

(19)



(11)

EP 2 955 276 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.12.2015 Patentblatt 2015/51

(51) Int Cl.:
E02B 17/00 (2006.01) E02B 17/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14171980.7**

(22) Anmeldetag: **11.06.2014**

(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

(72) Erfinder: **Reales Bertomeo, Emilio**
28355 Bremen (DE)

(74) Vertreter: **Eisenführ Speiser**
Patentanwälte Rechtsanwälte PartGmbH
Postfach 10 60 78
28060 Bremen (DE)

(71) Anmelder: **Maritime Offshore Group GmbH**
28355 Bremen (DE)

(54) **Offshore-Fundament für Windenergieanlagen mit mehrschichtiger Beschichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Offshore-Tragstruktur (1) für eine Windenergieanlage, mit ein oder mehreren Befestigungsmitteln (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) zum Befestigen der Tragstruktur (1) an einem Gewässergrund (4), einer Aufnahmeeinrichtung (6) zur Aufnahme eines Turmschafts der Windenergieanlage, und einem Tragabschnitt (8), welcher einen Unterwasserbereich (8a) und einen Überwasserbereich (8b) aufweist und eine oder mehrere Tragstreben (10) umfasst, wobei die Tragstreben (10) die Aufnahmeeinrichtung (6) mit den Befestigungsmitteln (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) verbinden und ein oder mehrere Tragstreben (10) im Unterwasserbereich (8a) und ein oder mehrere Tragstreben (10) im Überwasserbereich (8b) zumindest abschnittsweise mit einer mehrschichtigen Schutzbeschichtung (12) beschichtet sind. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Offshore-Tragstruktur.

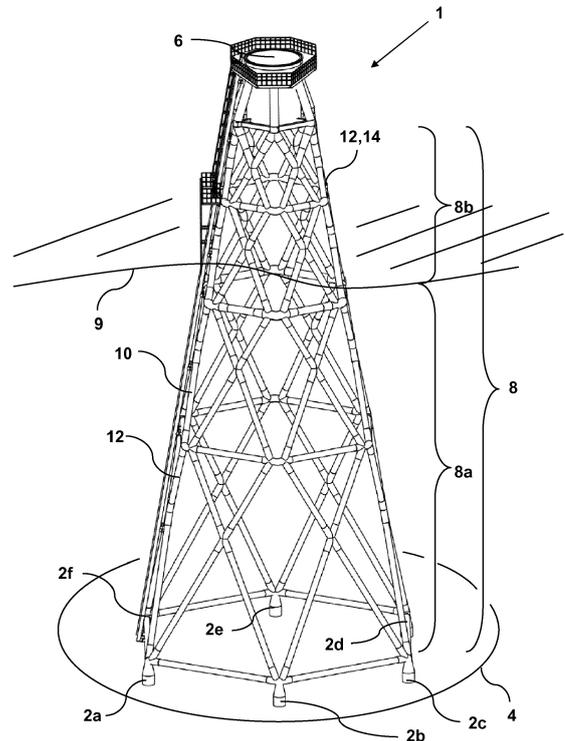


Fig. 1

EP 2 955 276 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Offshore-Tragstruktur für eine Windenergieanlage mit ein oder mehreren Befestigungsmitteln zum Befestigen der Tragstruktur an einem Gewässergrund, einer Aufnahmeeinrichtung zur Aufnahme eines Turmschafts der Windenergieanlage und einem Tragabschnitt, welcher einen Unterwasserbereich und einen Überwasserbereich aufweist und eine oder mehrere Tragstreben umfasst, wobei die Tragstreben die Aufnahmeeinrichtung mit den Befestigungsmitteln verbinden.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung einer Offshore-Tragstruktur für eine Windenergieanlage mit den Schritten: Beschichten einer oder mehrerer Tragstreben der Tragstruktur mit einer mehrschichtigen Schutzbeschichtung und Verbinden von mehreren Tragstreben miteinander.

[0003] Derartige Offshore-Tragstrukturen werden auch als Gründungsstrukturen bezeichnet und dienen der Installation von Windenergieanlagen in windreichen Offshore-Revieren. Der Tragabschnitt einer derartigen Offshore-Tragstruktur kann beispielsweise als Jacket-, Monopile- oder Tripodstruktur ausgebildet sein.

[0004] Die Tragabschnitte von Offshore-Tragstrukturen weisen stets einen Unterwasserbereich und einen Überwasserbereich auf. Der Unterwasserbereich des Tragabschnitts ist den Einflüssen der Gewässerströmung und dem dort herrschenden Milieu ausgesetzt. Der Überwasserbereich des Tragabschnitts ragt aus dem Gewässer heraus und ist somit auch visuell von der Schifffahrt wahrnehmbar. Der Überwasserbereich des Tragabschnitts ist unter anderem der feuchten Luft im Bereich der Wasseroberfläche sowie den herrschenden Winden ausgesetzt. Die Anforderungen, die an den Überwasserbereich des Tragabschnitts gestellt werden, unterscheiden sich folglich beträchtlich von den Anforderungen, die an den Unterwasserbereich des Tragabschnitts gestellt werden.

[0005] Neben den genannten Umwelteinflüssen müssen der Unterwasserbereich und der Überwasserbereich des Tragabschnitts Belastungen standhalten, welche beispielsweise durch Kollisionen mit Treibgut oder Schiffen, insbesondere Wartungsschiffen hervorgerufen werden.

[0006] Es hat sich gezeigt, dass nicht nur der Überwasserbereich des Tragabschnitts sondern auch der Unterwasserbereich des Tragabschnitts einer Offshore-Tragstruktur einem erheblichen Korrosionsrisiko ausgesetzt ist. Dies ist damit zu begründen, dass mikrobiologische Bakterien im Laufe der Zeit an den Tragstreben des Unterwasserbereichs anhaften und es infolgedessen durch die Bakterien zu einer Sauerstoffbildung an der Oberfläche der Tragstreben kommt. Hieraus resultiert ein kontinuierlicher Korrosionsprozess, welcher die Tragfähigkeit der Offshore-Tragstruktur erheblich beeinträchtigen kann.

