(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 208 825 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.07.2010 Patentblatt 2010/29

(51) Int Cl.:
E02B 17/02 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **09000543.0**

(22) Anmeldetag: **16.01.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(71) Anmelder: **Overdick GmbH & co. KG**
20457 Hamburg (DE)

(72) Erfinder:
- **Overdick, Ekkehard**
20465 Reinbek (DE)
- **Schmitt, Gerrit**
21039 Hamburg (DE)
- **Rennert, Ingo**
38539 Müder/Aller (DE)

(74) Vertreter: **Mönkemeyer, Philipp**
Hauck Patent- und Rechtsanwälte
Neuer Wall 50
20354 Hamburg (DE)

(54) Verfahren zur Installation einer Offshore-Gründungsstruktur auf dem Meeresboden sowie Offshore-Gründungsstruktur

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Installation einer Offshore-Gründungsstruktur auf dem Meeresboden, die mindestens drei vertikale Stützbeine aufweist, wobei die Stützbeine jeweils ein im installierten Zustand mit einem Stützfuß auf dem Meeresboden aufstehendes Hüllrohr besitzen, bei dem die Hüllrohre mit ihren Stützfüßen auf dem Meeresboden aufgestellt werden und anschließend zumindest teilweise in den Hüllrohren verlaufende Rammpfähle mit Ramm- oder Vibrationshämmem in den Meeresboden eingetrieben werden. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Rammpfähle durch über den Meeresspiegel hinausragende Hüllrohre in den Meeresboden eingetrieben werden. Die Erfindung betrifft außerdem eine entsprechende Gffshore-Gründungsstruktur.

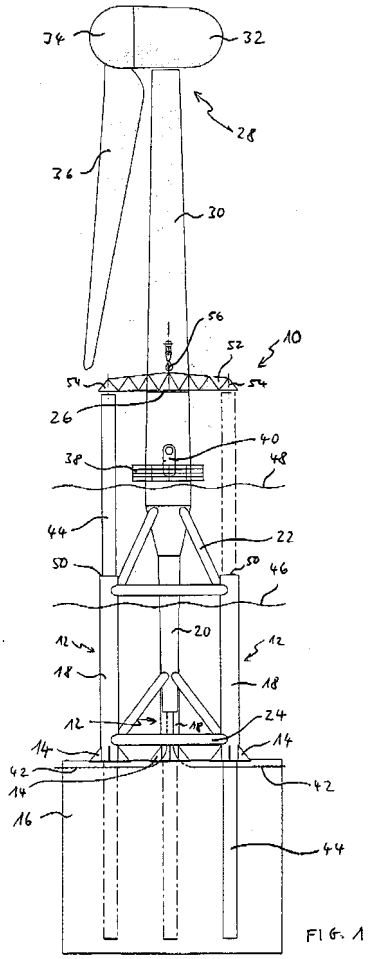


FIG. 1

EP 2 208 825 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Installation einer Offshore-Gründungsstruktur auf dem Meeresboden, die mindestens drei vertikale Stützbeine aufweist, wobei die Stützbeine jeweils ein im installierten Zustand mit einem Stützfuß auf dem Meeresboden aufstehendes Hüllrohr besitzen, bei dem die Hüllrohre mit ihren Stützfüßen auf dem Meeresboden aufgestellt werden und anschließend zumindest teilweise in den Hüllrohren verlaufende Rammpfähle mit Ramm- oder Vibralionshämmem in den Meeresboden eingetrieben werden.

[0002] Die Erfindung betrifft außerdem eine Offshore-Gründungsstruktur, die mindestens drei vertikale Stützbeine aufweist, wobei die Stützbeine jeweils ein mit einem Stützfuß auf dem Meeresboden aufstehendes Hüllrohr und einen zumindest teilweise in dem Hüllrohr verlaufenden und in den Meeresboden eingetriebenen Rammpfahl aufweisen.

[0003] Es ist bekannt, Offshore-Gründungsstrukturen mit vertikalen Stützbeinen zu versehen. Die Stützbeine können Hüllrohre besitzen, die mit einem Stützfuß auf dem Meeresboden aufgestellt werden, so dass die Hüllrohre unter Wasser angeordnet sind. Zur Gründung der Struktur werden nach dem Aufstellen der Hüllrohre am Installationsort Rammpfähle durch die als Führung dienenden unter Wasser angeordneten Hüllrohre hindurchgeführt und in den Meeresboden eingetrieben. Das Eintreiben der Rammpfähle erfolgt durch eine Rammung mittels Ramm- oder Vibrationshämmem, die an den Rammpfählen nach dem Einsetzen dieser in die Hüllrohre angebracht werden. Beispielsweise die Rammhämmer werden mehrfach angehoben und beispielsweise durch ihr Eigengewicht auf eine geeignete Rammfläche der Rammpfähle gerammt. Die Rammung selbst erfolgt auf der Grundlage marktüblicher Rammtechnologie. Die Pfähle werden so sukzessive in den Meeresboden getrieben. Das Eintreiben durch Vibrationsrammung mittels Vibrationshämmern ist ebenfalls an sich bekannt. Im eingetriebenen Zustand verbleiben die Rammpfähle zumindest teilweise in den Hüllzohren, so dass sie diese halten. Auf der so auf dem Meeresboden fundierten Struktur können gegebenenfalls weitere Bauwerke installiert werden. Neben Öl- oder Gasbohr- und -förderanlagen kommen in dieser Hinsicht in jüngster Zeit auch vermehrt Offshore-Windenergieanlagen in Frage.

