



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.12.2011 Patentblatt 2011/50

(51) Int Cl.:
E02D 5/64 (2006.01) E02D 37/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11169352.9**

(22) Anmeldetag: **09.06.2011**

(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

(30) Priorität: **09.06.2010 DE 202010007750 U**

(71) Anmelder:
• **Hochtief Construction AG**
45128 Essen (DE)
• **Hce Ingenieursgesellschaft MbH**
21073 Hamburg (DE)

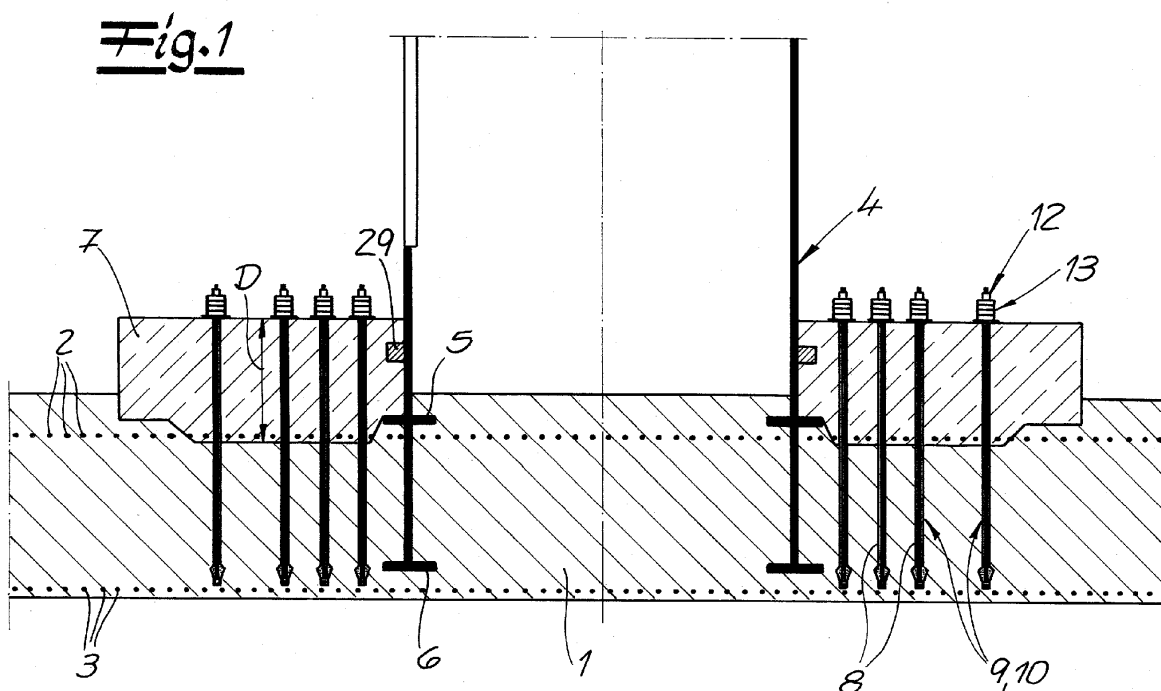
(72) Erfinder:
• **Fuchs, Wolfgang, Dipl.-Ing.**
63512 Hainburg (DE)
• **Hartwig, Thomas, Dipl.-Ing.**
21073 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **Rohmann, Michael**
Andrejewski - Honke
Patent- und Rechtsanwälte
An der Reichsbank 8
45127 Essen (DE)

(54) **Ertüchtigtes Fundament**

(57) Ertüchtigtes Fundament, insbesondere für Windenergieanlagen, wobei ein Fundament aus Beton vorhanden ist und wobei auf das Fundament eine Ertüchtigungsschicht aus Beton aufgebracht ist. Es ist zumindest eine durch die Ertüchtigungsschicht verlaufende und in das Fundament eingebrachte Bohrung vorhanden, wo-

bei in der Bohrung ein die Ertüchtigungsschicht durchgreifender und in das Fundament ragender Anker vorgesehen ist. Der in der Bohrung verbleibende Bohrungsfreiraum ist von einem erhärteten Vergussmaterial ausgefüllt bzw. im Wesentlichen ausgefüllt. Der Anker ist mittels zumindest eines am Ankerkopf vorgesehenen Vorspannelementes vorgespannt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein ertüchtigtes Fundament, insbesondere für Windenergieanlagen. Ein solches Fundament besteht in der Regel aus Beton bzw. aus Stahlbeton. Ertüchtigtes Fundament meint im Rahmen der Erfindung ein bereits bestehendes Fundament, das nachträglich ertüchtigt bzw. saniert wurde. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass eine dem Fundament zugeordnete Windenergieanlage einen Turm bzw. einen Stahlurm aufweist, der insbesondere über ein Einbauteil in dem Fundament verankert ist. Bei dem Fundament kann es sich sowohl um ein flach gegründetes als auch um ein tief gegründetes Fundament handeln.

[0002] Bei solchen Fundamenten bzw. Gründungskonstruktionen wurden insbesondere nach längerer Betriebszeit häufig verschiedene Schäden festgestellt. Zum einen wurden unzulässige Bewegungen des Einbauteils für den Turm und damit des gesamten Turmes innerhalb des Fundamentes registriert. Zum anderen wurden Risse und Abplatzungen des Betons an der Fundamentoberseite festgestellt, und zwar vor allem im Bereich des Einbauteils für den Turm. Fernerhin wurden Risse im Inneren des Betons festgestellt, und zwar insbesondere ausgehend von den Befestigungsflanschen des Einbauteils. An der Kontaktfläche zu den Befestigungsflanschen des Einbauteils treten häufig auch Fehlstellen im Beton zutage. Aufgrund der aufgezeigten Mängel ist die Tragfähigkeit des Fundamentes insbesondere im Bereich des Einbauteils häufig nicht mehr ausreichend. Es kann keine entsprechend den geltenden Vorschriften ausreichende Tragfähigkeit mehr sichergestellt werden, so dass eine ausreichende Standsicherheit des Turms nicht mehr gewährleistet ist. Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, ein ertüchtigtes Fundament anzugeben, bei dem die vorstehend beschriebenen Nachteile vermieden werden können.

[0003] Zur Lösung des technischen Problems lehrt die Erfindung ein ertüchtigtes Fundament, insbesondere für Windenergieanlagen, wobei ein Fundament aus Beton vorhanden ist, wobei auf die Oberfläche des Fundamentes eine Ertüchtigungsschicht aus Beton aufgebracht ist, wobei zumindest eine durch die Ertüchtigungsschicht verlaufende und in das Fundament eingebrachte Bohrung vorhanden ist, wobei in der Bohrung ein die Ertüchtigungsschicht durchgreifender und in das Fundament ragender Anker vorgesehen ist, wobei der in der Bohrung verbleibende Bohrungsfreiraum von einem erhärteten Vergussmaterial ausgefüllt ist bzw. im Wesentlichen ausgefüllt ist und wobei der Anker mittels zumindest eines am Ankerkopf vorgesehenen Vorspannelementes vorgespannt ist. - Die Anordnung der Anker kann sowohl lotrecht bzw. im Wesentlichen lotrecht als auch schräg, beispielsweise senkrecht zur Schubrissbildung erfolgen.