[0007] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe ist folglich darin zu sehen, eine Offshore-Tragstruktur anzugeben, welche im Vergleich zu den bereits bekannten Offshore-Tragstrukturen eine erhöhte Lebensdauer aufweist und geringeren Beschädigungsrisiken ausgesetzt ist. Ferner ist es eine Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zum Herstellen einer derartigen Offshore-Tragstruktur anzugeben. Bei bekannten Strukturen kann Rost bereits in der Phase der Lagerung und Installation entstehen, oftmals vergehen Monate bis das aktive Korrosionssystem angeschlossen ist.

[0008] Die Erfindung wird in einem ersten Aspekt mit einer Offshore-Tragstruktur der eingangs genannten Art gelöst, wobei ein oder mehrere Tragstreben im Unterwasserbereich und ein oder mehrere Tragstreben im Überwasserbereich zumindest abschnittsweise mit einer mehrschichtigen Schutzbeschichtung beschichtet sind.

[0009] Die Erfindung macht sich die Erkenntnis zu Nutze, dass der Kontakt zwischen einem korrosionsfördernden Milieu und den Tragstreben sowohl im Unterwasserbereich als auch im Überwasserbereich mittels einer mehrschichtigen Schutzbeschichtung erheblich reduziert oder sogar gänzlich unterbunden werden kann. Im Unterwasserbereich des Tragabschnitts hat die mehrschichtige Schutzbeschichtung zusätzlich den Effekt, dass den mikrobiologischen Bakterien die Möglichkeit genommen wird, direkt an der Oberfläche der Tragstreben anzuhängen und somit die Tragstreben anzugreifen. Auch der von den Bakterien ausgestoßene Sauerstoff gelangt nicht an die Oberfläche der vorzugsweise aus Stahl ausgebildeten Tragstreben im Unterwasserbereich, sodass keine Korrosion der Tragstreben eintritt. Ferner kann durch die Materialauswahl der mehrschichtigen Schutzbeschichtung die Widerstandsfähigkeit der Offshore-Tragstruktur gegenüber externen Belastungen, wie sie beispielsweise durch Kollisionen mit Treibgut oder Schiffen hervorgerufen werden können, erheblich erhöht werden. Das Material der einzelnen Schichten der mehrschichtigen Schutzbeschichtung kann beispielsweise derart ausgewählt werden, dass die Tragstreben an den beschichteten Abschnitten eine erhöhte Steifigkeit sowie eine erhöhte Verschleiß- und Abriebfestigkeit aufweisen. Die einzelnen Schichten der mehrschichtigen Schutzbeschichtung können ferner derart ausgewählt werden, dass die Schutzbeschichtung eine hohe Zugfestigkeit, gute Dämpfungseigenschaften und einen erhöhten Weiterreißwiderstand aufweist. Ebenfalls lässt sich durch eine geeignete Materialauswahl eine mehrschichtige Schutzbeschichtung realisieren, welche an die jeweiligen Wasser- und Lufttemperaturen des Offshore-Reviers angepasst ist. Außerdem lässt sich durch die mehrschichtige Schutzbeschichtung eine hohe Beständigkeit gegen Öle, Fette, Sauerstoff und Ozon erreichen. Die mehrschichtige Schutzbeschichtung kann derart ausgebildet sein, dass sie bei äußerer Schlageinwirkung, beispielsweise durch Treibgut, einen abfedernden und dämpfenden Einfluss hat, sodass es zu einer verringerten Krafteinwirkung auf die eigentlichen Tragstreben des Tragabschnitts der Offshore-Tragstruktur kommt. Ferner kann durch eine geeignete Materialauswahl oder Materialkombination für die einzelnen Schichten der Schutzbeschichtung der Härtegrad der Schutzbeschichtung

variiert werden, sodass beispielsweise ein sprödes Abplatzen von großflächigen Beschichtungsabschnitten bei externer Kräfteinwirkung verhindert wird. Auch können durch die mehrschichtige Schutzbeschichtung ungünstige Schwingungseigenschaften der beschichteten Tragstrebe bzw. der beschichteten Tragstreben ausgeglichen werden.

5 **[0010]** In einer ersten bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Offshore-Tragstruktur sind ein oder mehrere, vorzugsweise alle Tragstreben im Unterwasserbereich an Ihren Außenflächen und/oder im Wesentlichen vollständig mit der mehrschichtigen Schutzbeschichtung beschichtet. Alternativ oder zusätzlich sind ein oder mehrere, vorzugsweise alle Tragstreben im Überwasserbereich an Ihren Außenflächen und/oder im Wesentlichen vollständig mit der mehrschichtigen Schutzbeschichtung beschichtet. Unter den Außenflächen der Tragstreben im Unterwasserbereich sind die Flächen zu verstehen, welche mit dem Wasser in Kontakt kommen. Unter den Außenflächen der Tragstreben im Überwasserbereich sind die Flächen zu verstehen, welche mit der Umgebungsluft in Kontakt kommen. Sind die Tragstreben beispielsweise als Stahlrohre ausgebildet, so sind unter den Außenflächen im Unterwasserbereich und im Überwasserbereich die äußeren Mantelflächen der Rohre zu verstehen. Bei einer vollständigen Beschichtung sind auch die innenliegenden Flächen der Tragstreben mit der mehrschichtigen Schutzbeschichtung beschichtet. Es kann somit ein vollständiger und vollumfänglicher Korrosionsschutz realisiert werden. Dies führt zu einer erheblich verlängerten Lebensdauer der Tragstruktur.

