ist, und dass ein zweites Ende der Ankerstange an dem Fundament oder an dem Kopfstück verankert ist.

**[0009]** Bei dem entsprechenden Verfahren zur Herstellung eines mit wenigstens einem Spannglied vorgespannten Bauwerks, das ein Fundament, einen Turmabschnitt aus Beton sowie ein Kopfstück aufweist, ist das Spannglied an zumindest einem seiner beiden Enden mit einem Spanngliedanker versehen. Dabei ist vorgesehen, dass ein erstes Ende einer Ankerstange in einer Aufnahme des Spanngliedankers befestigt wird und dass ein zweites Ende der Ankerstange an dem Fundament oder an dem Kopfstück verankert wird.

**[0010]** Das Spannglied wird somit nicht mehr direkt an dem Fundament oder an dem Kopfstück verankert, sondern indirekt mittels einer zusätzlichen Ankerstange, welche in Verlängerung des Spannglieds angeordnet ist.

**[0011]** Dies bringt zahlreiche Vorteile mit sich. So müssen die sehr langen und schweren Spannglieder nicht mehr durch die Konsole des Fundaments oder des Kopfstückes, oder im Falle einer Rückhängekonstruktion, durch die Öffnung einer Ankerplatte, hindurchgeführt werden. Vielmehr ist es ausreichend, die sehr kurze Ankerstange an dem Fundament, dem Kopfstück oder der Rückhängekonstruktion zu verankern. Das Spannglied und die Ankerstange können dann in einfacher Weise mittels der Aufnahme an einer gut zugänglichen Stelle verbunden werden.

Die Montage wird hierdurch auch flexibler und das Spannglied kann, je nach Ausführung der Verankerung und der Spannvorrichtung, sowohl vor als auch nach bzw. erst während des Vorspannens mit der Ankerstange verbunden werden. Auch der Austausch sowie der Einsatz alternativer Spannglieder ohne Änderung der Verankerungsschnittstelle ist erleichtert. Auch können die Spannpressen aufgrund der besseren Zugänglichkeit der Spanngliedanker besser angesetzt werden und es können gegebenenfalls auch kleinere Spannpressen verwendet werden.

**[0012]** Vorteilhafterweise wird bzw. ist das erste Ende der Ankerstange in die Aufnahme des Spanngliedankers eingeschraubt. Die Aufnahme ist somit vorzugsweise als Gewinde, insbesondere als Innengewinde, ausgeführt. Die Ankerstange kann hierdurch einfach in die Aufnahme des Spanngliedankers eingedreht werden.

**[0013]** Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn der Spanngliedanker als Festanker ausgebildet ist. Aufgrund der besseren Zugänglichkeit der Verbindungsstelle zwischen dem Spannglied und der Ankerstange können dort Spannpressen gut angesetzt werden und mit dem Spanngliedanker verbunden werden. Das Vorsehen von Spannankern, die wesentlich aufwendiger sind und einen höheren Platzbedarf haben, ist hierdurch nicht mehr erforderlich.

**[0014]** Auch ist es von Vorteil, wenn die Ankerstange in axialer Verlängerung des Spannglieds in dem Spanngliedanker befestigt ist bzw. wird. Die Ankerstange weist hierdurch keinen seitlichen Versatz (quer zur Spannglied- bzw. Ankerlängsachse) zu dem Spannglied auf. Durch die direkte axiale Lastweiterleitung wird der Kraftfluss nicht gestört. Außerdem kann der Spanngliedanker kompakt ausgeführt werden. Ist die Aufnahme als Gewinde ausgeführt, so wird hierdurch eine besonders gute Zentrierung der Ankerstange in Bezug auf das Spannglied erreicht.

**[0015]** Ebenso ist es vorteilhaft, wenn das erste Ende der Ankerstange mittels eines Adapterstücks wie z.B. einer Reduziermutter oder einer Reduziermuffe in dem Spanngliedanker befestigt wird. Hierdurch können Ankerstangen verschiedenen Durchmessers wie auch verschiedene Spannglieder miteinander kombiniert werden, indem unterschiedliche Reduziermutter oder -muffen eingesetzt werden. Die Ankerstangen können auch an ihrem ersten Ende mit einer standardisierten Anbindung versehen werden und dennoch durch das Adapterstück mit verschiedenen Spanngliedern bzw. Spannsystemen kombiniert werden. Auch der Austausch von Spanngliedern ist erleichtert.

**[0016]** Vorteilhaft bei der Verwendung einer Muffe, insbesondere einer Reduziermuffe ist es weiterhin, dass diese auch der Aufnahme von durch das Vor-

spannen entstehender Überlängen der Spannglieder dienen kann.

**[0017]** Die Vorteile der Erfindung kommen insbesondere in Kombination mit einer Rückhängekonstruktion zum Tragen. Entsprechend ist es vorteilhaft, wenn das zweite Ende der Ankerstange an einer in das Fundament eingebetteten Rückhängevorrichtung verankert ist bzw. wird. Die Montage der Spannglieder sowie der Ankerstangen ist hierdurch erleichtert, da ein Durchfädeln der Ankerstangen durch die Konsole des Fundaments entfällt. Die Ankerstange muss beispielsweise lediglich mit der aus der Oberseite des Fundaments herausragenden Rückhängevorrichtung verbunden werden. Bildet die Ankerstange selbst einen Teil einer eingebetteten Rückhängevorrichtung, so kann diese auch bereits beim Gießen des Fundaments eingebracht werden und muss später nur noch mit dem Spanngliedanker verbunden werden.

**[0018]** Die Rückhängevorrichtung umfasst vorzugsweise zumindest eine in das Fundament eingebettete, untere Ankerplatte. An dieser kann die Ankerstange direkt oder mittels weiterer Bauteile rückgehängt werden.

**[0019]** Vorteilhaft ist es zudem, wenn das zweite Ende der Ankerstange mittels wenigstens einer oberen Ankerplatte mit der Rückhängevorrichtung verbunden ist. Die obere Ankerplatte ist vorzugsweise zunächst lose, also nicht mit der eingebetteten Rückhängevorrichtung verbunden und erleichtert hierdurch die Anbindung des unteren Endes der Ankerstange. Im weiteren Verlauf empfiehlt es sich, die obere Ankerplatte vorzuspannen, so dass sie dauerhaft fest mit dem Fundament verbunden bzw. mit diesem in Kontakt bleibt.

**[0020]** Ebenso ist es vorteilhaft, wenn das zweite Ende der Ankerstange gelenkig an dem Kopfstück oder dem Fundament verankert ist. Hierdurch können Toleranzen leicht aufgenommen werden, ohne dass es zu einer unzulässigen Winkelabweichung der Spannglieder bzw. einem Abknicken der Spannglieder kommt. Die Anforderungen an die Positionsgenauigkeit der Rückhängevorrichtungen können hierdurch reduziert werden. Die gelenkige Verankerung kann beispielsweise mittels einer Kugelbundmutter und/oder einer Kalotte erreicht werden. Alternativ oder zusätzlich ist es aber auch möglich, eine in den Beton eingebettete Ankerstange mit einer Weichschicht bzw. einer weichen Hülle zu umgeben, die dann eventuelle Winkelabweichungen zwischen dem Spannglied und der Rückhängevorrichtung aufnimmt.