[0004] Die bekannte Vorgehensweise ist schallintensiv. Insbesondere breitet sich der bei der Rammung unter Wasser entstehende Schall in dem Wasser mit geringen Absorptionsverlusten aus. Dies stellt eine unerwünschte Beeinträchtigung dar, insbesondere für in der Nähe des Installationsorts im Wasser befindliche Tiere. Außerdem ist die bekannte Vorgehensweise zeitaufwendig. So müssen am Installationsort auf See zunächst die Hüllrohre unter Wasser aufgestellt, anschließend die Rammpfähle durch die unter Wasser befindlichen Hüllrohr gesteckt und dann die Ramm- oder Vibrationshämmer für die Rammung installiert werden. Gerade bei Offshore-Windenergieanlagen stellt dies ein Problem dar, da in einem durch die Wetterbedingungen vorgegebenen kleinen Zeitfenster eine Vielzahl von Offshore-Gründungsstvkturen für im Vergleich zu Öl- oder Gasbohranlagen kleinere Windenergieanlagen zu installieren ist. Für die Installation einer einzelnen Offshore-Gründungsstruktur steht somit nur wenig Zeit zur Verfügung.

[0005] Ausgehend von dem erläuterten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Gründungsstruktur der eingangs genannten Art bereitzustellen, bei denen die Schallbeeinträchtigung bei der Installation verringert ist und die Installationszeit verkürzt wird.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der Ansprüche 1 und 15 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung sowie den Figuren.

[0007] Für ein Verfahren der eingangs genannten Art löst die Erfindung die Aufgabe dadurch, dass die Rammpfähle durch über den Meeresspiegel hinausragende Hüllrohre in den Meeresboden eingetrieben werden. Für eine Offshore-Gründungsstruktur der eingangs genannten Art löst die Erfindung die Aufgabe entsprechend dadurch, dass die Hüllrohre im auf dem Meeresboden aufstehenden Zustand über den Meeresspiegel hinausragen.

[0008] Die Stützbeine werden mit ihren Hüllrohre und Stützfüßen auf dem Meeresboden aufgestellt. Erfindungsgemäß ragen die Hüllrohre in diesem auf dem Meeresboden aufgestellten Zustand über den Meeresspiegel hinaus. Die Rammpfähle werden dann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren durch die über den Meeresspiegel ragenden Hüllrohre hindurch in den Meeresboden getrieben. Dies erfolgt mittels Rammhämmern oder Vibrationshämmern (Vibrationsrammung). Die von den Härnmern erzeugte Rammenergie wird in an sich bekannter Weise über geeignete Rammkonsolen in den zu rammenden Pfahl eingeleitet. Der Meeresspiegel bezeichnet dabei den Meeresspiegel bei Normalnull (Seekartennull).

[0009] Indem die Hüllrohre erfindungsgemäß über den Meeresspiegel hinausragen, findet zum überwiegenden Teil eine Überwasserrammung statt. Lediglich gegen Ende des Rammvorgangs können die Rammpfähle mit ihrer Oberseite gegebenenfalls die Meeresspiegellinie unterschreiten. Allerdings ist durch die über die Meeresspiegellinie ragenden Hüllrohre zu jeder Zeit, und insbesondere auch bei einem Unterschreiten der Meeresspiegellinie durch die Rammpfahloberseite, sichergestellt, dass der bei der Rammung entstehende Schall innerhalb des Hüllrohrs entsteht und nicht direkt in das umgebende Wasser eintreten kann. Der Schall kann sich aus dem Hüllrohr nach oben zwar in die umgebende Luft ausbreiten. Aufgrund des schlechten Schallübergangs zwischen den Medien Luft und Wasser gelangt dieser Schall in der Luft jedoch nur erheblich abgeschwächt in das umliegende Wasser. Die Schallbelastung für in dem Wasser le-

bende Tiere wird auf diese Weise erheblich reduziert.

[0010] Die Rammpfähle verbleiben nach dem Eintreiben in den Meeresboden in an sich bekannter Weise zumindest über einen Teil der Länge der Hüllrohre in den Hüllrohren. Sie können insbesondere über den überwiegenden Teil der Länge in den Hüllrohren verbleiben. Die Rammpfähle besitzen also eine erheblich größere Länge als die Hüllrohre, beispielsweise die doppelte oder dreifache Länge.

[0011] Die erfindungsgemäße Gründungsstruktur hat mindestens drei Stützbeine. Bei drei Stützbeinen kann es sich bei der Gründungsstruktur also um eine sogenannte Tripode handeln. Es kann sich insbesondere um eine Doppeltripode handeln, bei der eine obere und eine untere Stütz- und Spreizkonstruktion für die Stützbeine vorgesehen sind. Tripodenkonstruktionen erlauben dünnere Rammpfähle, die zu einer Reduzierung der erforderlichen Schlagenergie und Rammzeit führen.

[0012] Nach einer Ausgestaltung können die Rammpfähle vor der Seeinstallation der Gründungsstruktur bereits an Land, insbesondere auf einem Fertigungsgelände der Gründungsstruktur, eingbaut werden. Auf diese Weise wird die für die Installation erforderliche Zeit verringert, da die Rammpfähle am Installationsort nicht mehr in die Hüllrohre eingeführt werden müssen. Die Vormontage der Rammpfähle erfolgt bei dieser Ausgestaltung also vor der Installation der Gründungsstruktur und bereits vor einem Transport der Gründungsstruktur auf dem Wasser zu dem Installationsort.