10 **[0011]** In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Offshore-Tragstruktur ist im Überwasserbereich zumindest abschnittsweise auf die mehrschichtige Schutzbeschichtung eine äußere Lackschicht aufgetragen. Besonders bevorzugt ist eine äußere Lackschicht, welche beständig gegenüber Ultraviolett-Strahlung ausgebildet ist. Somit kann die darunter liegende mehrschichtige Schutzbeschichtung vor dem Einfluss ultravioletter Strahlung geschützt werden. Die äußere Lackschicht kann beispielsweise direkt auf die mehrschichtige Schutzbeschichtung aufgetragen werden. Alternativ kann ein zusätzlicher Haftvermittler bzw. eine zusätzliche Haftvermittler-Schicht Anwendung finden, um eine Haftung der äußeren Lackschicht auf der mehrschichtigen Beschichtung zu realisieren.

20 **[0012]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Offshore-Tragstruktur weist die äußere Lackschicht Farbpigmente auf. Durch die eingelagerten Farbpigmente wird die Wahrnehmbarkeit des Überwasserbereichs des Tragabschnitts und somit die Wahrnehmbarkeit der gesamten Offshore-Tragstruktur erhöht. Hieraus resultiert ein erheblich reduziertes Risiko eines unbeabsichtigten Kontakts bzw. einer unbeabsichtigten Kollision mit einem Wasserfahrzeug. Insbesondere bei widrigen Wetterverhältnissen, wie starkem Nebel und/oder starkem Regen, wird die Offshore-Tragstruktur aufgrund der farbigen Lackschicht auf den Streben des Tragabschnitts im Überwasserbereich visuell erheblich früher von auf Sicht fahrenden Schiffsführern wahrgenommen. Das Risiko einer Kollision wird dadurch um ein vielfaches reduziert.

25 **[0013]** Die erfindungsgemäße Offshore-Tragstruktur wird ferner dadurch vorteilhaft weitergebildet, dass die Farbpigmente als anorganische Farbpigmente ausgebildet sind, welche bei Einwirkung von Ultraviolett-Strahlung ihre optische Farbwirkung beibehalten. Hierdurch wird gewährleistet, dass es nicht zu einem Verblässen der äußeren farbigen Lackschicht kommt. Das verminderte Kollisionsrisiko durch die erhöhte optische Wahrnehmbarkeit der Offshore-Tragstruktur bleibt somit stets erhalten. Dies führt außerdem dazu, dass eine Erneuerung der äußeren farbigen Lackschicht aufgrund eines Verblässens der Farbe nicht notwendig ist. Die Wartungskosten einer Offshore-Tragstruktur, welche im Überwasserbereich eine äußere farbige Lackschicht aufweist, welche bei Einwirkung von Ultraviolett-Strahlung ihre optische Farbwirkung beibehält, sind folglich erheblich reduziert.

30 **[0014]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Offshore-Tragstruktur sind die Farbpigmente gelb ausgebildet. Besonders bevorzugt ist die Ausbildung der Farbpigmente in der Farbe verkehrsgelb, welche gemäß dem RAL-Standard als RAL 1023 bezeichnet wird. Die Kenntlichmachung von Offshore-Tragstrukturen durch eine verkehrsgelbe Farbgebung ist eine notwendige Voraussetzung für Tragstrukturen, welche in Offshore-Revieren innerhalb der Bundesrepublik Deutschland aufgestellt werden. Es ist damit zu rechnen, dass die Kenntlichmachung von Offshore-Tragstrukturen durch eine verkehrsgelbe Farbgestaltung in näherer Zukunft zum internationalen Standard werden wird.

35 **[0015]** Die erfindungsgemäße Offshore-Tragstruktur wird ferner dadurch vorteilhaft weitergebildet, dass die mehrschichtige Schutzbeschichtung mindestens eine der folgenden Schichten aufweist: mindestens einen Haftvermittler, vorzugsweise zwei Haftvermittler, und mindestens eine Polymerschicht, vorzugsweise eine Zweikomponenten-Polymerschicht. Durch die Verwendung eines Haftvermittlers, welcher auch als Primer bezeichnet wird, lässt sich eine Polymerschicht auch auf Streben mit einer rauen oder einer texturaufweisenden Oberfläche ohne Weiteres aufbringen. Es entfällt somit der Verarbeitungsschritt der Glättung der Außenoberfläche der verwendeten Streben, welche vorzugsweise als Stahlrohre ausgebildet sind. Durch die Verwendung einer Polymerschicht lassen sich die gewünschten Eigenschaften der mehrschichtigen Beschichtung gezielt einstellen. Bei einer Zweikomponenten-Polymerschicht können positive Eigenschaften zweier Polymermaterialien miteinander gekoppelt werden, sodass eine besonders steife, verschleiß-, abrieb- und zugfeste sowie dämpfende und weiterreißwiderständige Beschichtung realisiert werden kann.

40 **[0016]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Offshore-Tragstruktur umfasst die Polymerschicht Polyurethan oder ist im Wesentlichen vollständig aus Polyurethan ausgebildet. Polyurethan eignet sich besonders als Beschichtungsmaterial, da es zäh und elastisch verformbar ist und somit nicht zur Rissbildung neigt.

Kommt es zu einer Beanspruchung der Polyurethanschicht, z.B. zu einem Eindrücken oder Aufschlitzen der Polyurethanschicht, wird eine elastische Verformung der Polyurethanschicht hervorgerufen. Nach Aufhebung der Belastung nimmt die Polyurethanschicht entweder wieder den Ausgangszustand an oder ein entstandener Riss wird im Wesentlichen wieder verschlossen. Ferner weist Polyurethan vorteilhafte Dämpfungseigenschaften auf, welche dazu führen, dass externe äußere Schlagbelastungen auf den Tragabschnitt vor Krafterleitung in die Tragstreben abgedämpft werden.