**[0021]** Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn das Fundament einen Hohlraum zur Aufnahme einer unteren Verankerung des zweiten Endes der Ankerstan-

ge aufweist, wobei vorzugsweise der Hohlraum in einer Oberseite des Fundaments vorgesehen ist. Beispielsweise kann in dem Hohlraum auch eine gelenkige Verankerung mit einer Kugelbundmutter gut aufgenommen werden. Weiterhin kann durch den Hohlraum ein Zugang zu einer unterhalb der Oberseite des Fundaments liegenden Verankerung geschaffen werden.

**[0022]** Bei dem Verfahren ist es weiterhin vorteilhaft, wenn das Spannglied mittels wenigstens einer Spannpressen vorgespannt wird. Hierdurch können auch große Spannwege realisiert werden und zugleich wird, im Gegensatz zu einer Vorspannung durch das Anbringen von Muttern, keine Torsion in das Spannglied eingetragen.

**[0023]** Beim Spannen der Spannglieder bringt es Vorteile mit sich, wenn zunächst das erste Ende der Ankerstange mit dem Spanngliedanker verbunden wird, anschließend mittels der wenigstens einen Spannpressen das Spannglied vorgespannt wird und erst nach dem Vorspannen das zweite Ende der Ankerstange an dem Fundament oder an dem Kopfstück verankert wird. Das Spannglied kann hierdurch mitsamt der Ankerstange nach unten vorgespannt werden, was das Ansetzen von Spannpressen erleichtert.

**[0024]** Ebenso ist es vorteilhaft, wenn das mit der Ankerstange verbundene Spannglied gegen das Fundament, insbesondere die Rückhängevorrichtung des Fundaments, oder gegen das Kopfstück gespannt wird.

**[0025]** Nach einer anderen Ausführung ist es vorteilhaft, wenn zunächst das zweite Ende der Ankerstange an dem Fundament verankert wird, anschließend mittels der wenigstens einen Spannpressen das Spannglied vorgespannt wird und erst nach dem Vorspannen das erste Ende der Ankerstange mit dem Spanngliedanker verbunden wird. Die Ankerstange kann dabei sowohl vor als auch nach dem Gießen des Fundaments an diesem verankert werden. Durch die vorhandenen Gewinde, an denen die Spannvorrichtung angreift, kann eine sehr gute Zentrierung erreicht werden, die sowohl für den vorteilhaften Kraftfluss als auch für die erforderliche Montagegenauigkeit beim Vorspannen erforderlich ist.

**[0026]** Dabei ist es vorteilhaft, wenn das Spannglied gegen die mit ihrem zweiten Ende an dem Fundament verankerte Ankerstange gespannt wird. Auch bei dieser Ausführung ist der Spanngliedanker gut zugänglich und das Ansetzen der Spannpressen erleichtert.

**[0027]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn eine erforderliche Länge des Spannglieds unter Berücksichtigung der Länge der Ankerstange(n) bestimmt wird,

die erforderliche Länge um einen Spannweg verkürzt wird und das Spannglied mit der verkürzten Länge vorkonfektioniert wird. Es muss hierdurch auch bei langen Spannwegen kein oder ein nur kleiner Bauraum für die Aufnahme von Überlängen der Spannglieder vorgesehen werden.

**[0028]** Weitere Vorteile der Erfindung sind in den nachfolgenden Ausführungsbeispielen beschrieben. Es zeigen:

**Fig. 1** eine schematische, geschnittene Darstellung eines vorgespannten Bauwerks in einer Übersichtsdarstellung,

**Fig. 2** eine abgebrochene, geschnittene Darstellung eines Spannglieds mit einer in einer Aufnahme aufgenommenen Ankerstange,

**Fig. 3** eine abgebrochene, geschnittene Darstellung eines Spannglieds mit einer in einer Aufnahme aufgenommenen Ankerstange nach einer zweiten Ausführung,

**Fig. 4** eine geschnittene Detailansicht einer unteren Verankerung in einem Fundament nach einer ersten Ausführung,

**Fig. 5a** das Spannen eines Spannglieds an einer unteren Verankerung nach einer ersten Ausführung,

**Fig. 5b** das Verankern einer Ankerstange nach dem Spannen des Spannglieds der **Fig. 5a**,

**Fig. 6** eine geschnittene Detailansicht einer unteren Verankerung in einem Fundament nach einer zweiten Ausführung,

**Fig. 7** das Spannen eines Spannglieds nach der zweiten Ausführung in einer schematischen, geschnittenen Detaildarstellung, sowie

**Fig. 8** das Spannen eines Spannglieds an einer oberen Verankerung in einer schematischen, geschnittenen Detaildarstellung.

**[0029]** Bei der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele werden identische oder in ihrer Gestaltung und/oder Wirkweise zumindest vergleichbare Merkmale mit gleichen Bezugszeichen versehen. Weiterhin werden diese lediglich bei ihrer erstmaligen Erwähnung detailliert erläutert, während bei den folgenden Ausführungsbeispielen lediglich auf die Unterschiede zu den bereits beschriebenen Ausführungsbeispielen eingegangen wird. Weiterhin sind aus Gründen der Übersichtlichkeit von mehreren identischen Bauteilen bzw. Merkmalen oftmals nur eines oder nur einige wenige beschriftet.

**[0030]** **Fig. 1** zeigt eine schematische, geschnittene Übersichtsdarstellung eines mittels wenigstens eines Spannglieds **3** vorgespannten Bauwerks. Das Bauwerk ist vorliegend als Windkraftturm **1** ausgeführt und weist ein Fundament **2**, einen Turmabschnitt **4**

aus Beton sowie ein Kopfstück **6** auf. Der Turmabschnitt **4** aus Beton besteht vorliegend aus mehreren, übereinander angeordneten ringförmigen oder ringssegmentförmigen Betonfertigteilen **5**. Alternativ wäre es jedoch ebenso denkbar, dass der Turmabschnitt **4** aus andersförmigen Betonfertigteilen oder Beton in Ortbeton hergestellt ist. Weiterhin sind zwei Spannglieder **3** sichtbar. In der Realität ist im Regelfall eine Vielzahl von Spanngliedern **3** rund um den Umfang des Bauwerks bzw. des Windkraftturms **1** verteilt. Die Spannglieder **3** erstrecken sich zwischen einer unteren Verankerung **14a**, welche sich im Fundament **2** befindet, und einer oberen Verankerung **14b**, welche sich im Kopfstück **6** befindet. Die Spannglieder **3** sind an der oberen und der unteren Verankerung **14a**, **14b** jeweils mittels eines Spanngliedankers **7** verankert.

**[0031]** Vorliegend sind die Spannglieder **3** an der oberen Verankerung **14b** mittels eines Festankers **7a** verankert, während am Fundament ein Spannanker **7b** vorgesehen ist. Grundsätzlich ist es jedoch ebenso möglich, an der unteren Verankerung **14a** einen Festanker **7a** vorzusehen und an der oberen Verankerung einen Spannanker **7b**. Ebenso können natürlich auch an beiden Enden Festanker **7a** vorgesehen werden. Vorliegend verlaufen die Spannglieder **3** als externe Spannglieder **3** außerhalb des Betonquerschnitts in einem Innenraum **20** des Bauwerks. Die Spannglieder **3** können aber auch zumindest teilweise in Spannkanälen innerhalb der Wandung des Bauwerks geführt werden.