[0013] Nach einer weiteren Ausgestaltung können die Rammpfähle bei einem Einsatz von Rammhämmern zumindest teilweise hohl ausgebildet sein und eine in ihrem Innenraum angeordnete innen liegende Rammkonsole für das Rammen mit Rammhämmern besitzen. Auf diese Rammkonsole können die Rammhämmer zum Eintreiben der Rammpfähle gesetzt werden. Aufgrund der innenliegenden Hämmer findet bei dieser Ausgestaltung der rammende Kontakt zwischen Hammer und Rammpfahl innerhalb des Rammpfahls statt, wodurch der entstehende Luftschall weiter verringert wird. Es können weiterhin die Ramm- oder Vibrationshämmer vor dem Aufstellen der Hüllrohre in den Rammpfählen vormontiert werden. Dadurch wird die Installationszeit vor Ort und auf See verringert. In der Praxis sind dadurch Verringerungen der Installationszeit um ein Drittel möglich. Außerdem entfällt die ebenfalls schallintensive Rüstzeit am Installationsort auf See. Wiederum kann die Vormontage der Ramm- oder Vibrationshämmer insbesondere vor der Installation der Gründungsstruktur oder bereits vor einem Transport der Gründungsstruktur auf dem Wasser zu dem Installationsort erfolgen.

[0014] Die Rammpfähle können nach einer weiteren Ausgestaltung mit den Ramm- oder Vibrationshämmern derart gleichzeitig in den Meeresboden eingetrieben werden, dass sich der bei der Rammung der einzelnen Rammpfähle entstehende Schall zumindest teilweise gegenseitig auslöscht. Gleichzeitig muss dabei nicht taktmäßig gleichzeitig heißen. Vielmehr werden die Rammpfähle im selben Zeitraum derart getaktet in den Meeresboden gehämmert, dass die bei den einzelnen Rammvorgängen entstehenden Schallwellen destruktiv miteinander interferieren. Die Taktvorgabe im Einzelnen hängt insbesondere von den entstehenden Schallfrequenzen und den geometrischen Verhältnissen der Gründungsstruktur ab. So müssen die Hämmer bei gleicher Schallfrequenz derart phasenangepasst, insbesondere phasenverschoben, auf die Rammpfähle treffen, dass abhängig von insbesondere dem Abstand der Schallquellen zueinander am Ort der Überlagerung der Schallwellen eine Phasenverschiebung der Wellen von möglichst 180° vorliegt, also destruktive Interferenz erfolgt. Abhängig von der Amplitude der Schallwellen erfolgt dann im theoretischen Idealfall eine totale gegenseitige Auslöschung der entstehenden Schallwellen. In der Praxis lässt sich auf diese Weise eine erhebliche Schallreduzierung erreichen.

[0015] Die Hüllrohre können jeweils mit einer zumindest über einen Teil ihrer Länge um ihre Außenfläche umlaufenden Kunststoffverschalung versehen sein, beispielsweise an der Außenfläche der Hüllrohre angeordnete Kunststoffhalb- -drittel- oder -viertelschalen. Die Verschalung kann zumindest für die Dauer der Rammung vorgesehen sein. Eine derartige Kunststoffschalung verringert die Schallentstehung weiter, zum einen durch Absorption der Schallwellen und zum anderen durch eine Stabilisierung der Rammpfähle in den Hüllrohren. So entsteht ein Großteil des Schalls bei der Rammung durch eine bauchige Verformung der Rammpfähle bei dem Rammvorgang und einer anschließenden oszillatorischen Rückbildung der Pfahlform. Diese Schwingung des Rammpfahls wird durch die Kunststoffverschalung ebenfalls gedämpft. Als Kunststoff kommt beispielsweise Polyurethan in Frage. Nach Abschluss der Rammung kann die Kunststoffverschalung entfernt werden. Dazu können beispielsweise die Schalen nach dem Abschluss der Rammung gelöst werden, so dass diese aufschwimmen und für eine Wiederverwendung genutzt werden können.

[0016] Nach einer weiteren Ausgestaltung kann zumindest über einen Teil der Länge der Hüllrohre jeweils ein umlaufender Hohlraum zwischen den Rammpfählen und den Hüllrohren gebildet sein. Dieser Hohlraum kann im Wesentlichen über die gesamte Länge der Hüllrohre bestehen, wobei lediglich im oberen und unteren Bereich der Hüllrohre Führungselemente für eine Führung der Rammpfähle bei der Rammung angeordnet sind. Nach einer Ausgestaltung kann der Hohlraum insbesondere zumindest während des Rammens mit Luft gefüllt sein. Über entsprechende Dichtungen kann dies erreicht werden. Diese Luftfüllung verhindert eine direkte Schallübertragung zwischen dem Rammpfahl und dem Hüllrohr und damit dem das Hüllrohr zumindest teilweise umgebenden Wasser. Außerdem können auf diese Weise lokale Verformungen des Rammpfahls infolge des Rammvorgangs zugelassen werden.