[0017] Vorzugsweise weist die mehrschichtige Schutzbeschichtung mindestens eine der folgenden Schichten auf: Epoxidharz-Haftvermittler, Klebstoff-Haftvermittler, eine Polyethylenschicht oder eine Polypropylenschicht. Abhängig von den gewünschten Eigenschaften der resultierenden mehrschichtigen Beschichtung sind die verschiedenen Schichten in eine Schichtdicke in einem Bereich von einem Millimeter bis fünf Millimeter aufgetragen.

[0018] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Offshore-Tragstruktur weist die Polymerschicht Weichmacher auf. Mittels Weichmachern lassen sich die elastischen Eigenschaften der Polymerschicht präzise einstellen. Abhängig vom beabsichtigten Offshore-Revier, lassen sich somit verschiedene auf die in dem jeweiligen Revier notwendigen Anforderungen zugeschnittene Polymerschichten realisieren.

[0019] Ferner wird die erfindungsgemäße Offshore-Tragstruktur durch eine oder mehrere Korrosionsschutzeinrichtungen weitergebildet, welche dazu ausgebildet sind aktiven kathodischen Korrosionsschutz bereitzustellen. Neben dem passiven Korrosionsschutz, welcher durch die mehrschichtige Schutzbeschichtung realisiert wird, sorgt der durch die Korrosionsschutzeinrichtungen hervorgerufene aktive kathodische Korrosionsschutz für eine weitere Reduzierung des Korrosionsrisikos und somit zu einer verlängerten Lebensdauer der Offshore-Tragstruktur. Die Korrosionsschutzeinrichtungen können dabei beispielsweise mit Fremdstrom und einer oder mehreren Fremdstromanoden aus Titan, titannummantelten Kupfer oder Silber-Silberchlorid arbeiten. Alternativ oder zusätzlich kommt der Einsatz von Opferanoden aus Magnesium, Zink oder Aluminium in Frage, welche auch ohne den Einsatz von Fremdstrom Korrosionsschutz bereitstellen.

[0020] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird ferner in einem zweiten Aspekt durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, wobei die Tragstreben vor dem Verbinden untereinander mit der mehrschichtigen Schutzbeschichtung beschichtet werden.

[0021] Dadurch, dass die mehrschichtige Schutzbeschichtung vor dem Verbinden bzw. vor der Zwischen- oder Endmontage der Offshore-Tragstruktur mit der mehrschichtigen Schutzbeschichtung beschichtet werden, ist das Herstellungsverfahren erheblich vereinfacht und beschleunigt. Es soll verstanden werden, dass nicht nur die Tragstreben der Tragstruktur vor dem Verbinden der Tragstreben miteinander mit der mehrschichtigen Schutzbeschichtung beschichtet werden, sondern ebenfalls notwendige Verbindungselemente, wie beispielsweise Knotenpunkte, Adapterringe, Koppelstücke oder Verbindungsplatten, auch vor dem Verbinden der einzelnen Komponenten miteinander mit der mehrschichtigen Schutzbeschichtung beschichtet werden. Vor dem eigentlichen Zusammensetzen der einzelnen Tragstruktur-Komponenten ist es möglich diese zu bewegen und somit das Auftragen der mehrschichtigen Beschichtung zu vereinfachen. Ferner existieren in diesem Herstellungsstadium noch keine unzugänglichen oder schlecht erreichbaren Strebenabschnitte, deren Beschichtung einen erheblichen Mehraufwand bedingen würde. Ferner können standardisierte Beschichtungsverfahren sowie Beschichtungsroutrinen eingeführt werden, welche den Zeit- und Kostenaufwand weiter senken. Ferner können geeignete Beschichtungsstätten bzw. Aufbauten Verwendung finden, um die Beschichtung der einzelnen Komponenten, insbesondere der Tragstreben vor dem eigentlichen Zusammenbau durchzuführen.

[0022] In einer ersten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Beschichten der einen oder der mehreren Tragstreben der Tragstruktur mit einer mehrschichtigen Schutzbeschichtung derart, dass die Tragstreben an Ihren Außenflächen und/oder im Wesentlichen vollständig mit der mehrschichtigen Schutzbeschichtung beschichtet werden. Somit ist ein vollumfänglicher Korrosionsschutz bereits während der Lagerung der Tragstreben vor der Zwischen- oder Endmontage gewährleistet. Es besteht folglich bereits nach der Herstellung der Tragstreben ein wirksamer Korrosionsschutz, sodass die Lebensdauer der Tragstreben und somit auch der Offshore-Tragstruktur verlängert wird.

[0023] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst den Schritt:

- Auftragen einer äußeren farbigen Lackschicht, insbesondere einer Lackschicht, welche gelbe Farbpigmente aufweist und/oder welche bei Einwirkung von Ultraviolett-Strahlung ihre optische Farbwirkung beibehält, auf die mehrschichtige Schutzbeschichtung.

[0024] Vorzugsweise erfolgt das Auftragen der äußeren farbigen Lackschicht vor dem Verbinden der mehreren Tragstreben miteinander. Es werden somit bereits vor der Installation der Offshore-Tragstruktur farbige Tragstreben und ggf. Komponenten zum Verbinden der farbigen Tragstreben bereitgestellt, sodass nach dem Zusammenfügen oder der Endmontage der Offshore-Tragstruktur diese bereits eine farbige Lackschicht aufweist und zeit- und arbeitsaufwändige nachträgliche Lackierungen nicht notwendig sind.

[0025] Das erfindungsgemäße Verfahren wird ferner durch den folgenden Schritt weitergebildet:

- Auftragen der mehrschichtigen Schutzbeschichtung oder der mehrschichtigen Schutzbeschichtung und der äußeren farbigen Lackschicht auf die Verbindungselemente und/oder Verbindungsabschnitte zwischen miteinander verbundenen Tragstreben.