**[0032]** **Fig. 1** zeigt eine Verankerung der Spannglieder **3** gemäß dem Stand der Technik. Die Spannglieder **3** für die obere Verankerung **14b** sind mittels der Spanngliedanker **7** direkt an dem Fundament **2** bzw. dem Kopfstück **6** verankert. Die Spannglieder **3** sind durch eine entsprechende Öffnung in dem Kopfstück **6** hindurch gefädelt und dann oberhalb des Kopfstücks **6** an diesem verankert. Für die untere Verankerung **14a** sind in **Fig. 1** zwei verschiedene Ausführungen nach dem Stand der Technik dargestellt. Links der Mittellinie ist eine Ausführung der unteren Verankerung **14a** in einem Spannkeller **21** gezeigt. Das Spannglied **3** ist für diese Verankerung **14a** durch eine Öffnung in dem Fundament **2** hindurchgeführt und unterhalb des konsolenartigen Vorsprungs über dem Spannkeller **21** mittels eines Spanngliedankers **7** verankert. Rechts der Mittellinie ist hingegen eine untere Verankerung **14a** des Spannglieds **3** an einer Rückhängevorrichtung **12** dargestellt, welche in das Fundament **2** eingebettet ist. Die Rückhängevorrichtung **12** umfasst vorliegend eine in den Beton des Fundaments **2** eingegossene untere Ankerplatte **13a** sowie einen oder mehrere damit verbundene Ankerstäbe (nicht bezeichnet), die ebenfalls eingegossen sind. Die Rückhängevorrichtung **12** ragt an der Oberseite **17** des Fundaments **2** über dieses hinaus, so dass sie dort leicht mit dem Spannglied **3** verbunden werden kann. Die Oberseite **17** des Fundaments

**2** bezeichnet dabei die dem Erdreich abgewandte Seite, auf der der Turmabschnitt **4** aus Beton platziert ist. Die Verbindung der Rückhängevorrichtung **12** mit dem Spannglied **3** erfolgt vorliegend mittels einer oberen Ankerplatte **13b**, die einerseits mit der Rückhängevorrichtung **12** verbunden wird und an der andererseits das Spannglied **3** mittels eines Spanngliedankers **7** verankert wird. Das Spannglied **3** muss hierzu wiederum durch eine Öffnung der Ankerplatte **13b** hindurchgefädelt werden.

**[0033]** Die vorliegende Erfindung schlägt nun eine verbesserte Ausführung einer unteren und/oder oberen Verankerung **14a**, **14b** eines Spannglieds **3** vor. Das Spannglied **3** ist hier nicht direkt in dem Fundament **2** bzw. der Rückhängevorrichtung **12** oder dem Kopfstück **6** verankert, sondern lediglich indirekt mittels einer zusätzlichen Ankerstange **9**. Die Ankerstange **9** ist hierzu mit ihrem ersten Ende **10a** in einer Aufnahme **8** des Spanngliedankers **7** des Spannglieds **3** aufgenommen. Die Ankerstange **9** ist im Vergleich zum Spannglied **3** sehr kurz und kann hierdurch sehr einfach gehandhabt werden.

**[0034]** **Fig. 2** zeigt in abgebrochener Darstellung ein Spannglied **3** mit einem Spanngliedanker **7**, in welchem eine Ankerstange **9** mit ihrem ersten Ende **10a** aufgenommen ist. Die Aufnahme **8** ist vorliegend durch ein Innengewinde gebildet, welches direkt in den Spanngliedanker **7** eingebracht ist. Die Ankerstange **9** ist an ihrem ersten Ende **10a** ebenfalls mit einem Gewinde versehen und kann hierdurch in einfacher Weise in die Aufnahme **8** eingeschraubt werden. Da das Spannglied **3** nicht direkt in dem Fundament **2** oder dem Kopfstück **6** verankert wird, sondern mittels der Ankerstange **9**, kann zudem der Spanngliedanker **7** als einfacher Festanker **7a** ausgebildet werden, wie anhand der folgenden Figuren noch näher erläutert wird.

**[0035]** Demgegenüber zeigt **Fig. 3** ein Spannglied **3** mit einem Spanngliedanker **7**, in welchem das erste Ende **10a** der Ankerstange **9** mittels eines Adapterstücks **11** aufgenommen ist. Das Adapterstück **11** ist vorliegend als Reduziermuffe ausgebildet, könnte jedoch ebenso als Reduziermutter vorgesehen werden. Somit können mittels verschiedener Adapterstücke **11** verschiedene Ankerstangen **9** in dem Spanngliedanker **7** befestigt werden oder umgekehrt verschiedene Spannglieder mit verschiedenen Spanngliedankern an eine standardisierte Ankerstange **9** angebunden werden. Hierdurch wird eine große Flexibilität bei der Montage von Bauwerken erreicht und es können Spannglieder **3** verschiedener Hersteller eingesetzt und auch ausgetauscht werden. Besonders vorteilhaft bei einem solchen Adapterstück **11** ist es weiterhin, dass mittels diesem das Spannglied **3** und die Ankerstange **9** ohne Torsionskräfte miteinander verbunden werden können.

**[0036]** Fig. 4 zeigt nun verbesserte untere Verankerung **14a** eines Spannglieds **3** an einem Fundament **2** mittels der Ankerstange **9**. Die Ankerstange **9** ist mit ihrem ersten, nach der Montage oberen Ende **10a** in dem Spanngliedanker **7** des Spannglieds **3** aufgenommen. Das Verbinden der Ankerstange **9** mit dem Fundament **2** bzw. hier mit der Rückhängevorrichtung **12** ist wesentlich einfacher als das direkte Verankern des Spannglieds **3**, da die kurze Ankerstange **9** einfacher gehandhabt werden kann. Das Spannglied **3** muss nicht mehr durch eine Öffnung des Betons oder einer Ankerplatte **13** hindurchgeführt werden. Zudem kann das Verankern der Ankerstange **9** an der unteren Verankerung **14a** auch unabhängig von dem Verbinden der Ankerstange **9** mit dem Spannglied **3** sowie dem Vorspannen des Spannglieds **3** erfolgen, wie anhand der Fig. 5a und Fig. 5b noch erläutert wird.

**[0037]** Gemäß vorliegendem Beispiel ist das zweite Ende **10b** der Ankerstange **9** an der unteren Verankerung **14a** gelenkig verankert. Dies ermöglicht in einfacher Weise einen Ausgleich von Toleranzen, da sich das Spannglied **3** mitsamt der Ankerstange **9** in Grenzen von selbst ausrichten kann, wie durch die beiden strichpunktieren Linien sowie den eingezeichneten Winkel symbolisiert. Zur gelenkigen Verankerung sind vorliegend eine Kugelbundmutter **15** sowie eine gewölbte Platte **25** vorgesehen.

**[0038]** Die Rückhängevorrichtung **12** besteht vorliegend aus zwei in das Fundament **2** eingegossenen, unteren Ankerplatten **13a** sowie mit diesen verbundenen, nicht bezeichneten Ankerstäben, welche über die Oberseite **17** des Fundaments **2** hinausragen. Das zweite, vorliegend untere Ende **10b** der Ankerstange **9** ist mittels der Kugelbundmutter **15** an einer oberen, zunächst noch losen Ankerplatte **13b** verankert, die wiederum mittels Befestigungsmuttern **24** oder anderen Befestigungselementen mit der Rückhängevorrichtung **12** verbunden ist. Die Ankerplatte **13b** wird idealerweise mit dem Fundamentkörper verspannt, so dass eine dauerhaft eingebettete Verbindung mit dem Fundamentkörper erzielt werden kann.