[0017] Nach einer weiteren Ausgestaltung kann der

Hohlraum insbesondere zumindest für die Dauer des Rammens mit einem Kunststoffschaum gefüllt sein. Ein solcher Kunststoffschaum verbessert die Schalldämpfung. Er kann permanent ausgebildet sein, also nach der Rammung in dem Hohlraum verbleiben. In diesem Fall kann beispielsweise eine ansonsten offene Oberseite des Hüllrohrs mit einer Kopfabdeckung gegen das umliegende Wasser abgedichtet sein. Eine solche Abdekkung kann beispielsweise angeschraubt oder angeschweißt werden. Als Schaum kommt beispielsweise ein Polyurethanschaum in Frage. Es kann sich dabei zum Beispiel um einen 1- oder 2-Komponentenschaum handeln. Bestandteile eines 2-Komponentenschaums können sein: Diphenylmethan-4, 4'-Diisocyanat, Tris(2-chlorisopropyl)phosphat, Dimethylether sowie gegebenenfalls Treibgase. Nach einer alternativen Ausgestaltung kann der Hohlraum zum selben Zweck insbesondere zumindest für die Dauer des Rammens mit einem Granulat gefüllt sein. Ein Granulat bezeichnet in diesem Zusammenhang jegliche Art von partikelförmigem Material. Geeignete Granulate können beispielsweise sein: Kunststoffgranulat, z.B. Polyurethan-Schaumkugeln, Hohlkugeln, LECA, Blähton oder ein leicht aufschäumbares stark lufthaltiges Granulat. Ein solches Granulat kann nach Abschluss der Rammung in einfacher Weise entfernt werden. So kann nach einer weiteren Ausgestaltung der Hohlraum insbesondere nach Abschluss des Rammens mit Beton gefüllt werden. Ein solcher Beton oder "Grout" kann über geeignete Injektionsrohre beispielsweise von der Unterseite in den Hohlraum eingebracht werden und dabei zum Beispiel ein während der Rammung in dem Hohlraum enthaltenes Granulat verdrängen. Dieses kann in einem geeigneten Auffangbehälter gesammelt werden. Der Beton führt zu einer zusätzlichen Stabilisierung der Rammpfähle in den Hüllrohren und damit der Gesamtstruktur im fundierten Zustand.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Gründungsstruktur eignen sich insbesondere für die Installation von Offshore-Windenergieanlagen. Entsprechend kann vorgesehen sein, dass auf der Gründungsstruktur eine Windenergieanlage installiert ist bzw. nach Abschluss der Rammung installiert wird. Gerade bei Windenergieanlagen besteht, wie eingangs erläutert, ein großer Zeitdruck bei der Installation. Insbesondere muss oftmals eine Vielzahl von Anlagen installiert werden, wobei die Schallbeeinträchtigung minimal gehalten werden soll. Gerade bei solchen Offshore-Strukturen ist die Erfindung vorteilhaft.

[0019] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Offshore-Gründungsstruktur in einer teilweise geschnittenen Seitenansicht,

Fig. 2 eine bei der Gründungsstruktur aus Fig. 1 vorgesehene Transportführung in einer Draufsicht,

Fig. 3 ein Stützbein der in Fig. 1 dargestellten Gründungsstruktur gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel in einem Querschnitt,

Fig. 4 ein Stützbein der in Fig. 1 gezeigten Gründungsstruktur gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel in einem Querschnitt,

Fig. 5 ein Stützbein der in Fig. 1 gezeigten Gründungsstruktur gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel in einem Querschnitt, und

Fig. 6 ein Stützbein der in Fig.1 gezeigten Gründungsstruktur gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel in einem Querschnitt.

[0020] Soweit nichts anderes angegeben ist, bezeichnen in den Figuren gleiche Bezugszeichen gleiche Gegenstände. In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Offshore-Gründungsstruktur 10 dargestellt. In dem dargestellten Beispiel besitzt die Offshore-Gründungsstruktur 10 drei vertikale Stützbeine 12. Die Stützbeine 12 bestehen jeweils aus einem Stützfuß 14 und dienen gleichzeitig als Hüllrohr 18 für die nachträglich einzubauenden und zu rammenden Pfähle 44.. Die Stützfüße 14 sind in an sich bekannter Weise als sogenannte Mud-Mats ausgebildet. Die Gründungsstruktur 10 besitzt weiterhin ein Zentralrohr 20, welches über eine obere Stütz- und Spreizkonstruktion 22 ("oberes bracing") und eine untere Stütz- und Spreizkonstruktion 24 ("unteres bracing") mit den Stützbeinen 12 verbunden ist. Das Zentralrohr 20 besitzt an seinem oberen Ende einen Turmflansch 26. Auf dem Turmflansch 26 ist in dem dargestellten Beispiel der Turm 30 einer schematisch bei 28 dargestellte Windenergieanlage installiert. Die Windenergieanlage 28 besitzt ein auf dem Turm 30 angeordnetes Maschinenhaus 32 mit einem Rotor 34, der die Rotorblätter trägt, von denen in Fig. 1 lediglich eines bei 36 dargestellt ist Unterhalb des Turmflansches 26 besitzt das Zentralrohr 20 einen durch ein Geländer 38 gesicherten Zugang 40 für eine Bedienperson in den Innenraum des Zentralrohrs und damit auch den Innenraum der Windenergieanlage 28. Durch das Zentralrohr 20 sind durch den Meeresboden 16 verlaufende Seekabel 42 zur Verbindung mit der elektrischen Einheit der Windenergieanlage 28 geführt.

[0021] Die Gründungsstruktur 10 wird mittels durch die Hüllrohre 18 geführter Rammpfähle 44 in dem Meeresboden fundiert. Diese werden dazu in an sich bekannter Weise mittels in Fig. 1 nicht dargestellter Ramm- oder Vibrationshämmer durch die Hüllrohre 18 hindurch in den Meeresboden 16 gerammt, wie dies in Fig. 1 lediglich für den rechten Rammpfahl 44 dargestellt ist. Der in Fig. 1 links gezeigte Rammpfahl 44 ist dagegen in seiner Position vor dem Eintreiben in den Meeresboden 16 dargestellt. In diesem Zustand ragt der Rammpfahl 44 aus dem Hüllrohr 18 heraus. Die Rammpfähle sind an ihrer äußeren Oberfläche mit einem Gleitmittel beschichtet. Sie sind etwa doppelt so lang wie die Hüllrohre 18.

[0022] Bei dem Bezugszeichen 46 ist der Meeresspiegel bei Normalnull (Seekartennull) gezeigt. Bei dem Bezugszeichen 48 ist der Meeresspiegel bei einer soge-

nannten Jahrhundertwelle dargestellt.