5 **[0026]** Nach dem Verbinden bereits beschichteter Tragstreben miteinander entstehen regelmäßig Abschnitte oder es werden Verbindungselemente verwendet, welche noch nicht beschichtet sind. Zur Realisierung einer vollumfänglichen Beschichtung bedarf es folglich einem nachträglichen Auftragen der mehrschichtigen Schutzbeschichtung auf die noch nicht beschichteten Elemente bzw. Abschnitte. Befinden sich diese Elemente bzw. Abschnitte in einem Bereich der Tragstruktur, welcher im Übrigen mittels der farbigen Lackschicht eingefärbt ist, bedarf es ebenfalls einer nachträglichen

10 Auftragung der farbigen Lackschicht auf die Verbindungselemente bzw. Verbindungsabschnitte.
[0027] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst das Beschichten einer oder mehrerer Tragstreben der Tragstruktur mit der mehrschichtigen Beschichtung ferner mindestens einen der folgenden Schritte:

- 15 - Aufbringen, insbesondere Aufsprühen mindestens eines Haftvermittlers, vorzugsweise zweier Haftvermittler;
- Aufbringen, insbesondere Aufsprühen mindestens einer Polymerschicht, vorzugsweise einer Zweikomponenten-Polymerschicht.

20 **[0028]** Das erfindungsgemäße Verfahren wird ferner dadurch vorteilhaft weitergebildet, dass die Polymerschicht Polyurethan umfasst oder im Wesentlichen vollständig aus Polyurethan ausgebildet ist und/oder die Polymerschicht Weichmacher aufweist.

[0029] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens umfasst dies die Schritte:

- 25 - Auftragen der mehrschichtigen Schutzbeschichtung oder der mehrschichtigen Schutzbeschichtung und der äußeren farbigen Lackschicht auf eine Aufnahmeeinrichtung zur Aufnahme eines Turmschafts der Windenergieanlage; und
- Verbinden der beschichteten Aufnahmeeinrichtung mit einer oder mehreren Tragstreben.

30 **[0030]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem beigefügten Ansprüchen und der nachfolgenden Figurenbeschreibung, in welcher Ausführungsbeispiele anhand von Abbildungen im Einzelnen näher erläutert werden. Dabei zeigt:

35 Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Offshore-Tragstruktur; und

Fig. 2 eine schematische Darstellung der mehrschichtigen Schutzbeschichtung mit einer zusätzlichen äußeren Lackschicht.

40 **[0031]** Gemäß Fig. 1 umfasst die Offshore-Tragstruktur 1 sechs Befestigungsmittel 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, mittels welcher die Tragstruktur 1 an einem Gewässergrund 4 verankert ist. Die sechs Befestigungsmittel 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f sind in einer gemeinsamen im Wesentlichen horizontalen Ebene angeordnet. Ferner sind die sechs Befestigungsmittel 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f auf einem runden Kreisbogen äquidistant voneinander beabstandet angeordnet.

[0032] Die Befestigungsmittel 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f sind über einen Tragabschnitt 8 mit einer Aufnahmeeinrichtung 6 verbunden. Die Aufnahmeeinrichtung 6 ist dazu eingerichtet, einen Turmschaft einer Windenergieanlage aufzunehmen.

45 **[0033]** Der Tragabschnitt 8 weist einen Unterwasserbereich 8a und einen Überwasserbereich 8b auf. Der Tragabschnitt 8 ist in diesem Ausführungsbeispiel als Jacketkonstruktion ausgebildet und weist demnach mehrere fachwerkartig miteinander verbundene Tragstreben 10 auf. Die Tragstreben 10 bzw. die Abschnitte der Tragstreben 10, welche dem Unterwasserbereich 8a des Tragabschnitts 8 zugeordnet sind, sind unterhalb der Wasseroberfläche 9 angeordnet. Die Tragstreben 10 bzw. die Abschnitte der Tragstreben 10, welche dem Überwasserbereich 8b des Tragabschnitts 8 zugeordnet sind, sind oberhalb der Wasseroberfläche 9 angeordnet.

50 **[0034]** Die Tragstreben 10 des Unterwasserbereichs 8a sowie des Überwasserbereichs 8b des Tragabschnitts 8 sind mit einer mehrschichtigen Schutzbeschichtung 12 beschichtet. Ebenfalls sind die Verbindungselemente, welche die einzelnen Tragstreben 10 des Unterwasserbereichs 8a sowie des Überwasserbereichs 8b der Tragstruktur miteinander verbinden mit der mehrschichtigen Schutzbeschichtung 12 beschichtet. Die mehrschichtige Schutzbeschichtung 12 weist eine erste Haftvermittler-Schicht und eine darüber liegende zweite Polymerschicht auf. Die Polymerschicht ist im Wesentlichen vollständig aus Polyurethan ausgebildet. Als Haftvermittler können Epoxidharz oder Klebstoff eingesetzt werden. Die einzelnen Schichten der mehrschichtigen Beschichtung 12, also die Haftvermittler-Schicht sowie die Polymerschicht, können mit einer Schichtdicke im Bereich von einem Millimeter bis 5 Millimeter aufgetragen werden.

[0035] Die Tragstreben 10 des Überwasserbereichs 8b sind zusätzlich mit einer äußeren Lackschicht 14 beschichtet. Die äußere Lackschicht ist ebenfalls über eine zusätzliche Haftvermittler-Schicht auf die mehrschichtige Beschichtung 12 aufgetragen. Die äußere Lackschicht 14 weist verkehrsgelbe Farbpigmente auf, welche als anorganische Farbpigmente ausgebildet sind. Die Farbpigmente behalten bei Einwirkung von Ultraviolett-Strahlung ihre optische Farbwirkung stets bei.