[0004] Bei dem bestehenden Fundament handelt es sich insbesondere um ein Fundament aus Stahlbeton. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass dieses Fundament für den Turm bzw. Mast einer Windenergieanlage

eingerrichtet ist. Bei der in der Ertüchtigungsschicht und in dem Fundament vorhandenen Bohrung handelt es sich zweckmäßigerweise um eine zylinderförmige Bohrung. Diese Bohrung verläuft durch die Ertüchtigungsschicht und ragt in das Fundament hinein. Mit dem Begriff verbleibender Bohrungsfreiraum sind insbesondere die Zwischenräume zwischen dem Anker und den Wandungen der Bohrung gemeint. Der Begriff Ankerkopf meint den oberen Bereich des Ankers und insbesondere den aus der Ertüchtigungsschicht herausragenden Teil des Ankers. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass das bestehende Fundament mit einer Mehrzahl von Bohrungen und entsprechend einer Mehrzahl von vorgespannten Ankern ertüchtigt wird. Als Vergussmaterial wird zweckmäßigerweise zementgebundener Mörtel eingesetzt.

[0005] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Ankerkopf über einen Ankerschaft mit einem Ankerfuß verbunden ist und dass der Ankerfuß einen größeren Durchmesser bzw. einen größeren radialen Durchmesser aufweist als der Ankerschaft. Der Ankerfuß ist an dem dem Ankerkopf gegenüberliegenden Ende des Ankerschaftes vorgesehen. Vorzugsweise beträgt der Durchmesser des Ankerschaftes 15 bis 35 mm und bevorzugt 20 bis 30 mm, beispielsweise 26,5 mm. Empfohlenermaßen besteht der Anker bzw. der Ankerschaft aus einem hochfesten Stahl, vorzugsweise einem Spannstahl und insbesondere aus einem glatten Spannstahl. Gegebenenfalls wird auch ein hochfester rostfreier Stahl bevorzugt.

[0006] Nach einer Ausführungsform weist der Ankerkopf des Ankers ein Außengewinde auf, auf welches Außengewinde ein als Vorspannmutter ausgebildetes Vorspannelement aufgeschraubt ist. Nachdem der Anker durch Ziehen der Pressen mit einem entsprechen Werkzeug vorgespannt wurde, wird er mittels der Vorspannmutter fixiert. Es liegt fernerhin im Rahmen der Erfindung, dass die Vorspannmutter sich beim Anziehen auf der Oberfläche der Ertüchtigungsschicht abstützt und zwar entweder unmittelbar oder über weiter unten noch erläuterte Zwischenelemente. Empfohlenermaßen besteht sowohl der Ankerkopf als auch die Vorspannmutter aus rostfreiem Metall bzw. aus rostfreiem Stahl.

[0007] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist zwischen Vorspannelement und Oberfläche der Ertüchtigungsschicht, insbesondere zwischen Vorspannmutter und Oberfläche der Ertüchtigungsschicht zumindest ein Federelement, vorzugsweise zumindest eine Tellerfeder zwischengeschaltet. Zweckmäßigerweise sind mehrere Tellerfedern zwischen dem Vorspannelement und der Oberfläche der Ertüchtigungsschicht zwischengeschaltet. Mit Hilfe des zumindest einen zwischengeschalteten Federelementes wird eine Überbeanspruchung der Anker vermieden und eine gleichmäßige Verteilung der Lasten auf die Anker gewährleistet. Statt Tellerfedern können auch kalottenförmige Unterlegplatten eingesetzt werden. Gemäß einer empfohlenen Ausführungsform der Erfindung ist zwischen dem zumindest einen Federelement und der Oberfläche der Ertüchtigungsschicht zumindest eine Ankerplatte zwi-

schengeschaltet. - Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass sich beim Vorspannen des Ankers mit dem zumindest einen Vorspannelement am Ankerkopf der Ankerfuß aufgrund des gegenüber dem Ankerschaft größeren Durchmessers an dem über dem Ankerfuß angeordneten erhärteten Vergussmaterial abstützt. Auf diese Weise kann der Anker effektiv und exakt über die gesamte Ankerlänge vorgespannt werden.

[0008] Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung wird der Anker durch Ziehen und anschließendes Fixieren des Ankerkopfes mit einer Klemmverbindung vorgespannt. Der Anker wird also ein Stück aus der Bohrung gezogen und dann zweckmäßigerweise mit Keilen als Klemmverbindung in der Bohrung festgesetzt. - Eine weitere Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass der Anker einen aufgestauchten Ankerkopf aufweist, dessen Durchmesser größer ist als die Bohrung und dass der Anker durch Ziehen und anschließendes Abstützen des Ankerkopfes mit zumindest einem Unterlegelement auf der Oberfläche der Ertüchtigungsschicht vorgespannt wird. Als Unterlegelemente können dabei Unterlegplatten oder Ähnliches eingesetzt werden.

[0009] Es empfiehlt sich, dass der Ankerschaft am bohrungsgrundseitigen Ende ein Außengewinde aufweist und dass zumindest eine Kontermutter als Ankerfuß bzw. als Bestandteil des Ankerfußes auf dieses Außengewinde aufgeschraubt ist. Gemäß besonders bevorzugter Ausführungsform der Erfindung ist auf dem Außengewinde am bohrungsgrundseitigen Ende des Ankerschaftes eine Muffe aufgeschraubt und die auf das Außengewinde ebenfalls aufgeschraubte Kontermutter liegt bohrungsgrundseitig an der Muffe an. Nach dieser empfohlenen Ausführungsform bilden Muffe und Kontermutter den Ankerfuß des Ankers. Es versteht sich, dass sowohl Muffe als auch Kontermutter einen größeren Durchmesser bzw. einen größeren radialen Durchmesser haben als der Ankerschaft.

[0010] Nach einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist der Ankerfuß am bohrungsgrundseitigen Ende des Ankerschaftes aufgestaucht. Eine weitere Ausführungsvariante ist dadurch gekennzeichnet, dass der Ankerfuß über eine Klemmverbindung am bohrungsgrundseitigen Ende des Ankerschaftes fixiert ist. Der Ankerfuß hat bei diesen Ausführungsformen einen größeren Durchmesser als der Ankerschaft.

[0011] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Oberfläche des Ankerfußes bzw. die Oberfläche der Muffe den Ankerschaft bzw. das bohrungsgrundseitige Außengewinde des Ankerschaftes ringförmig umgibt und vorzugsweise ist die Oberfläche des Ankerfußes bzw. der Muffe dabei konusförmig zur Bohrungswandung hin geneigt. Der entsprechende Konus erweitert sich also zum Bohrungsgrund hin. Zweckmäßigerweise beträgt der Neigungswinkel α zwischen der Oberfläche des Ankerfußes bzw. der Oberfläche der Muffe und der Längsachse des Ankerschaftes 95° bis 140° , bevorzugt 100° bis 120° . 90° würden hier einer ebenen bzw. horizontalen Oberfläche entsprechen. - Es empfiehlt sich, dass der

Ankerfuß bzw. dass die Muffe axiale Durchlasskanäle für das Vergussmaterial aufweist. Die axialen Durchlasskanäle verlaufen zweckmäßigerweise parallel zur Längsachse des Ankerschaftes.