[0023] Zur Installation der Offshore-Gründungsstruktur 10 auf dem Meeresboden 16 werden zunächst an Land die Hüllrohre 18 über die Stütz- und Spreizkonstruktion 22, 24 mit dem Zentralrohr 20 verbunden und mit den Stützfüßen 14 versehen. Anschließend werden ebenfalls an Land die Rammpfahle 44 in den Hüllrohren 18 vormontiert, so dass diese wie bei dem linken Rammpfahl 44 in Fig. 1 gezeigt, aus den Hüllrohren 18 herausragen. Eine in der in Figur 2 gezeigten Draufsicht sternförmige Transportführung 52 aus einer Gitterstruktur hält an seinen drei äußeren Enden 54 jeweils einen Rammpfahl 44 für den Transport, wie dies schematisch in Fig. 1 gezeigt ist. Über einen Haken 56 und eine zugeordnete Öse 58, die zentral an der Transportführung 52 angeordnet ist, kann die Struktur 10 mit den vormontierten Rammpfählen 44 angehoben und auf dem Meeresboden 16 abgesetzt werden. Selbstverständlich werden die Transportführung 52 und der Haken 56 vor der Installation der Windenergieanlage 28 entfernt. Sie sind in Fig. 1 lediglich zur Veranschaulichung dargestellt.

[0024] In Fig. 1 ist zu erkennen, dass die Hüllrohre 18 im auf dem Meeresboden 16 aufstehenden Zustand mit ihren Oberseiten 50 über den Meeresspiegel 46 bei Normalnull hinausragen. Werden nun die Rammpfähle 44 mittels in Fig. 1 nicht dargestellter Ramm- oder Vibrationshämmer in den Meeresboden 16 eingetrieben, wird dabei die Schallbeeinträchtigung für in dem den Installationsort umgebenden Wasser lebende Tiere minimiert, wie dies eingangs erläutert wurde. Die Rammpfähle werden dabei mit den Ramm- oder Vibrationshämmern derart gleichzeitig in den Meeresboden 16 eingetrieben, dass sich der bei der Rammung jeweils bildende Schall zumindest teilweise durch destruktive Interferenz gegenseitig auslöscht.

[0025] In Fig. 3 ist ein Hüllrohr 18 der in Fig. 1 gezeigten Gründungsstruktur mit einem darin vormontierten Rammpfahl 44 genauer dargestellt. Zwischen dem Rammpfahl 44 und dem Hüllrohr 18 ist dabei im Wesentlichen über die gesamte Länge des Hüllrohrs 18 ein umlaufender Hohlraum 60 gebildet. Lediglich im oberen und unteren Bereicht des Hüllrohrs 18 sind ringförmige Rammführungen 62 zum Führen des Rammpfahls 44 während der Rammung angeordnet Bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel ist dieser Hohlraum 60 zumindest während der Rammung mit Luft gefüllt, sichergestellt durch den Einbau von Dichtlippen oder ähnlichen Dichtelementen. Fig. 3 ist weiter zu entnehmen, dass der Rammpfahl 44 zumindest in seinem oberen Bereich hohl ausgebildet ist und eine in seinem Innenraum angeordnete Rammfläche 64, in dem dargestellten Beispiel durch die Oberseite eines Schlagrings 64 gebildet, aufweist. Der Schlagring 64 ist über Konsolen 66 an der Pfahlwand abgestützt. Ebenfalls in Fig. 3 dargestellt ist ein in dem Innenraum des Rammpfahls 44 angeordneter Ramm- oder Vibrationshammer 68. Zur Verkürzung der Installationszeit und gleichzeitig zur Vermeidung von schallintensiver Rüstzeit auf See werden die Ramm- oder Vibrationshämmer 68 dabei bereits an Land vor einem Transport der Gründungsstruktur 10 zum Installationsort auf dem Wasser in den Hüllrohren vormontiert. Das Eintreiben der Rammpfähle 44 in den Meeresboden 16 erfolgt mit an sich marktüblicher Ramm- oder Vibrationstechnologie, wobei im Fall des Rammens die Rammenergie über die Schlagringe 64 in den Pfahl eingeleitet wird. Auf diese Weise werden die Rammpfähle 44 sukzessive in den Meeresboden eingetrieben.

[0026] In Fig. 4 ist eine weitere Ausgestaltung gezeigt, die weitgehend der in Fig. 3 gezeigten Ausgestaltung entspricht. Zusätzlich zu der in Fig. 3 gezeigten Ausgestaltung ist bei der Ausgestaltung nach Fig. 4 über einen Teil der Länge des Hüllrohrs 18 eine Kunststoffverschalung 70, gebildet durch zwei an der Außenfläche der Hüllrohre angeordnete Kunststoffhalb-, -drittel- oder -viertelschalen 72, angeordnet. In dem gezeigten Beispiel handelt es sich um Polyurethanhalbschalen 72. Diese Schalen 72 führen zu einer weiteren Verringerung des bei der Rammung entstehenden Schalls. Sie können beispielsweise eine Dicke von 50 mm besitzen. Durch eine bauchige Ausführung dieser Schalen 72, wie dies bei dem Bezugszeichen 74 schematisch dargestellt ist, kann die Absorption des entstehenden Schalls verbessert werden. Die Kunststoffschalen 72 werden nach Abschluss der Rammung von den Hüllrohren 18 gelöst, so dass sie selbstständig aufschwimmen und wiederverwendet werden können.

[0027] In Fig. 5 ist eine weitere Ausgestaltung eines Stützbeins gezeigt, welches weitgehend dem in Fig. 3 gezeigten Stützbein entspricht. Im Unterschied zu dem in Fig. 3 gezeigten Stützbein ist bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 der Hohlraum 60 jedoch mit einem Kunststoffgranulat 76 gefüllt, welches in dem Detail in Fig. 5 näher dargestellt ist. Das Granulat 76 wird vor der Rammung in den Hohlraum 60 gefüllt. Es kann sich dabei beispielsweise um Polyurethan -Schaumkugeln handeln. Nach Abschluss der Rammung wird über geeignete Injektionsrohre 78 von der Unterseite her in den Hohlraum 60 Beton ("Grout") in den Hohlraum 60 verpresst, wobei das Granulat 76 in einen am oberen Ende des Hohlraums 60 vorgesehenen ringförmigen Auffangbehälter 80 verdrängt wird. Auf diese Weise können während des Ramm- oder Vibrationsvorgangs die schalldämpfenden Eigenschaften des Granulats genutzt werden. Nach Abschluss der Rammung wird dann durch den verpressten Beton die lokale Stabilität der Gründungsstruktur im Betrieb verbessert.