[0036] Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer mehrschichtigen Beschichtung 12 auf der Oberfläche einer Tragstrebe 10, welche als Stahlrohr (nicht vollständig abgebildet) ausgebildet ist. Die mehrschichtige Schutzbeschichtung 12 weist zwei Einzelschichten auf, nämlich eine erste untere Haftvermittler-Schicht 18 sowie eine darüber liegende zweite Polymerschicht 20. Als Haftvermittler kommen beispielsweise Epoxidharz oder Klebstoff in Betracht. Die Polymerschicht kann teilweise oder vollständig aus Polyurethan, Polyethylen oder Polypropylen ausgebildet sein. Ferner kann die Polymerschicht 20 Weichmacher beinhalten.

[0037] Auf die mehrschichtige Schutzbeschichtung 12 ist eine äußere Lackschicht 14 aufgetragen ist. Die äußere Lackschicht 14 weist verkehrsgelbe Farbpigmente auf, wobei die äußere gelbe Lackschicht auch bei Einwirkung von Ultraviolett-Strahlung ihre optische Farbwirkung beibehält.

Bezugszeichenliste

[0038]

20	1	Offshore-Tragstruktur
	2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f	Befestigungsmittel
	4	Gewässergrund
	6	Aufnahmeeinrichtung
	8	Tragabschnitt
25	8a	Unterwasserbereich
	8b	Überwasserbereich
	9	Wasseroberfläche
	10	Tragstreben
	12	mehrschichtige Schutzbeschichtung
30	14	äußere Lackschicht
	18	Haftvermittler
	20	Polymerschicht

Patentansprüche

1. Offshore-Tragstruktur (1) für eine Windenergieanlage, mit ein oder mehreren Befestigungsmitteln (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) zum Befestigen der Tragstruktur (1) an einem Gewässergrund (4),
 einer Aufnahmeeinrichtung (6) zur Aufnahme eines Turmschafts der Windenergieanlage, und
 einem Tragabschnitt (8), welcher einen Unterwasserbereich (8a) und einen Überwasserbereich (8b) aufweist und eine oder mehrere Tragstreben (10) umfasst, wobei die Tragstreben (10) die Aufnahmeeinrichtung (6) mit den Befestigungsmitteln (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) verbinden,
dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere Tragstreben (10) im Unterwasserbereich (8a) und ein oder mehrere Tragstreben (10) im Überwasserbereich (8b) zumindest abschnittsweise mit einer mehrschichtigen Schutzbeschichtung (12) beschichtet sind.
2. Offshore-Tragstruktur (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere, vorzugsweise alle Tragstreben (10) im Unterwasserbereich (8a) und/oder ein oder mehrere, vorzugsweise alle Tragstreben (10) im Überwasserbereich (8b) an Ihren Außenflächen und/oder im Wesentlichen vollständig mit der mehrschichtigen Schutzbeschichtung (12) beschichtet sind.
3. Offshore-Tragstruktur (1) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass im Überwasserbereich (8b) zumindest abschnittsweise auf die mehrschichtige Schutzbeschichtung (12) eine äußere Lackschicht (14) aufgetragen ist.
4. Offshore-Tragstruktur (1) nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Lackschicht (14) Farbpigmente aufweist.

5. Offshore-Tragstruktur (1) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Farbpigmente als anorganische Farbpigmente ausgebildet sind, welche bei Einwirkung von Ultraviolett-Strahlung ihre optische Farbwirkung beibehalten.
- 5 6. Offshore-Tragstruktur (1) nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Farbpigmente gelb, insbesondere verkehrsgelb ausgebildet sind.
7. Offshore-Tragstruktur (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die mehrschichtige Schutzbeschichtung (12) mindestens eine der folgenden Schichten aufweist:
- 10 - mindestens einen Haftvermittler (18), vorzugsweise zwei Haftvermittler (18), und
- mindestens eine Polymerschicht (20), vorzugsweise eine Zweikomponenten-Polymerschicht (20).
- 15 8. Offshore-Tragstruktur (1) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerschicht (20) Polyurethan umfasst oder im Wesentlichen vollständig aus Polyurethan ausgebildet ist.
9. Offshore-Tragstruktur (1) nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerschicht (20) Weichmacher aufweist.
- 20 10. Offshore-Tragstruktur (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine oder mehrere Korrosionsschutzeinrichtungen, welche dazu ausgebildet sind aktiven kathodischen Korrosionsschutz bereitzustellen.
- 25 11. Verfahren zur Herstellung einer Offshore-Tragstruktur (1) für eine Windenergieanlage, insbesondere einer Offshore-Tragstruktur (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit den Schritten:
- 30 - Beschichten einer oder mehrerer Tragstreben (10) der Tragstruktur (1) mit einer mehrschichtigen Schutzbeschichtung (12), und
- Verbinden von mehreren Tragstreben (10) miteinander,
- dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragstreben (10) vor dem Verbinden untereinander mit der mehrschichtigen Schutzbeschichtung (12) beschichtet werden.
- 35 12. Verfahren nach Anspruch 11,
wobei das Beschichten der einen oder der mehreren Tragstreben (10) der Tragstruktur (1) mit der mehrschichtigen Schutzbeschichtung (12) derart erfolgt, dass die Tragstreben (10) an Ihren Außenflächen und/oder im Wesentlichen vollständig mit der mehrschichtigen Schutzbeschichtung (12) beschichtet werden.
- 40 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,
ferner umfassend den Schritt:
- 45 - Auftragen einer äußeren farbigen Lackschicht (14), insbesondere einer Lackschicht (14), welche gelbe Farbpigmente aufweist und/oder welche bei Einwirkung von Ultraviolett-Strahlung ihre optische Farbwirkung beibehält, auf die Schutzbeschichtung (12), vorzugsweise vor dem Verbinden der mehreren Tragstreben (10) miteinander.
14. Verfahren nach Anspruch 13,
ferner umfassend den Schritt:
- 50 - Auftragen der mehrschichtigen Schutzbeschichtung (12) oder der mehrschichtigen Schutzbeschichtung (12) und der äußeren farbigen Lackschicht (14) auf Verbindungselemente und/oder Verbindungsabschnitte zwischen miteinander verbundenen Tragstreben (10).
- 55 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14,
wobei das Beschichten einer oder mehrerer Tragstreben (10) der Tragstruktur (1) mit der mehrschichtigen Schutzbeschichtung (12) ferner mindestens einen der folgenden Schritte umfasst:

EP 2 955 276 A1

- Aufbringen, insbesondere Aufsprühen mindestens eines Haftvermittlers (18), vorzugsweise zweier Haftvermittler (18);
- Aufbringen, insbesondere Aufsprühen mindestens einer Polymerschicht (20), vorzugsweise einer Zweikomponenten-Polymerschicht.

- 5
- 16.** Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Polymerschicht (20) Polyurethan umfasst oder im Wesentlichen vollständig aus Polyurethan ausgebildet ist und/oder die Polymerschicht (20) Weichmacher aufweist.
- 10
- 17.** Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, ferner umfassend die Schritte:
- Auftragen der mehrschichtigen Schutzbeschichtung (12) oder der mehrschichtigen Schutzbeschichtung (12) und der äußeren farbigen Lackschicht (14) auf eine Aufnahmeeinrichtung (6) zur Aufnahme eines Turmschafts der Windenergieanlage; und
 - Verbinden der beschichteten Aufnahmeeinrichtung (6) mit einer oder mehreren Tragstreben (10).
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

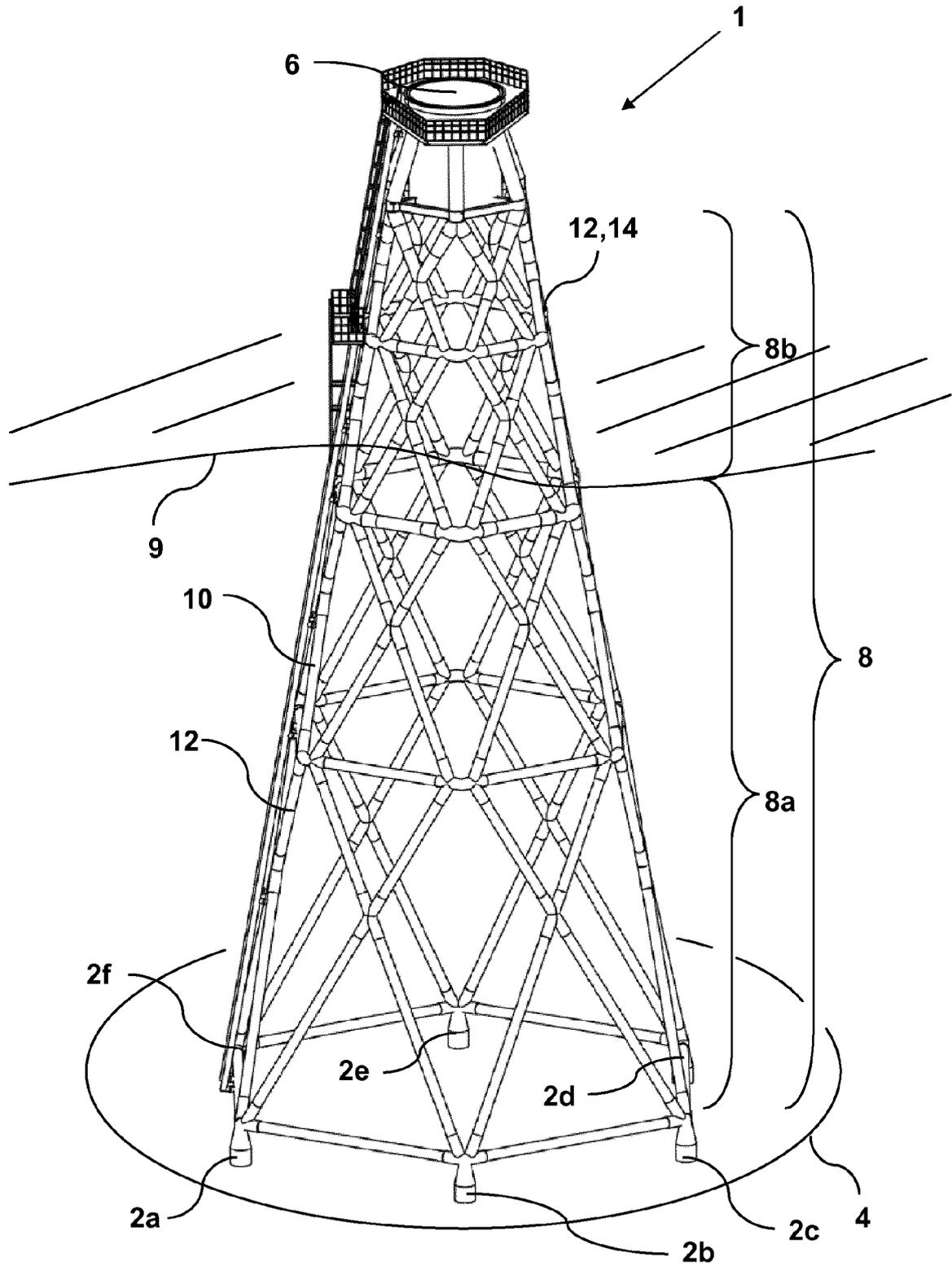


Fig. 1

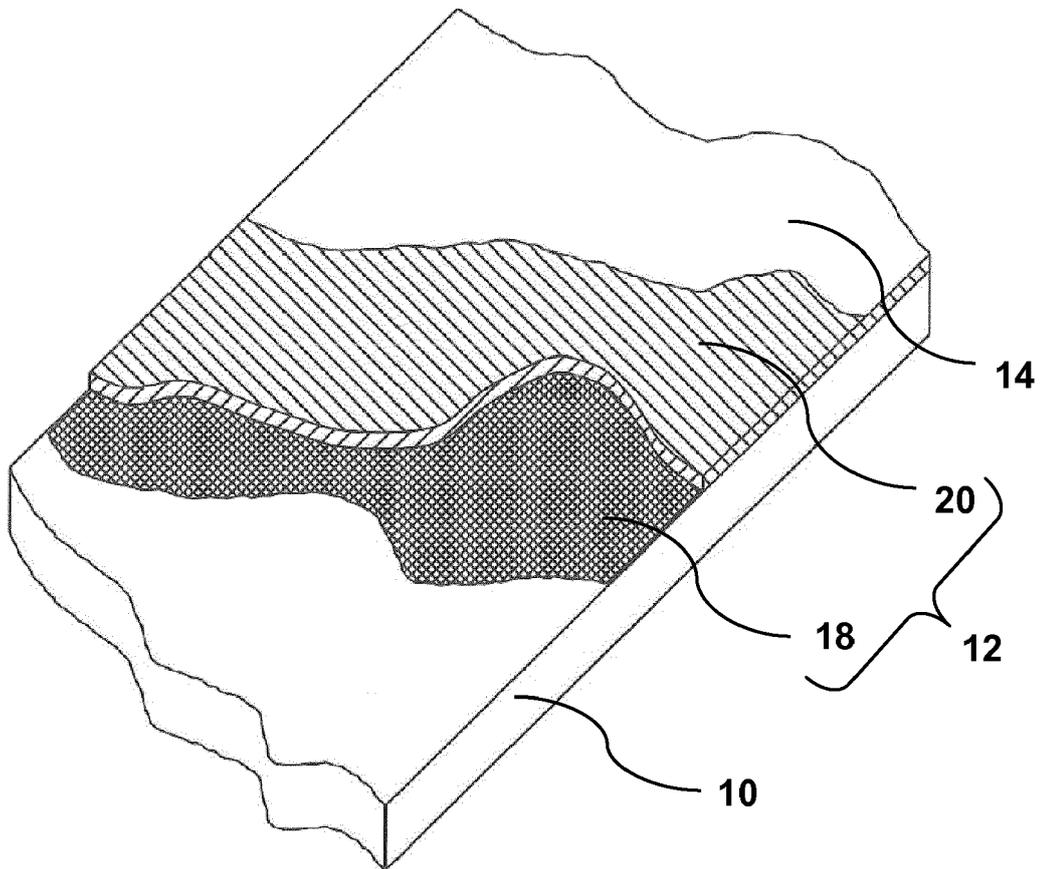


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 17 1980

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 20 2012 005538 U1 (MARITIME OFFSHORE GROUP GMBH [DE]) 9. September 2013 (2013-09-09) * Absatz [0006] * * Absatz [0015] * * Absatz [0016] - Absatz [0017] * * Absatz [0029] - Absatz [0032]; Abbildungen 1-2 * * Absatz [0033] - Absatz [0035] * * Absatz [0036] - Absatz [0041] *	1-17	INV. E02B17/00 E02B17/02
Y	WO 2006/004417 A1 (OWEC TOWER AS [NO]; FOSS GUNNAR [NL]; HAUGSOEEN PER BULL [NO]) 12. Januar 2006 (2006-01-12) * Seite 7, Absatz 5 - Absatz 8; Abbildungen 1,5 *	1,2,10	