[0012] Gemäß empfohlener Ausführungsform der Erfindung beträgt der größte Durchmesser d_f des Ankerfußes das 1,5-fache bis 3,5-fache, insbesondere das 2-fache bis 2,8-fache des Durchmessers d_s des Ankerschaftes. Vorzugsweise beträgt der Durchmesser d_f des Ankerfußes 85 % bis 98 %, bevorzugt 92 % bis 98 % des Durchmessers des zugeordneten Bohrungsabschnittes, in dem der Ankerfuß angeordnet ist. Zweckmäßigerweise ist der Durchmesser d_f 1 bis 15 mm, bevorzugt 1 bis 10 mm geringer als der Durchmesser des zugeordneten Bohrungsabschnittes.

[0013] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Anker und insbesondere der Ankerschaft zumindest bereichsweise mit einer Beschichtung versehen ist, die das Anhaften des Vergussmaterials am Anker bzw. am Ankerschaft verhindert oder zumindest minimiert. Vorzugsweise umgibt die Beschichtung den Ankerschaft über zumindest 70 %, bevorzugt über zumindest 80 % der Länge des Ankerschaftes. Gemäß einer empfohlenen Ausführungsvariante handelt es sich bei der Beschichtung um einen den Ankerschaft umschließenden Schlauch, insbesondere um einen Schrumpfschlauch. Nach einer anderen Ausführungsform ist die Beschichtung als Anstrich des Ankerschaftes ausgeführt. Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Beschichtung wird eine Minimierung der übertragbaren Verbundspannungen erreicht und die Beschichtung ermöglicht es, eine exakt definierte Vorspannung der Anker einzustellen.

[0014] Eine besonders bewährte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass über dem Ankerfuß ein Hinterschnitt in der Bohrungswandung ausgeformt ist. Es empfiehlt sich, dass der Hinterschnitt eine erste Hinterschnittfläche aufweist, welche erste Hinterschnittfläche einen sich zum Bohrungsgrund hin erweiternden Konus bildet und dass der Hinterschnitt eine zweite Hinterschnittfläche aufweist, welche zweite Hinterschnittfläche einen sich zum Bohrungsgrund hin verjüngenden Konus bildet. Zweckmäßigerweise schließt die zweite Hinterschnittfläche unmittelbar an die erste Hinterschnittfläche an und vorzugsweise besteht der Hinterschnitt nur aus diesen beiden Hinterschnittflächen. Empfohlenermaßen beträgt der größte Durchmesser d_H des Hinterschnittes das 1,2-fache bis 1,8-fache, bevorzugt das 1,3-fache bis 1,7-fache des Durchmessers d_B der hinterschnittfreien Bohrung. Zweckmäßigerweise beträgt der Durchmesser d_B der hinterschnittfreien Bohrung 55 bis 120 mm, bevorzugt 60 bis 75 mm und beispielsweise 67 mm. Vorzugsweise ist der Hinterschnitt mit geringem Abstand zur Oberfläche des Ankerfußes bzw. zur Oberfläche der Muffe angeordnet und zwar empfohlenermaßen in einem Abstand von 0 bis 30 mm, bevorzugt 0 bis 20 mm.

[0015] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass in das

Fundament ein Einbauteil für die Aufnahme eines Turmes bzw. Mastes - insbesondere einer Windenergieanlage - einbetoniert ist und dass das Einbauteil auch in die Ertüchtigungsschicht einbetoniert ist. Es liegt fernerhin im Rahmen der Erfindung, dass die Ertüchtigungsschicht das Einbauteil vollständig umgibt. Vorzugsweise ist das Einbauteil ringförmig bzw. zylinderförmig ausgebildet und begrenzt einen inneren Freiraum. Zweckmäßigerweise besteht das Einbauteil aus Stahl. Nach einer bevorzugten Ausführungsvariante ist das Einbauteil mit einem oberen Befestigungsflansch und einem unteren Befestigungsflansch versehen und empfehlenermaßen laufen die beiden Befestigungsflansche über den Umfang des Einbauteils um. Vorzugsweise ist der untere Befestigungsflansch in das Fundament einbetoniert. Nach bewährter Ausführungsform der Erfindung ist der obere Befestigungsflansch des Einbauteils in die Ertüchtigungsschicht bzw. zumindest bereichsweise in die Ertüchtigungsschicht einbetoniert und vorzugsweise an seiner Oberseite in die Ertüchtigungsschicht einbetoniert. Bei dieser Ausführungsform erfolgt also eine Verankerung des oberen Befestigungsflansches des Einbauteils mit Hilfe der Ertüchtigungsschicht. Auf diese Weise wird erreicht, dass die angreifenden Kräfte sowohl am oberen Befestigungsflansch als auch am unteren Befestigungsflansch in das Fundament eingeleitet werden. Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass an der Außenseite des Einbauteils zumindest ein in die Ertüchtigungsschicht ragendes Schubelement, vorzugsweise zumindest eine in die Ertüchtigungsschicht ragende Schubnokie vorhanden ist. Dadurch wird die Krafteinleitung in die Ertüchtigungsschicht noch weiter verbessert. - Gemäß einer Ausführungsvariante können die erfindungsgemäßen Anker auch innerhalb des Einbauteils vorgesehen sein. - Empfehlenermaßen beträgt der Durchmesser der das Einbauteil bzw. den Turm/Mast umgebenden Ertüchtigungsschicht 5 bis 20 m, bevorzugt 7 bis 15 m und beispielsweise 10 m.

[0016] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Ertüchtigungsschicht 0,5 bis 2,5 m, vorzugsweise 0,7 bis 1,5 m und bevorzugt 0,8 bis 1,3 m beträgt. Die Dicke der Ertüchtigungsschicht beträgt sehr bevorzugt etwa 1 m. Es empfiehlt sich, dass die Ertüchtigungsschicht über Schubelemente, beispielsweise Schubnocken mit dem Einbauteil für den Turm/Mast verbunden sind.

[0017] Ein erfindungsgemäßer Anker durchgreift die Ertüchtigungsschicht und verläuft durch einen Bohrungsabschnitt in dem Fundament. Vorzugsweise hat ein in dem Fundament angeordneter Ankerabschnitt bzw. der zugehörige Bohrungsabschnitt eine Länge, die mindestens der Dicke der Ertüchtigungsschicht entspricht und bevorzugt größer als die Dicke der Ertüchtigungsschicht ist. Empfehlenermaßen beträgt die Länge eines in dem Fundament angeordneten Ankerabschnittes bzw. des entsprechenden Bohrungsabschnittes zumindest das 1,5-fache, bevorzugt zumindest das 1,8-fache der Dicke

der Ertüchtigungsschicht.