**[0039]** In dem Fundament **2** ist oberseitig ein Hohlraum **16** vorgesehen, in dem das zweite Ende **10b** der Ankerstange **9** sowie die untere Verankerung **14a**, vorliegend also die Kugelbundmutter **15** und die Platte **25**, aufgenommen werden können. Zudem kann der Hohlraum **16** auch der Aufnahme von Überlängen der Spannglieder **3** bzw. der Ankerstangen **9** dienen, welche durch das Vorspannen bei großen Spannweiten **s** (s. Fig. 5b) entstehen.

**[0040]** Anhand der Fig. 5a und Fig. 5b wird nun das Vorspannen des Spannglieds **3** sowie das Verankern des Spannglieds **3** mitsamt der Ankerstange **9** beschrieben. Gemäß der vorliegenden Ausführung wird zunächst das Fundament **2** betoniert, wobei zugleich

die Rückhängevorrichtung **12**, bestehend aus vorliegend zwei unteren Ankerplatten **13a** sowie zwei oder auch mehreren Ankerstäben (ohne Bezugszeichen), bereits mit eingegossen wird. Ebenso wird der Hohlraum **16** beim Gießen des Fundaments **2** hergestellt.

**[0041]** Anschließend wird eine obere Ankerplatte **13b** auf das Fundament **2** aufgelegt und mit der Rückhängevorrichtung **12** verbunden. Hierzu können beispielsweise einfache Befestigungsmuttern **24** zum Einsatz kommen.

**[0042]** Nun wird eine Spannvorrichtung **19** auf die Rückhängevorrichtung **12** aufgesetzt bzw. wie hier gezeigt mit Muffen **23** verbunden. Beim Vorspannen stützt sich die Spannvorrichtung **19** auf der Rückhängevorrichtung **12** ab. Eine Spannplatte **26** der Spannvorrichtung **19** wird nun mit dem Spanngliedanker **7** verbunden. Weiterhin werden Spannpressen **18** an der Spannvorrichtung **19** angesetzt. Da zum Vorspannen des Spannglieds **3** eine Spannvorrichtung **19** mit Spannpressen **18** eingesetzt werden kann, ist es ausreichend, einen Festanker **7a** als Spanngliedanker **7** vorzusehen. Weiterhin wird nun, sofern noch nicht geschehen, die Ankerstange **9** mit ihrem ersten Ende **10a** in die Aufnahme **8** des Spannankers **7** eingebracht.

**[0043]** Anschließend kann das Spannglied **3** mittels der Spannvorrichtung **19** und den Spannpressen **18** vorgespannt werden. Das Spannglied **3** mitsamt der Ankerstange **9** kann zu diesem Zeitpunkt noch einen Abstand zu der oberen Ankerplatte **13b** aufweisen. Vorteilhaft ist es, wenn, wie vorliegend gezeigt, das Spannglied **3** zunächst um den Spannweg **s** (siehe Fig. 5b) „zu kurz“ abgelängt wird. Das zweite Ende **10b** der Ankerstange **9** ist somit zu Beginn des Spannvorgangs (Fig. 5a) etwa um den Spannweg **s** von der unteren Ankerplatte **13b** beabstandet.

**[0044]** Fig. 5b zeigt den Zustand des Spanngliedes **3** und der Ankerstange **9** nach dem Vorspannen. Das Spannglied **3** wurde um den Spannweg **s** gelängt, so dass der Abstand zu der Ankerplatte **13b** nun aufgehoben ist und die Ankerstange **9** durch die Öffnung der Ankerplatte **13b** geführt ist. Durch den Hohlraum **16** kann nun das zweite Ende **10b** der Ankerstange **9** mittels der Kugelbundmutter **15** festgelegt werden. Anschließend können die Spannpressen **18** sowie die Spannvorrichtung **19** entfernt werden.

**[0045]** Wie zuvor beschrieben, wurde bei der Konfektionierung des Spannglieds **3** der Spannweg **s** bzw. die Längung des Spannglieds **3** berücksichtigt. Sofern durch das Spannen des Spannglieds **3** dennoch Überlängen entstanden sind, können diese ebenfalls in dem Hohlraum **16** aufgenommen werden. Denkbar ist es natürlich auch, den Hohlraum **16** entsprechend groß auszuführen, so dass auch größere Überlängen aufgenommen werden können.

**[0046]** Das anhand der **Fig. 5a** und **Fig. 5b** beschriebene Vorgehen ist nur beispielhaft zu verstehen. Es ist auch denkbar, die Ankerstange **9** mit ihrem ersten Ende **10a** noch nicht mit dem Spanngliedanker **7** zu verbinden. In diesem Fall wird die Ankerstange **9** mit ihrem zweiten Ende **10b** zunächst mittels der oberen Ankerplatte **13b** und einem Befestigungsmittel, beispielsweise einer Kugelbundmutter **15**, an der Rückhängevorrichtung **12** befestigt oder zumindest vorübergehend fixiert. Anschließend werden die Spannvorrichtung **19** sowie die Spannpressen **18** montiert und das Spannglied **3** um den Spannweg **s** gespannt. Anschließend wird das erste Ende **10a** der Ankerstange **9** in der Aufnahme **8** des Spanngliedankers **7** befestigt. Dies kann besonders komfortabel mittels einer Reduziermutter oder -Muffe erfolgen, die in der Aufnahme **8** verschraubt wird, da hierbei keine Torsion in das Spannglied **3** eingebracht wird. Möglich wäre es aber auch, die Ankerstange **9** selbst in die Aufnahme **8** einzudrehen. Anstelle der Kugelbundmutter **15** könnte weiterhin auch ein anderes Befestigungsmittel, z.B. eine herkömmliche Befestigungsmutter **24**, verwendet werden. Auch diese lässt eine gewisse Beweglichkeit der Ankerstange **9** an der unteren Verankerung **14a** zu.

**[0047]** **Fig. 6** zeigt eine alternative Ausführung einer unteren Verankerung **14a**. Die Rückhängevorrichtung **12** umfasst hier lediglich eine untere Ankerplatte **13a**. Das zweite Ende **10b** der Ankerstange **9** ist direkt in der unteren Ankerplatte **13a** festgelegt und zumindest teilweise innerhalb des Fundaments **2** angeordnet. Um einen Ausgleich von Toleranzen zu ermöglichen, ist die Ankerstange **9** von einer Weichschicht **22** umgeben. Die Ankerstange **9** kann bei dieser Ausführung bereits bei der Herstellung des Fundaments **2** mit eingegossen werden. Die Weichschicht **22** kann beispielsweise in Form einer dicken Hülle um die Ankerstange **9** vorgesehen werden. Alternativ wird bei der Herstellung des Fundaments **2** lediglich die Hülle mit der Weichschicht **22** sowie eine Befestigungsmutter **24** eingegossen und die Ankerstange **9** erst nach dem Betonieren des Fundaments **2** eingebracht und an der Rückhängevorrichtung **12**, hier der unteren Ankerplatte **13a**, befestigt. Vorteilhaft bei dieser Ausführung ist es, dass diese mit wesentlich weniger Teilen auskommt und einfacher zu fertigen ist.