[0028] In Fig. 6 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Stützbeins der erfindungsgemäßen Gründungsstruktur 10 gezeigt. Wiederum entspricht dieses Stützbein weitgehend dem in Fig. 3 gezeigten Stützbein. Im Unterschied zu Fig. 3 ist jedoch bei dem in Fig. 6 gezeigten Beispiel der Hohlraum 60 mit einem vor der Rammung eingefüllten und nach der Rammung verbleibenden Kunststoffschaum 82, beispielsweise einem Polyurethanschaum, gefüllt. Separate Rammführungen sind entsprechend nicht erforderlich. Um den auch nach der

Rammung verbleibenden Kunststoffschaum 82 gegenüber der Umgebung und insbesondere gegenüber Wasser abzudichten, besitzt das Hüllrohr 18 gemäß Fig. 6 an seiner Oberseite eine Kopfabdeckung 84, die beispielsweise nach Abschluss der Rammung mit dem Hüllrohr 18 verschraubt oder verschweißt werden kann.

[0029] Mit der Erfindung lässt sich die Schallbeeinträchtigung bei der Installation von Offshore-Gründungsstrukturen erheblich verringern, während gleichzeitig die erforderliche Installationszeit auf See minimiert wird. Darüber hinaus bedeutet eine Verkürzung der Installationszeit selbst auch eine Verminderung der Schallbeeinträchtigung über die Zeit. Dies ist ein nicht zu übersehender Nebeneffekt, wenn man z.B. die Installation von 50 oder mehr Windkraftanlagen pro Windpark und ein dafür jährlich zur Verfügung stehendes Installationszeitfenster beachten muss.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Installation einer Offshore-Gründungsstruktur (10) auf dem Meeresboden (16), die mindestens drei vertikale Stützbeine (12) aufweist, wobei die Stützbeine (12) jeweils ein im installierten Zustand mit einem Stützfuß (14) auf dem Meeresboden (16) aufstehendes Hüllrohr (18) besitzen, bei dem die Hüllrohre (18) mit ihren Stützfüßen (14) auf dem Meeresboden (16) aufgestellt werden und anschließend zumindest teilweise in den Hüllrohren (18) verlaufende Rammpfähle (44) mit Ramm- oder Vibrationshämmern (68) in den Meeresboden (16) eingetrieben werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rammpfähle (44) durch über den Meeresspiegel (46) hinausragende Hüllrohre (18) in den Meeresboden (16) eingetrieben werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rammpfähle (44) vor der Seeinstallation der Gründungsstruktur (10) bereits an Land, insbesondere auf einem Fertigungsgelände der Gründungsstruktur (10), eingebaut werden.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rammpfähle (44) im Falle des Einsatzes von Rammhämmern zumindest teilweise hohl ausgebildet sind und die Rammhämmer (68) zum Eintreiben der Rammpfähle (44) jeweils auf eine in dem Innenraum der Rammpfähle (44) angeordnete innenliegende Rammkonsole (64) gesetzt werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ramm- oder Vibrationshämmer (68) vor dem Aufstellen der Hüllrohre (18) in den Rammpfählen (44) vormontiert werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rammpfähle (44) mit den Ramm- oder Vibrationshämmern (68) derart gleichzeitig in den Meeresboden (16) eingetrieben werden, dass sich der bei der Rammung der einzelnen Rammpfähle (44) entstehende Schall zumindest teilweise gegenseitig auslöscht.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hüllrohre (18) zumindest für die Dauer der Rammung jeweils mit einer zumindest über einen Teil ihrer Länge um ihre Außenfläche umlaufenden Kunststoffverschalung (72) versehen werden, insbesondere an der Außenfläche der Hüllrohre (18) angeordneten Kunststoffhalb-, -drittel- oder -viertelschalen (72).

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kunststoffverschalung (72) nach Abschluss der Rammung entfernt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest über einen Teil der Länge der Hüllrohre (18) jeweils ein umlaufender Hohlraum (60) zwischen den Rammpfählen (44) und den Hüllrohre (18) gebildet ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlraum (60) zumindest während des Rammens mit Luft gefüllt ist.

10. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlraum (60) zumindest für die Dauer des Rammens mit einem Kunststoffschaum (82) gefüllt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlraum (60) zumindest für die Dauer des Rammens mit einem Granulat (76) gefüllt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Granulat (76) nach Abschluss des Rammens entfernt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlraum (60) nach Abschluss des Rammens mit Beton gefüllt wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Abschluss des Rammens eine Windenergieanlage (28) auf der Gründungsstruktur (10) installiert wird.

15. Offshore-Gründungsstruktur, die mindestens drei vertikale Stützbeine (12) aufweist, wobei die Stütz-

beine (12) jeweils ein mit einem Stützfuß (14) auf dem Meeresboden (16) aufstehendes Hüllrohr (18) und einen zumindest teilweise in dem Hüllrohr (18) verlaufenden und in den Meeresboden (16) eingetriebenen Rammpfahl (44) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hüllrohre (18) im auf dem Meeresboden (16) aufstehenden Zustand über den Meeresspiegel (46) hinausragen.

16. Gründungsstruktur nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rammpfähle (44) im Falle des Einsatzes von Rammhämmern zumindest teilweise hohl ausgebildet sind und eine in ihrem Innenraum angeordnete innenliegende Rammkonsole (64) für das Rammen mit Rammhämmern (68) besitzen.