Y	"HOSTILE CHALLENGE OFFSHORE", MARINE ENGINEERS REVIEW, INSTITUTE OF MARINE ENGINEERS. LONDON, GB, 1. Juli 1989 (1989-07-01), Seite 15, XP000053280, ISSN: 0047-5955 * das ganze Dokument *	1,2,10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E02B
A	US 4 415 293 A (ENGEL ROBERT F [US] ET AL) 15. November 1983 (1983-11-15) * Spalte 4, Zeile 10 - Zeile 20; Abbildung 1 * * Spalte 6, Zeile 12 - Zeile 45; Abbildung 2 * * Spalte 7, Zeile 1 - Zeile 18; Abbildung 3 *	1-17	
A	US 5 087 154 A (CRAWFORD DAVID W [US]) 11. Februar 1992 (1992-02-11) * Spalte 2, Zeile 32 - Spalte 3, Zeile 2; Abbildungen 1-3 *	1,2,7,10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 25. November 2014	Prüfer Lieber, Gabor
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 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	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 17 1980

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	GB 1 206 347 A (LAUGHLIN WILLIAM NEIL [US]) 23. September 1970 (1970-09-23) * Seite 2, Zeile 17 - Zeile 110 * -----	1,2,7,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 25. November 2014	Prüfer Lieber, Gabor
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 Patendokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 14 17 1980

5

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

25-11-2014

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202012005538 U1	09-09-2013	KEINE	

WO 2006004417 A1	12-01-2006	AT 462852 T	15-04-2010
		DK 1774122 T3	26-07-2010
		EP 1774122 A1	18-04-2007
		ES 2344116 T3	18-08-2010
		NO 320948 B1	20-02-2006
		US 2008028715 A1	07-02-2008
		WO 2006004417 A1	12-01-2006

US 4415293 A	15-11-1983	KEINE	

US 5087154 A	11-02-1992	KEINE	

GB 1206347 A	23-09-1970	GB 1206347 A	23-09-1970
		US 3417569 A	24-12-1968

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

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