**[0048]** **Fig. 7** zeigt das Vorspannen des Spanngliedes **3** bei einer Ausführung der unteren Verankerung **14a** gemäß der **Fig. 6**. Nachdem die Ankerstange **9** mit ihrem zweiten Ende **10b** an der unteren Ankerplatte **13b** verankert ist, kann eine Spannvorrichtung **19** an dieser festgelegt werden bzw. sich an dieser abstützen. Eine Spannplatte **26** der Spannvorrichtung **19** wird dann mit dem Spanngliedanker **7** verbunden und es werden Spannpressen **18** an der Spannvorrichtung **19** angesetzt. Mittels der Spannpressen **18** wird wiederum die Spannplatte **26** mit

dem Spanngliedanker **7** nach unten gepresst. Nachdem das Spannglied **3** um den Spannweg **s** vorgespannt ist, kann das Spannglied **3** mit dem ersten Ende **10b** der Ankerstange **9** verbunden werden. Wie zuvor zu **Fig. 5b** beschrieben, kann dies vorteilhaft mithilfe eines Adapterstücks **11** wie einer Reduziermutter erfolgen, da in diesem Fall keine Torsion in das Spannglied **3** eingetragen wird. Anschließend kann die Spannvorrichtung **19** mit den Spannpressen **18** entfernt werden. Der Spannweg **s** des Spannglieds **3** ist bei dieser Ausführung ebenfalls berücksichtigt.

**[0049]** Zur Konfektionierung der Spannglieder **3** wird bei beiden Ausführungen mit Bezug auf die **Fig. 4** und **Fig. 6** zunächst ein Abstand zwischen der oberen Verankerung **14b** (s. **Fig. 1** und **Fig. 8**) und der unteren Verankerung **14a** ermittelt. Von diesem Abstand wird eine erforderliche Länge des Spannglieds **3** ermittelt, indem die Länge der mit dem Spannglied **3** zu verbindenden Ankerstange **9** abgezogen wird. Sofern die obere Verankerung **14b** des Spannglieds **3** ebenfalls mittels einer Ankerstange **9** erfolgt, wird auch die Länge dieser Ankerstange **9** abgezogen. Von der so ermittelten, erforderlichen Länge wird dann noch der Spannweg **s** abgezogen, woraus sich eine verkürzte Länge des Spannglieds **3** ergibt. Die Spannglieder **3** werden mit dieser verkürzten Länge vorkonfektioniert.

**[0050]** **Fig. 8** zeigt schließlich noch eine schematische, geschnittene Detaildarstellung einer oberen Verankerung **14b** an einem Kopfstück **6**. Nach einer ersten, hier nicht gezeigten Ausführung, wird zunächst das zweite Ende **10b** einer Ankerstange **9** durch das Kopfstück **6** hindurchgeführt und am oberen Ende des Kopfstücks **6** mittels einer Befestigungsmutter **24** festgelegt. Anschließend wird ein Spannglied **3** vorzugsweise mittels eines Adapterstücks **11** an dem ersten Ende **10a** der Ankerstange **9** befestigt. Das Spannen des Spannglieds **3** sowie das Befestigen an der unteren Verankerung **14a** erfolgt dann wie zuvor anhand der **Fig. 4 - Fig. 7** beschrieben.

**[0051]** Zusätzlich oder alternativ zum Spannen der Spannglieder **3** an der unteren Verankerung **14a** ist es jedoch auch möglich, das Spannglied **3** an der oberen Verankerung **14b** zu spannen. Dies ist in **Fig. 8** gezeigt. Hierzu wird eine Spannvorrichtung **19** mit dem oberen, zweiten Ende **10b** der durch das Kopfstück **6** hindurchgeführten Ankerstange **9** verbunden. Weiterhin werden zwei Spannpressen **18** angesetzt, die sich auf dem Kopfstück **6** abstützen. Damit kann die Vorspannkraft von zwei kleineren Pressen übertragen werden. Die Spannvorrichtung **19** beinhaltet als Spannplatte **26** weiterhin eine Art Wippe, die die beiden Spannpressen **18** mit dem zweiten Ende **10b** der Ankerstange **9** verbindet. Das Spannglied **3** kann nun nach oben gespannt und end-

gültig fixiert werden. Durch die Ankerstange **9** ist es nun auch im Bereich der oberen Verankerung **14b** möglich, Spannpressen **18** komfortabel anzusetzen und das Spannglied **3** von oben vorzuspannen.

**[0052]** Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die dargestellten und beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Abwandlungen im Rahmen der Patentansprüche sind ebenso möglich wie eine beliebige Kombination der beschriebenen Merkmale, auch wenn sie in unterschiedlichen Teilen der Beschreibung bzw. den Ansprüchen oder in unterschiedlichen Ausführungsbeispielen dargestellt und beschrieben sind, vorausgesetzt, dass kein Widerspruch zur Lehre der unabhängigen Ansprüche entsteht.

<b>24</b>	Befestigungsmutter
<b>25</b>	Gewölbte Platte
<b>26</b>	Spannplatte
<b>s</b>	Spannweg

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Windkraftturm
<b>2</b>	Fundament
<b>3</b>	Spannglied
<b>4</b>	Turmabschnitt aus Beton
<b>5</b>	Betonfertigteil
<b>6</b>	Kopfstück
<b>7</b>	Spanngliedanker
<b>7a</b>	Festanker
<b>7b</b>	Spannanker
<b>8</b>	Aufnahme
<b>9</b>	Ankerstange
<b>10a</b>	erstes Ende der Ankerstange
<b>10b</b>	zweites Ende der Ankerstange
<b>11</b>	Adapterstück
<b>12</b>	Rückhängevorrichtung
<b>13a</b>	untere Ankerplatte
<b>13b</b>	obere Ankerplatte
<b>14a</b>	untere Verankerung
<b>14b</b>	obere Verankerung
<b>15</b>	Kugelbundmutter
<b>16</b>	Hohlraum
<b>17</b>	Oberseite des Fundaments
<b>18</b>	Spannpresse
<b>19</b>	Spannvorrichtung
<b>20</b>	Innenraum
<b>21</b>	Spannkeller
<b>22</b>	Weichschicht
<b>23</b>	Muffe



**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**

- EP 2738322 B1 [0002, 0004]
- EP 1262614 B1 [0003]
- WO 2017/039975 A1 [0005]

## Patentansprüche

1. Bauwerk, insbesondere Windkraftturm (1), welches mit wenigstens einem Spannglied (3) vorgespannt ist, mit einem Fundament (2), mit einem Turmabschnitt aus Beton (4), insbesondere aus mehreren übereinander angeordneten Betonfertigteilen (5), sowie mit einem Kopfstück (6), wobei das Spannglied (3) zumindest an einem seiner Enden mit einem Spanngliedanker (7,7a,7b) versehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spanngliedanker (7,7a,7b) eine Aufnahme (8) aufweist, in welcher ein erstes Ende (10a) einer Ankerstange (9) befestigt ist, insbesondere eingeschraubt ist, und dass ein zweites Ende (10b) der Ankerstange (9) an dem Fundament (2) oder an dem Kopfstück (6) verankert ist.