17. Gründungsstruktur nach einem der Ansprüche 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hüllrohre (18) jeweils mit einer zumindest über einen Teil ihrer Länge um ihre Außenfläche umlaufenden Kunststoffverschalung (72) versehen sind, insbesondere an der Außenfläche der Hüllrohre (18) angeordneten Kunststoffhalb, -drittel- oder -viertelschalen (72).

18. Gründungsstruktur nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest über einen Teil der Länge der Hüllrohre (18) jeweils ein umlaufender Hohlraum (60) zwischen den Rammpfählen (44) und den Hüllrohren (18) gebildet ist.

19. Gründungsstruktur nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlraum (60) mit Luft gefüllt ist.

20. Gründungsstruktur nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlraum (60) mit einem Kunststoffschaum (82) gefüllt ist.

21. Gründungsstruktur nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlraum (60) mit einem Granulat (76) gefüllt ist.

22. Gründungsstruktur nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlraum (60) mit einem Beton gefüllt ist.

23. Gründungsstruktur nach einem der Ansprüche 15 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Gründungsstruktur (10) eine Windenergieanlage (28) installiert ist.

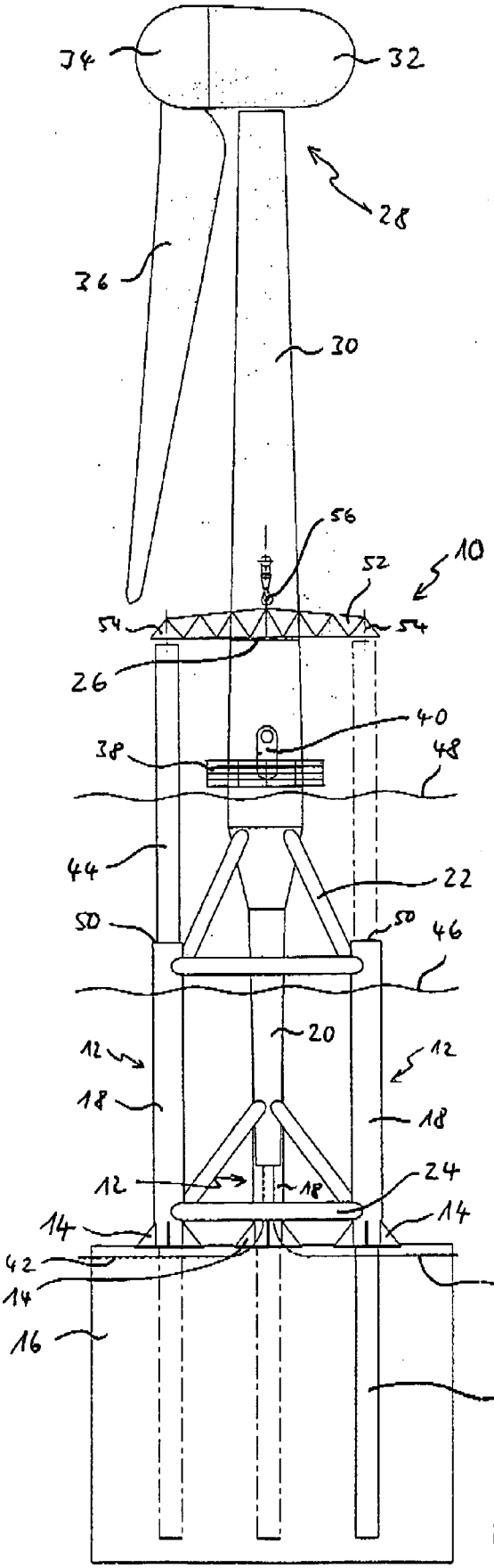

34
32
28
36
30
56
52
10
54
54
26
40
38
48
44
22
50
50
46
20
12
12
18
18
12
18
24
14
14
42
14
42
16
44