[0018] Die erfindungsgemäße Ertüchtigung eines Fundamentes, insbesondere für Türme von Windenergieanlagen wird vorzugsweise wie nachfolgend beschrieben durchgeführt. Zweckmäßigerweise wird zunächst eine obere Schicht des bestehenden Fundamentes abgetragen und dabei wird bevorzugt eine obere Bewehrung des Fundamentes zumindest teilweise freigelegt. Dadurch kann vermieden werden, dass die obere Bewehrung durch das anschließende Einbringen der Bohrungen beschädigt wird. Vorzugsweise wird dann eine Mehrzahl von Bohrungen in das Fundament eingebracht, wobei die Bohrungen bevorzugt über den Umfang eines Einbauteils für einen Turm der Windenergieanlage verteilt angeordnet sind. Fernerhin wird empfehlenermaßen mit einem geeigneten Hinterschneidewerkzeug ein Hinterschnitt im unteren Bereich der Bohrungen erzeugt. Daraufhin werden vorzugsweise die Anker mit angeschlussem Ankerfuß in die Bohrungen eingesetzt. Zweckmäßigerweise sind die in die Bohrungen einzusetzenden Anker auch bereits jeweils mit einem Vorspannelement am Ankerkopf versehen. Anschließend erfolgt bevorzugt ein Verguss mit dem Vergussmaterial jeweils lediglich im unteren Bereich der Bohrungen. Unterer Bereich einer Bohrung meint hier insbesondere den Bohrungsbereich mit dem aufgenommenen Ankerfuß und mit dem Hinterschnitt sowie einem in dem Fundament angeordneten Bohrungsabschnitt über dem Hinterschnitt. Im Anschluss daran wird in jede Bohrung auf den erhärteten Vergussabschnitt ein Hüllrohr aufgesetzt, dessen Außendurchmesser dem Durchmesser der Bohrung bzw. in etwa dem Durchmesser der Bohrung entspricht. Vorzugsweise wird daraufhin die Ertüchtigungsschicht aus Beton auf das Fundament aufgebracht, wobei die Oberfläche der Ertüchtigungsschicht zweckmäßigerweise im oberen Bereich der Hüllrohre angeordnet ist. Empfehlenermaßen erfolgt nach dem Erhärten der Ertüchtigungsschicht jeweils ein Vorspannen der Anker mit anschließendem Festsetzen über das als Vorspannmutter ausgebildete Vorspannelement, wobei die Vorspannmutter jeweils auf ein Außengewinde am Ankerkopfs aufgeschraubt ist. Zweckmäßigerweise stützt sich die Vorspannmutter über Tellerfedern auf der Oberfläche der Ertüchtigungsschicht ab. Nach dem Vorspannen der Anker erfolgt vorzugsweise der Verguss im oberen Bereich der Bohrung bzw. der Verguss in dem Hüllrohr.

[0019] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass aufgrund der erfindungsgemäßen Ertüchtigungsmaßnahmen zunächst die Querkrafttragfähigkeit des Fundamentes wirksam erhöht werden kann und damit auch ein Ausgleich für eine fehlende Schubbewehrung geschaffen werden kann. Mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen wird sichergestellt, dass die abhebenden Kräfte - insbesondere aus dem Einbauteil für den Turm - funktionssicher in das Fundament eingeleitet werden können. Es wird eine optimale Schubtragfähigkeit im Bereich des Einbauteils erzielt. Dem Vorspannen der erfindungsgemäßen Anker kommt im Rahmen der Erfindung

besondere Bedeutung zu. Dadurch wird eine besonders effektive Verbindung zwischen Fundament und Ertüchtigungsschicht erreicht und die Ertüchtigungsschicht kann dem vorhandenen Fundament wirksam Lasten abnehmen. Auf diese Weise wird die Biegebewehrung des Fundamentes in vorteilhafter Weise entlastet. Durch das erfindungsgemäße Vorspannen der Anker wird fernerhin eine wünschenswerte Reduktion der Schwingbreiten der Beanspruchungen in den Ankern unter den ermüdungswirksamen Betriebslasten erreicht. Besondere Bedeutung kommt auch dem Einbetonieren des oberen Befestigungsflansches des Einbauteils zu. Dadurch können die abhebenden Kräfte aus der Verankerung des Turms sowohl am oberen Befestigungsflansch als auch am unteren Befestigungsflansch des Einbauteils effektiv in das Fundament eingeleitet werden. Auf diese Weise erfolgt eine vorteilhafte Umverteilung der abhebenden Lasten. Im Ergebnis wird eine überraschend hohe Tragfähigkeit erzielt, so dass eine optimale Standsicherheit insbesondere des Turms einer Windenergieanlage gewährleistet ist.

[0020] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

Fig. 1 einen Schnitt durch ein erfindungsgemäß ertüchtigtes Fundament,

Fig. 2 eine Draufsicht auf den Gegenstand nach Fig. 1,

Fig. 3 ein vergrößerter Ausschnitt aus der Fig. 1 und

Fig. 4 ein vergrößerter Ausschnitt im unteren Bereich der Bohrung gemäß Fig. 3.

[0021] Die Figuren zeigen ein erfindungsgemäß ertüchtigtes Fundament für einen nicht dargestellten Turm einer Windenergieanlage. In den Figuren ist ein bereits vorhandenes Fundament 1 aus Beton dargestellt. Dieses Fundament 1 weist eine obere Stahlbewehrung 2 und eine untere Stahlbewehrung 3 auf. In das Fundament 1 ist ein Einbauteil 4 für den Turm der Windenergieanlage einbetoniert. Das Einbauteil 4 ist vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel zylinderförmig ausgebildet. An diesem Einbauteil 4 ist ein oberer Befestigungsflansch 5 sowie ein unterer Befestigungsflansch 6 angeschlossen. Beide Befestigungsflansche 5, 6 laufen zweckmäßigerweise über den Umfang des Einbauteils 4 um. In der Fig. 1 sind im Übrigen zwei Schubnocken 29 erkennbar, die an der Außenseite des Einbauteils vorgesehen sind und in die Ertüchtigungsschicht 7 ragen. Diese Schubnocken 29 verbessern die Krafteinleitung in die Ertüchtigungsschicht 7.

[0022] Auf die Oberfläche des Fundamentes 1 wurde nachträglich eine Ertüchtigungsschicht 7 aus Beton aufgebracht. Die Dicke D der Ertüchtigungsschicht 7 mag

im Ausführungsbeispiel 1 m betragen. In der Fig. 1 ist erkennbar, dass vor dem Aufbringen der Ertüchtigungsschicht 7 ein Teil des oberen Bereiches des Fundamentes 1 entfernt wurde und zwar bereichsweise bis zur oberen Stahlbewehrung 2. Eine Mehrzahl von Bohrungen 8 verlaufen durch die Ertüchtigungsschicht 7 und in das Fundament 1. Die Bohrungen 8 sind vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel über den Umfang des Einbauteils 4 verteilt angeordnet (Fig. 2). In jeder Bohrung 8 ist ein die Ertüchtigungsschicht 7 durchgreifender und in das Fundament 1 ragender Anker 9 aus Spannstahl vorgesehen. Der in jeder Bohrung 8 verbleibende Bohrungsfreiraum zwischen dem Anker 9 und den Bohrungswandungen ist erfindungsgemäß mit einem erhärteten Vergussmaterial 10 ausgefüllt.

[0023] Insbesondere in der Fig. 3 ist erkennbar, dass ein Anker 9 mittels eines am Ankerkopf 11 vorgesehenen und als Vorspannmutter 12 ausgebildeten Vorspannelementes vorgespannt und festgesetzt ist. Die Vorspannmutter 12 ist dazu auf ein nicht näher dargestelltes, am Ankerkopf 11 vorgesehenes Außengewinde des Ankers 9 aufgeschraubt. Das Vorspannen des Ankers 9 erfolgt mittels hydraulischer Pressen, das Festsetzen durch Anziehen der Vorspannmutter 12. In der Fig. 3 ist weiterhin erkennbar, dass sich die Vorspannmutter 12 über als Tellerfedern 13 ausgebildete Federelemente sowie eine Ankerplatte 14 an der Oberfläche der Ertüchtigungsschicht 7 abstützt.