2. Bauwerk nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spanngliedanker (7,7a,7b) als Festanker (7a) ausgebildet ist.

3. Bauwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ankerstange (9) in axialer Verlängerung des Spannglieds (3) in dem Spanngliedanker (7,7a,7b) befestigt ist.

4. Bauwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Ende (10a) der Ankerstange (9) mittels eines Adapterstücks (11), insbesondere einer Reduziermutter oder einer Reduziermuffe, in dem Spanngliedanker (7,7a,7b) befestigt ist.

5. Bauwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Ende (10b) der Ankerstange (9) an einer in das Fundament (2) eingebetteten Rückhängevorrichtung (12) verankert ist und/oder einen Teil einer in das Fundament (2) eingebetteten Rückhängevorrichtung (12) bildet.

6. Bauwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rückhängevorrichtung (12) zumindest eine in das Fundament (2) eingebettete, untere Ankerplatte (13a) umfasst.

7. Bauwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Ende (10b) der Ankerstange (9) mittels wenigstens einer oberen Ankerplatte (13b) mit der Rückhängevorrichtung (12) verbunden ist.

8. Bauwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Ende (10b) der Ankerstange (9) gelenkig, vorzugsweise mittels einer Kugelbundmutter (15) und/oder einer Kalotte, an dem Kopfstück (6) oder dem Fundament (2), insbesondere an der Rückhängevorrichtung (12), verankert ist.

9. Bauwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fundament (2) einen Hohlraum (16) zur Aufnahme (8) einer unteren Verankerung (14a) des zweiten Endes der Ankerstange (9) aufweist, wobei vorzugsweise der Hohlraum (16) in einer Oberseite (17) des Fundaments (2) vorgesehen ist.

10. Verfahren zur Herstellung eines Bauwerks, insbesondere eines Windkraftturms (1), welches mit wenigstens einem Spannglied (3) vorgespannt wird, wobei das Bauwerk ein Fundament (2), einen Turmabschnitt aus Beton (4), insbesondere aus mehreren übereinander angeordneten Betonfertigteilen (5), sowie ein Kopfstück (6) aufweist und wobei das Spannglied (3) zumindest an einem seiner Enden mit einem Spanngliedanker (7,7a,7b) versehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erstes Ende (10a) einer Ankerstange (9) in einer Aufnahme (8) des Spanngliedankers (7,7a,7b) befestigt wird, insbesondere eingeschraubt wird, und dass ein zweites Ende (10b) der Ankerstange (9) an dem Fundament (2) oder an dem Kopfstück (6) verankert wird.

11. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ankerstange (9) in axialer Verlängerung des Spannglieds (3) in dem Spanngliedanker (7,7a,7b) befestigt wird, wobei vorzugsweise das erste Ende (10a) der Ankerstange (9) mittels einer Reduziermutter oder einer Reduziermuffe in den Spanngliedanker (7,7a,7b) eingeschraubt wird.

12. Verfahren nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Ende (10b) der Ankerstange (9) an einer in das Fundament (2) eingebetteten Rückhängevorrichtung (12) verankert wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Spannglied (3) mittels wenigstens einer Spannpressen (18) vorgespannt wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zunächst das erste Ende (10a) der Ankerstange (9) mit dem Spanngliedanker (7,7a,7b) verbunden wird, anschließend mittels der wenigstens einen Spannpressen (18) das Spannglied (3) vorgespannt wird und erst nach dem Vorspannen das zweite Ende (10b) der Ankerstange (9) an dem Fundament (2) oder an dem Kopfstück (6) verankert wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mit der Ankerstange (9) verbundene Spannglied (3) gegen das Fundament (2), insbesondere die Rückhängevorrichtung (12) des Fundaments (2), verankert ist.

ments (2), oder gegen das Kopfstück (6) gespannt wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zunächst das zweite Ende (10b) der Ankerstange (9) an dem Fundament (2) verankert wird, anschließend mittels der wenigstens einen Spannvorrichtung (18) das Spannglied (3) vorgespannt wird und erst nach dem Vorspannen das erste Ende (10a) der Ankerstange (9) mit dem Spanngliedanker (7,7a,7b) verbunden wird.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Spannglied (3) gegen die mit ihrem zweiten Ende (10b) an dem Fundament (2) verankerte Ankerstange (9) gespannt wird.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erforderliche Länge des Spannglieds (3) unter Berücksichtigung der Länge der Ankerstange(n) (9) bestimmt wird, die erforderliche Länge um einen Spannweg (s) verkürzt wird und das Spannglied (3) mit der verkürzten Länge vorkonfektioniert wird.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen



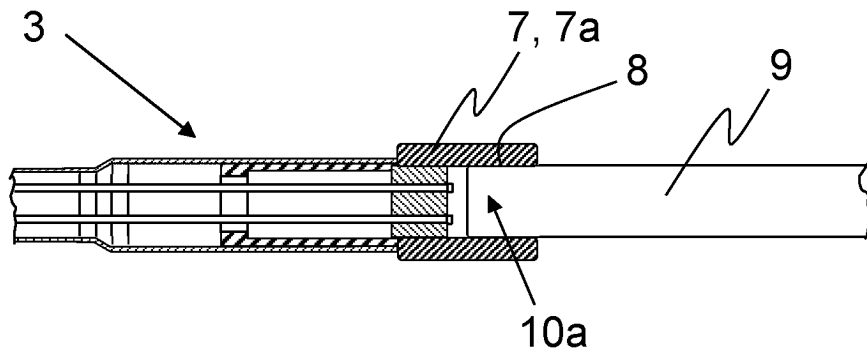


Fig. 2

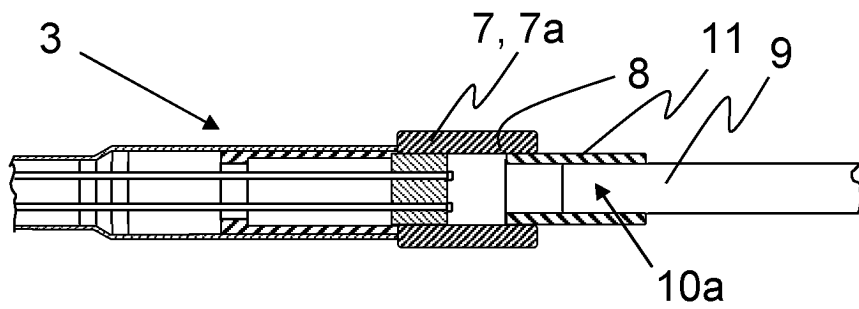


Fig. 3

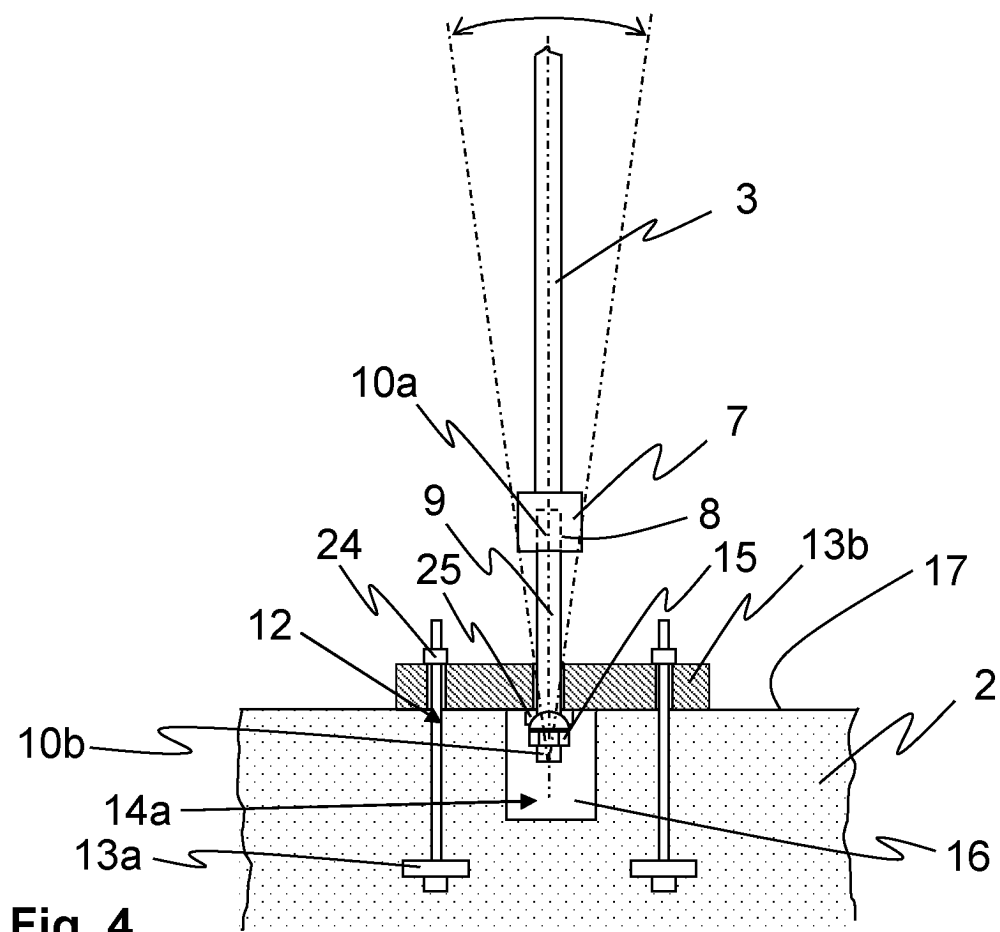


Fig. 4

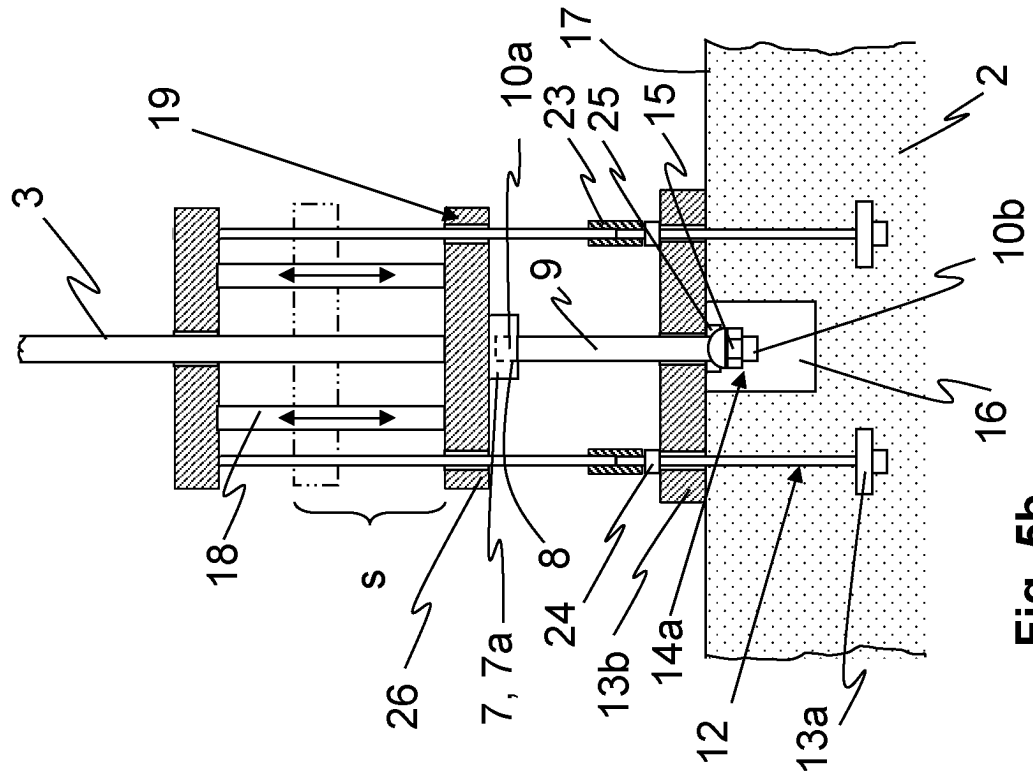