FIG. 1

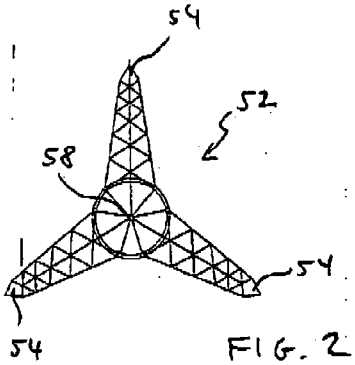

54
52
58
54
54

FIG. 2

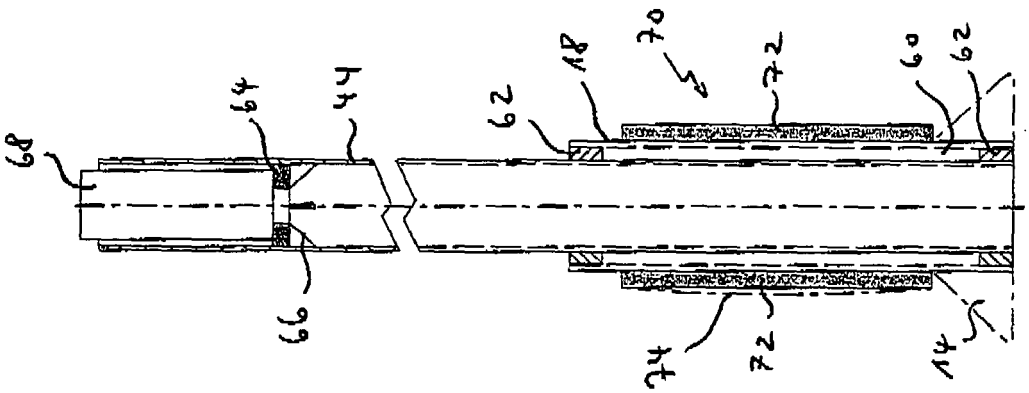


FIG. 4

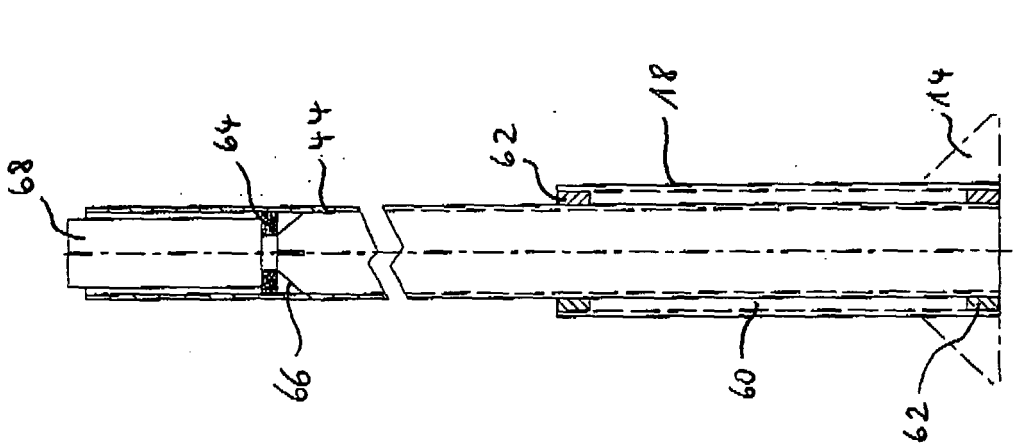


FIG. 3

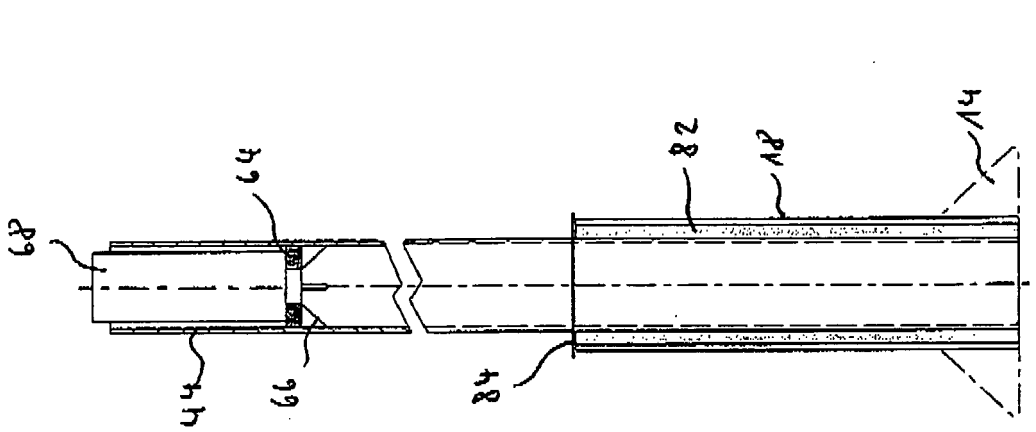


FIG. 6

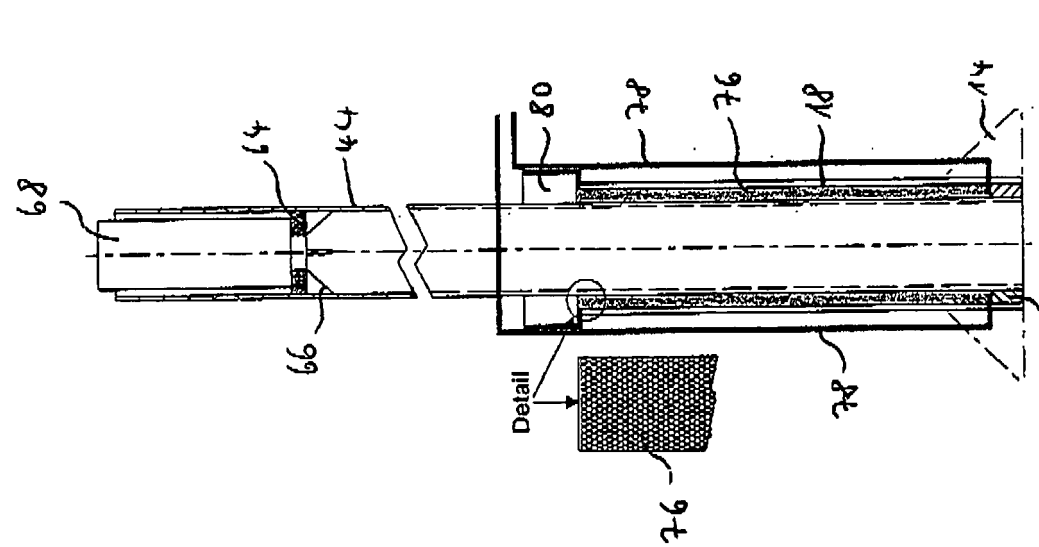


FIG. 5

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 00 0543

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2 995 900 A (HUNSUCKER WILLIAM A) 15. August 1961 (1961-08-15) * Spalte 4, Zeile 53 - Zeile 75 * * Spalte 5, Zeile 21 - Zeile 39; Abbildungen 1-15 *	1-23	INV. E02B17/02
X	US 3 348 382 A (BLENKARN KENNETH A ET AL) 24. Oktober 1967 (1967-10-24) * Spalte 1, Zeile 43 - Zeile 59 * * Spalte 3, Zeile 41 - Zeile 69; Abbildung 1 *	1-23	
X	US 2 940 265 A (DOODY PATRICK J ET AL) 14. Juni 1960 (1960-06-14) * das ganze Dokument *	1,15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	15. Juni 2009	Zuurveld, Gerben

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 : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, 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

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 09 00 0543

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.

15-06-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2995900 A	15-08-1961	KEINE	
US 3348382 A	24-10-1967	KEINE	
US 2940265 A	14-06-1960	KEINE	

EPO FORM P0461

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