[0024] Der Ankerkopf 11 des Ankers 9 ist über einen sich entlang der Bohrung 8 erstreckenden Ankerschaft 15 mit einem Ankerfuß 16 verbunden. Der Ankerfuß 16 weist dabei einen größeren radialen Durchmesser auf als der Ankerschaft 15. Beim Vorspannen eines Ankers 9 stützt sich der Ankerfuß 16 aufgrund des gegenüber dem Ankerschaft 15 größeren Durchmessers an dem über dem Ankerfuß 16 angeordneten erhärteten Vergussmaterial 10 ab. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Durchmesser d_s des Ankerschaftes 15 relativ gering bemessen ist. Er liegt vorzugsweise zwischen 20 und 30 mm. Zweckmäßigerweise ist am unteren bzw. bohrungsgrundseitigen Ende des Ankers 9 ein Außengewinde 17 vorgesehen und auf dieses Außengewinde 17 ist zum einen eine Muffe 18 und zum anderen eine Kontermutter 19 aufgeschraubt (siehe insbesondere Fig. 4). Die Kontermutter 19 liegt dabei bohrungsgrundseitig an der Muffe 18 an. Vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel bilden die Muffe 18 und die Kontermutter 19 den Ankerfuß 16 des Ankers 9. Empfohlenermaßen ist der größte Durchmesser d_f des Ankerfußes 16 bzw. der Muffe 18 nur wenige Millimeter geringer als der Durchmesser d_B des zugeordneten Bohrungsabschnittes. Zweckmäßigerweise sind deshalb in den Figuren nicht näher dargestellte axiale Durchlasskanäle für das Vergussmaterial in der Muffe 18 vorgesehen. Vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel hat die Oberfläche 28 der Muffe 18 die Form eines sich zum Bohrungsgrund 22 hin erweiternden Konus.

[0025] Vor allem in der Fig. 4 ist erkennbar, dass über

dem Ankerfuß 16 ein Hinterschnitt 20 in der Bohrungswandung ausgeformt ist. Der Hinterschnitt 20 weist eine erste Hinterschnittfläche 21 auf, die einen sich zum Bohrungsgrund 22 hin erweiternden Konus bildet. Der Hinterschnitt 20 weist weiterhin eine zweite Hinterschnittfläche 23 auf, die einen sich zum Bohrungsgrund 22 hin verjüngenden Konus bildet. Die zweite Hinterschnittfläche 23 schließt im Ausführungsbeispiel unmittelbar an die erste Hinterschnittfläche 21 an und lediglich diese beiden Hinterschnittflächen 21, 23 bilden den Hinterschnitt 20. Die zweite Hinterschnittfläche 23 erstreckt sich vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel über einen deutlich längeren Abschnitt der Längsachse L des Ankers 9 bzw. der Bohrung 8. Zweckmäßigerweise ist dieser Abschnitt der Längsachse, über den sich die zweite Hinterschnittfläche 23 erstreckt mindestens zweimal so groß wie der Abschnitt der Längsachse L, über den sich die erste Hinterschnittfläche 21 erstreckt. Fig. 4 zeigt, dass der Hinterschnitt 20 mit geringem Abstand oberhalb des Ankerfußes 16 angeordnet ist. Vorzugsweise beträgt dieser Abstand 0 bis 20 mm. Der Durchmesser d_B der hinterschnittfreien Bohrung 8 beträgt zweckmäßigerweise 55 bis 80 mm und bevorzugt 60 bis 75 mm. Der größte Durchmesser d_H des Hinterschnittes 20 beträgt empfehlenermaßen das 1,3-fache bis 1,7-fache des Durchmessers d_B der hinterschnittfreien Bohrung 8.

[0026] Vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel ist der Ankerschaft 15 mit einer als Schrumpfschlauch 24 ausgebildeten gleitfähigen Beschichtung versehen, die das Anhaften des Vergussmaterials an dem Anker 9 bzw. an dem Ankerschaft 15 verhindert bzw. minimiert. Aufgrund dieser Beschichtung ist in vorteilhafter Weise die Einstellung einer exakt definierten Vorspannung der Anker 9 möglich.

[0027] Insbesondere anhand der Fig. 3 kann eine bevorzugte Realisierung der erfindungsgemäßen Ertüchtigungsmaßnahmen erläutert werden. Vorzugsweise wird zunächst in einem oberen Bereich 25 ein Teil des Fundamentes 1 bis zu der oberen Stahlbewehrung 2 entfernt. Anschließend wird zweckmäßigerweise eine Bohrung 8 in das Fundament 1 eingebracht. Daraufhin wird empfehlenermaßen ein Anker 9 mit an seinem oberen Ende aufgeschraubter Vorspannmutter 12 sowie mit am unteren Ende vorgesehenen Ankerfuß 16 in die Bohrung 8 des Fundamentes 1 eingesetzt. Zweckmäßigerweise erfolgt dann ein Verguss mit Vergussmaterial im unteren Bereich 26 der Bohrung 8. In diesem unteren Bereich 26 befinden sich der Ankerfuß 16 und der Hinterschnitt 20. Vorzugsweise wird daraufhin ein Hüllrohr 27 auf den soeben erzeugten Vergussabschnitt aufgestellt. Der Außendurchmesser des Hüllrohres 27 entspricht dabei dem Durchmesser d_B der Bohrung 8 bzw. in etwa diesem Durchmesser d_B . Die Länge des Hüllrohres 27 wird auf die anschließend aufzubringende Ertüchtigungsschicht 7 abgestimmt. Nach Einstellen des Hüllrohres 27 wird also vorzugsweise die Ertüchtigungsschicht 7 auf das Fundament 1 aufgebracht. Nach Erhärten der Ertüchtigungsschicht 7 erfolgt empfehlenermaßen ein Vorspannen des Ankers 9 mittels der Vorspannmutter 12. Erst danach wird zweckmäßigerweise der Verguss mit dem Vergussmaterial in dem oberen Bereich der Bohrung 8 bzw. in dem Hüllrohr 27 realisiert.

[0028] Es wurde bereits betont, dass dem Vorspannen der Anker 9 besondere Bedeutung zukommt. Von besonderem Vorteil ist auch, dass der obere Befestigungsflansch 5 des Einbauteils 4 (Fig. 1) an seiner Oberseite von der Ertüchtigungsschicht 7 einbetoniert ist. Dadurch können die abhebenden Kräfte aus der Verankerung des Turms sehr effektiv in das Fundament 1 eingeleitet werden.