Fig. 5b

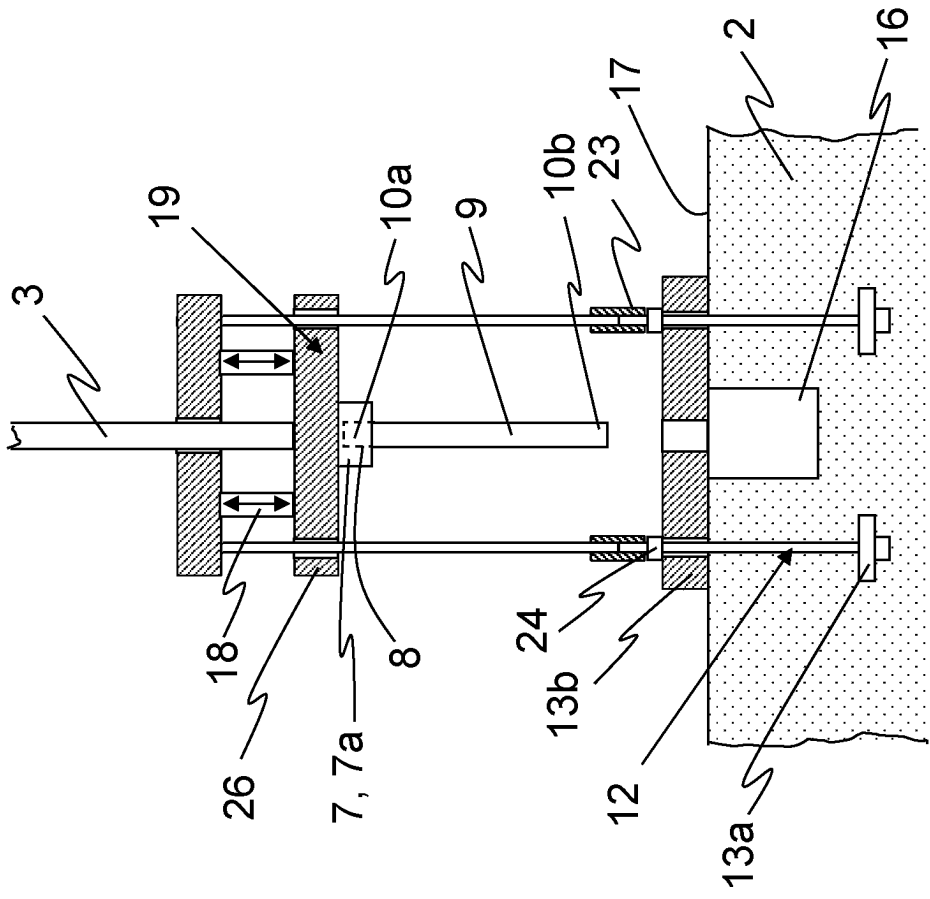


Fig. 5a

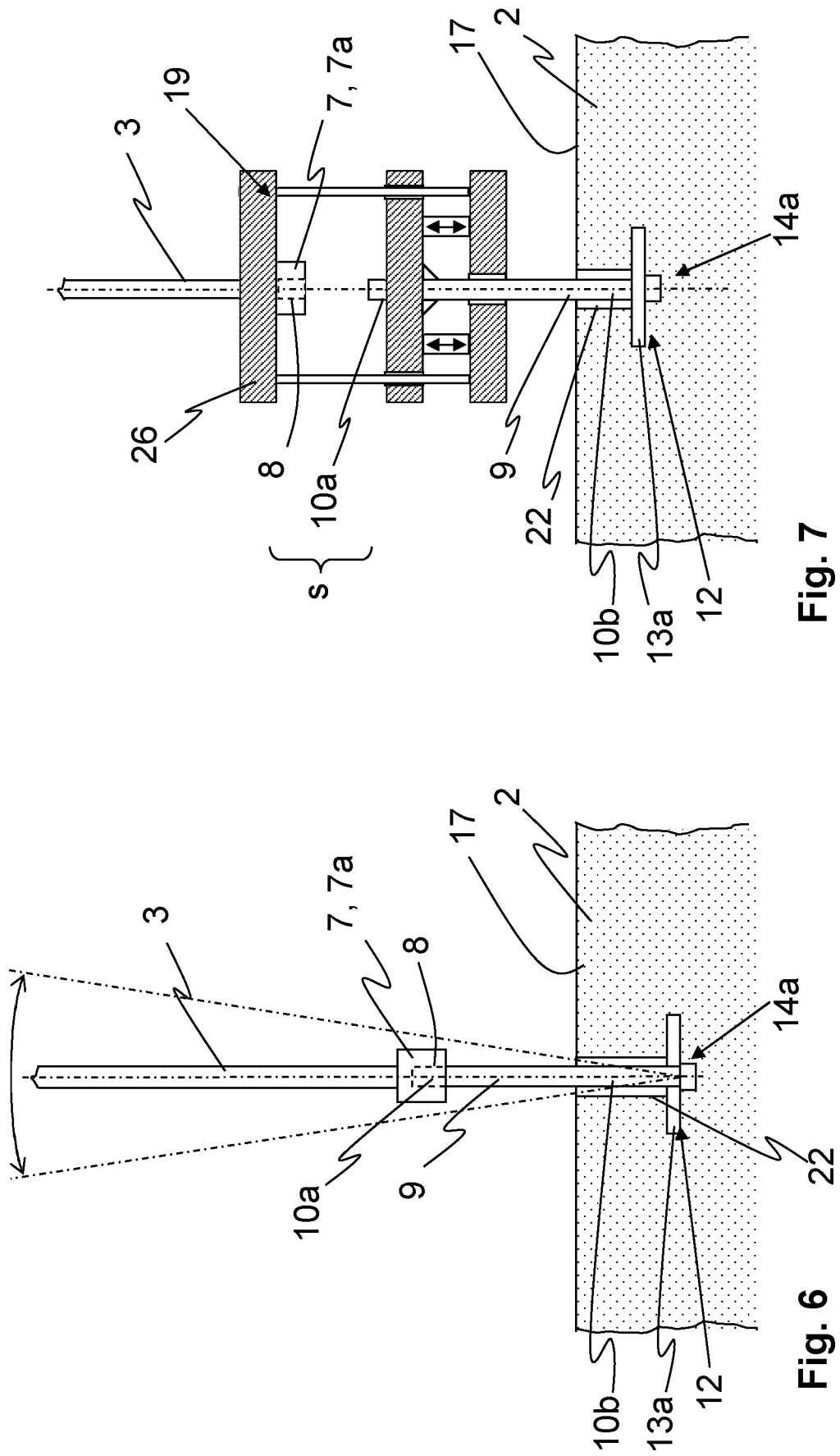


Fig. 7

Fig. 6

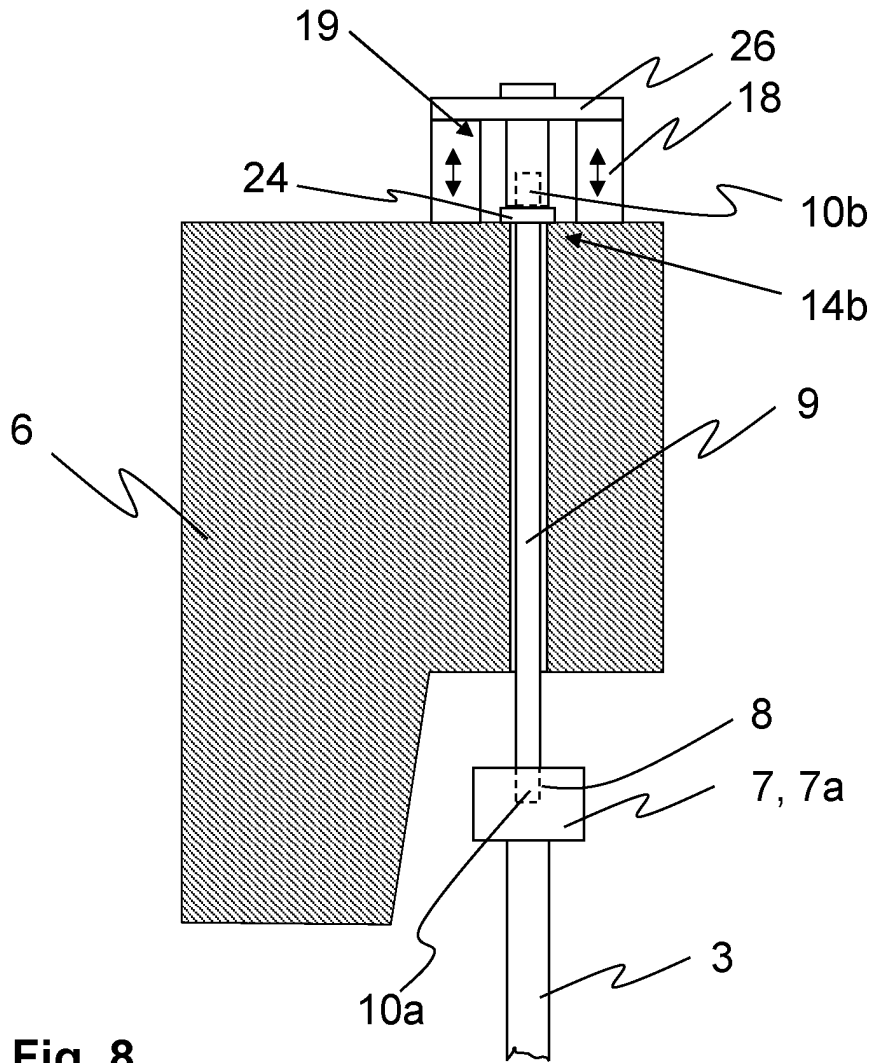


Fig. 8