Patentansprüche

1. Ertüchtigtes Fundament, insbesondere für Windenergieanlagen, wobei ein Fundament (1) aus Beton vorhanden ist, wobei auf das Fundament (1) eine Ertüchtigungsschicht (7) aus Beton aufgebracht ist, wobei zumindest eine durch die Ertüchtigungsschicht (7) verlaufende und in das Fundament (1) eingebrachte Bohrung (8) vorhanden ist, wobei in der Bohrung (8) ein die Ertüchtigungsschicht (7) durchgreifender und in das Fundament (1) ragender Anker (9) vorgesehen ist, wobei der in der Bohrung (8) verbleibende Bohrungsfreiraum von einem erhärteten Vergussmaterial (10) ausgefüllt ist bzw. im Wesentlichen ausgefüllt ist und wobei der Anker (9) mittels zumindest eines am Ankerkopf (11) vorgesehenen Vorspannelementes vorgespannt ist.
2. Ertüchtigtes Fundament nach Anspruch 1, wobei der Ankerkopf (11) über einen Ankerschaft (15) mit einem Ankerfuß (16) verbunden ist und wobei der Ankerfuß (16) einen größeren Durchmesser aufweist als der Ankerschaft (15).
3. Ertüchtigtes Fundament nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der Ankerkopf (11) ein Außengewinde aufweist, auf welches Außengewinde ein als Vorspannmutter (12) ausgebildetes Vorspannelement aufgeschraubt ist und wobei der Anker (9) durch Ziehen oder Pressen und durch anschließendes Anziehen der Vorspannmutter (12) vorgespannt ist.
4. Ertüchtigtes Fundament nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei zwischen Vorspannelement und Oberfläche der Ertüchtigungsschicht (7), insbesondere zwischen Vorspannmutter (12) und Oberfläche der Ertüchtigungsschicht (7) zumindest ein Federelement, vorzugsweise zumindest eine Tellerfeder (13) zwischengeschaltet ist.
5. Ertüchtigtes Fundament nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der Anker (9) durch Ziehen und anschließendes Fixieren des Ankerkopfes (11) mit ei-

ner Klemmverbindung vorgespannt ist.

6. Ertüchtigtes Fundament nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der Anker (9) einen aufgestauchten Ankerkopf (11) aufweist, dessen Durchmesser größer ist als die Bohrung (8) und wobei der Anker (9) durch Ziehen und anschließendes Abstützen des Ankerkopfes (11) mit zumindest einem Unterlegelement auf der Oberfläche der Ertüchtigungsschicht (7) vorgespannt ist. 5
7. Ertüchtigtes Fundament nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei der Ankerschaft (15) am bohrungsgrundseitigen Ende ein Außengewinde (17) aufweist und wobei zumindest eine Kontermutter (19) als Ankerfuß (16) bzw. als Bestandteil des Ankerfußes (16) auf dieses Außengewinde (17) aufgeschraubt ist. 10
8. Ertüchtigtes Fundament nach Anspruch 7, wobei auf dem Außengewinde (17) am bohrungsgrundseitigen Ende des Ankerschaftes (15) eine Muffe (18) aufgeschraubt ist und wobei die auf das Außengewinde (17) aufgeschraubte Kontermutter (19) bohrungsgrundseitig an der Muffe (18) anliegt. 20
9. Ertüchtigtes Fundament nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei der Ankerfuß (16) am bohrungsgrundseitigen Ende des Ankerschaftes (15) aufgestaucht ist oder wobei der Ankerfuß (16) über eine Klemmverbindung am bohrungsgrundseitigen Ende des Ankerschaftes (15) fixiert ist. 25
10. Ertüchtigtes Fundament nach einem der Ansprüche 2 bis 9, wobei die Oberfläche des Ankerfußes (16) den Ankerschaft (15) ringförmig umgibt und wobei die Oberfläche dabei konusförmig zur Bohrungswandung hin geneigt ist. 30
11. Ertüchtigtes Fundament nach einem der Ansprüche 2 bis 10, wobei der größte Durchmesser d_f des Ankerfußes (16) das 1,5-fache bis 3,5-fache, insbesondere das 2-fache bis 2,8-fache des Durchmessers d_s des Ankerschaftes (15) beträgt. 35
12. Ertüchtigtes Fundament nach einem der Ansprüche 2 bis 11, wobei der Anker (9) und insbesondere der Ankerschaft (15) zumindest bereichsweise mit einer Beschichtung versehen ist, die das Anhaften des Vergussmaterials (10) am Anker (9) bzw. am Ankerschaft (15) verhindert oder zumindest minimiert. 40
13. Ertüchtigtes Fundament nach einem der Ansprüche 2 bis 12, wobei über dem Ankerfuß (16) ein Hinterschnitt (20) in der Bohrungswandung ausgeformt ist. 45
14. Ertüchtigtes Fundament nach Anspruch 13, wobei der Hinterschnitt (20) eine erste Hinterschnittfläche (21) aufweist, welche erste Hinterschnittfläche (21) 50

einen sich zum Bohrungsgrund hin erweiternden Konus bildet und wobei der Hinterschnitt (20) eine zweite Hinterschnittfläche (23) aufweist, welche zweite Hinterschnittfläche (23) einen sich zum Bohrungsgrund (22) hin verjüngenden Konus bildet.

15. Ertüchtigtes Fundament nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei in das Fundament (1) ein Einbauteil (4) für die Aufnahme eines Turms bzw. Mastes, insbesondere einer Windenergieanlage einbetoniert ist und wobei das Einbauteil (4) auch in die Ertüchtigungsschicht (7) einbetoniert ist.
16. Ertüchtigtes Fundament nach Anspruch 15, wobei an der Außenseite des Einbauteils (4) zumindest ein in die Ertüchtigungsschicht (7) ragendes Schubelement, vorzugsweise zumindest eine in die Ertüchtigungsschicht (7) ragende Schubnocke (29) vorhanden ist.
17. Ertüchtigtes Fundament nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei die Dicke der Ertüchtigungsschicht 0,5 bis 2,5 m, vorzugsweise 0,7 bis 1,5 m und bevorzugt 0,8 bis 1,3 m beträgt.
18. Ertüchtigtes Fundament nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei der Anker lotrecht bzw. im Wesentlichen lotrecht angeordnet ist.
19. Ertüchtigtes Fundament nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei der Anker schräg angeordnet ist.

Fig. 1

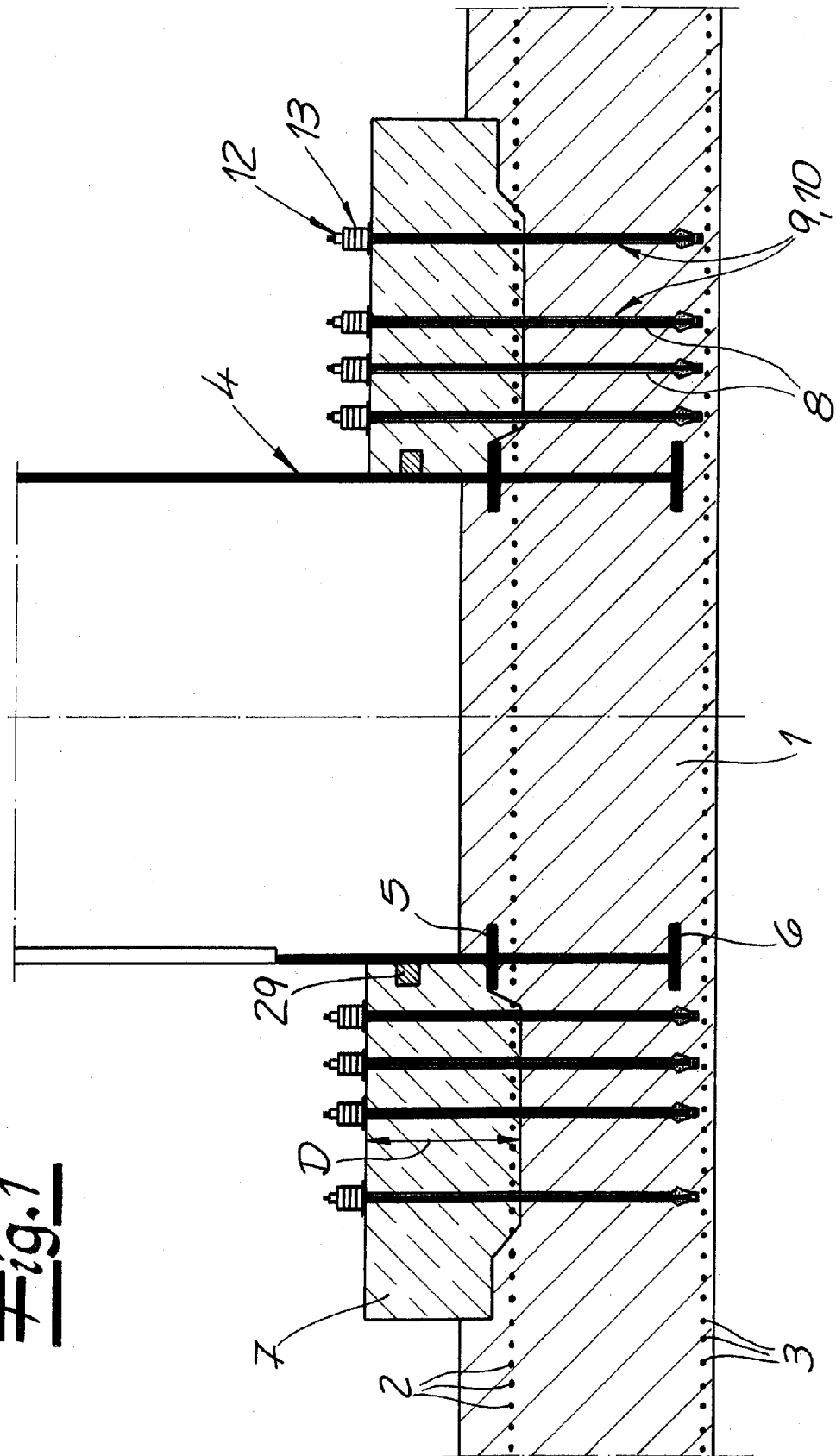


Fig. 2

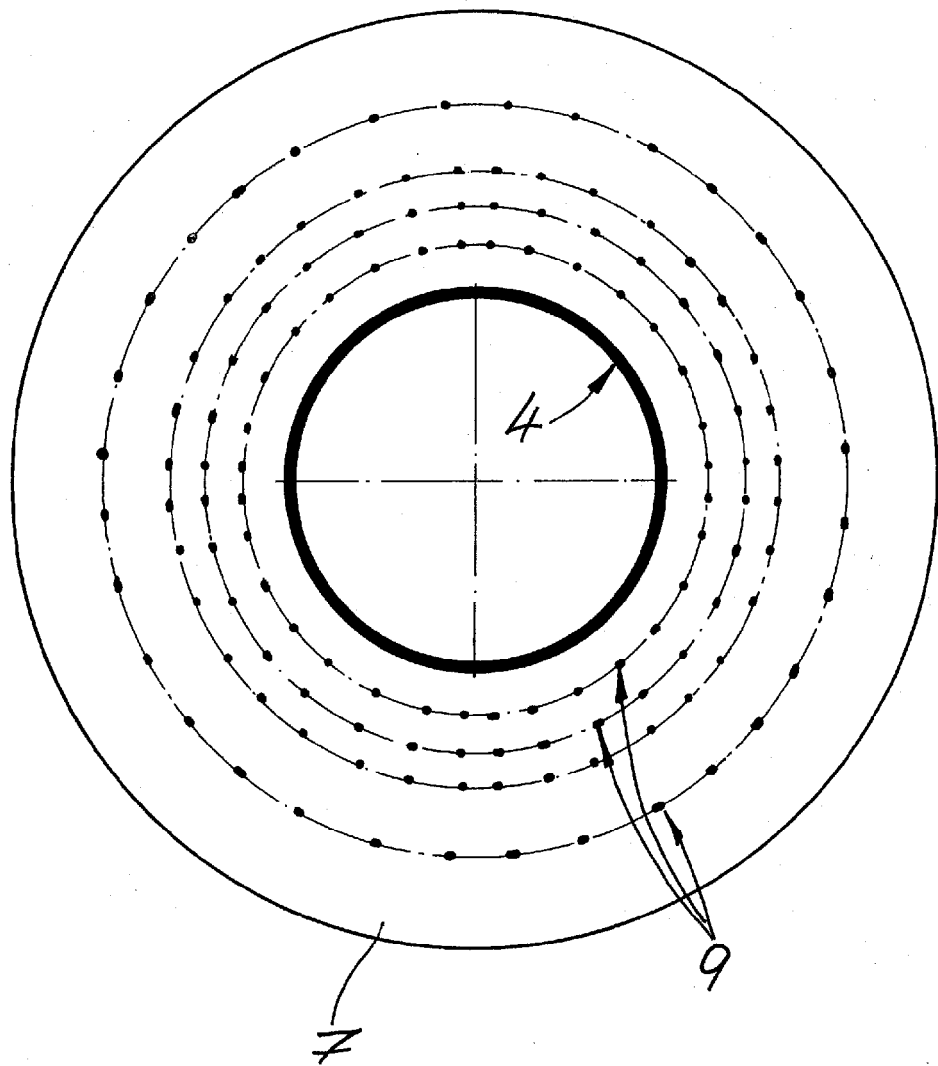


Fig. 3

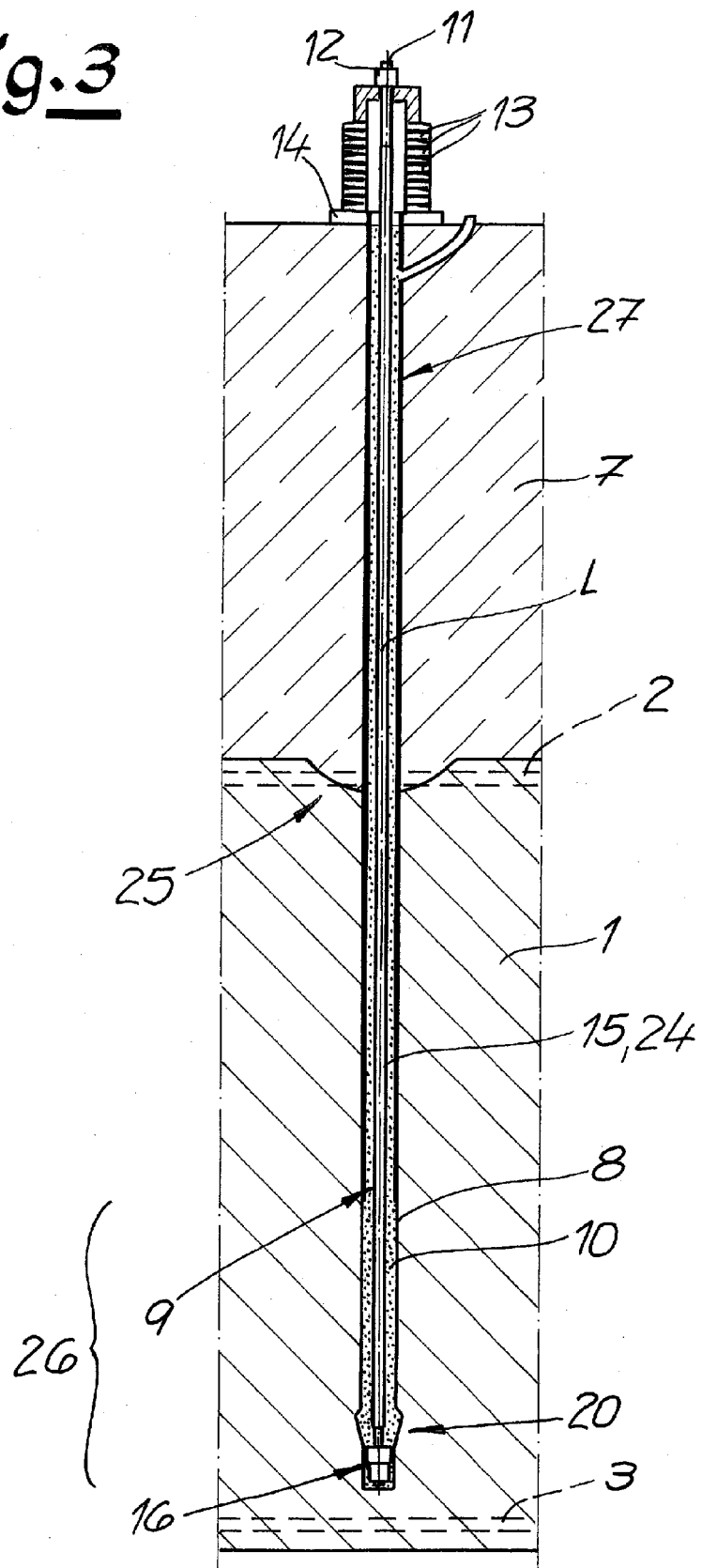
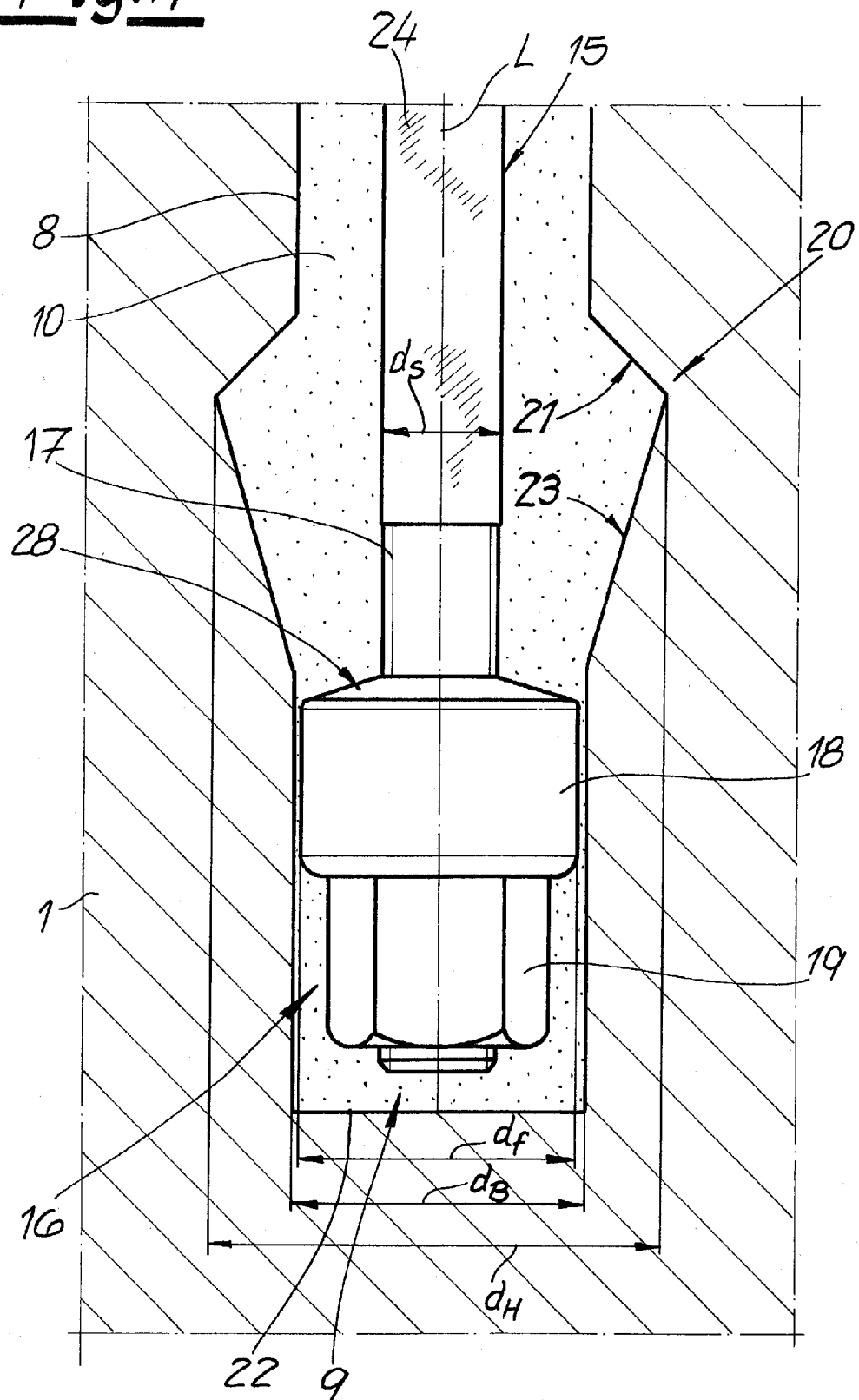


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 16 9352

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	WO 2005/095717 A1 (WOBBEN ALOYS [DE]) 13. Oktober 2005 (2005-10-13) * das ganze Dokument *	1-19	INV. E02D5/64 E02D37/00
A	US 4 079 559 A (TENBRUMMELER BERT) 21. März 1978 (1978-03-21) * das ganze Dokument *	1-19	
A	FR 2 837 509 A1 (GTM [FR]; DELTASOL T S [FR]) 26. September 2003 (2003-09-26) * das ganze Dokument *	1-19	
A,P	EP 2 199 469 A1 (VESTAS WIND SYS AS [DK]) 23. Juni 2010 (2010-06-23) * das ganze Dokument *	1-19	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. Oktober 2011	Prüfer Geiger, Harald
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503.03.82 (P04C03)

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

EP 11 16 9352

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.

05-10-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005095717 A1	13-10-2005	AR 050406 A1	25-10-2006
		AU 2005229134 A1	13-10-2005
		BR PI0509291 A	18-09-2007
		CA 2561144 A1	13-10-2005
		CN 1934320 A	21-03-2007
		DE 102004017008 A1	27-10-2005
		EP 1735506 A1	27-12-2006
		JP 4558785 B2	06-10-2010
		JP 2007527971 A	04-10-2007
		JP 2010133242 A	17-06-2010
		KR 20060130702 A	19-12-2006
		KR 20090119784 A	19-11-2009
		NZ 549767 A	30-06-2011
		US 2008155907 A1	03-07-2008

US 4079559 A	21-03-1978	KEINE	

FR 2837509 A1	26-09-2003	KEINE	

EP 2199469 A1	23-06-2010	CN 101813069 A	25-08-2010
		US 2010146890 A1	17-06-2010

EPO FORM P0481

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