



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.11.2023 Patentblatt 2023/47

(21) Anmeldenummer: **22173838.8**

(22) Anmeldetag: **17.05.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E02D 5/28 (2006.01) **E02D 5/46** (2006.01)
E02D 5/74 (2006.01) **E02D 5/80** (2006.01)
E02D 27/12 (2006.01) **E02D 27/26** (2006.01)
E02D 27/50 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E02D 27/12; E02D 5/285; E02D 5/46; E02D 5/74;
E02D 5/808; E02D 27/26; E02D 27/50

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Sika Technology AG**
6340 Baar (CH)

(72) Erfinder:
• **TROST, Jürgen**
72574 Bad Urach (DE)
• **HAUFE, Markus**
8048 Zürich (CH)

(74) Vertreter: **Sika Patent Attorneys**
c/o Sika Technology AG
Corp. IP Dept.
Tüffenwies 16
Postfach
8048 Zürich (CH)

(54) **VERANKERUNG MIT KÜNSTLICHEN WURZELN**

(57) Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines Ankers mit künstlichen Wurzeln zur Verankerung eines Bauelements in einem Boden mithilfe mindestens eines Hohlpfahls mit einer Vielzahl von Öffnungen in der Hohlpfahlwandung als Ankerelement, wobei der Hohlpfahl ein unteres geschlossenes Ende und ein oberes offenes Ende aufweist, wobei das Verfahren umfasst a) das Einbringen des Hohlpfahls in den Boden und b) das Einpressen eines fließfähigen, härtenden Materials in den eingebrachten Hohlpfahl durch das obere offene Ende, so dass das fließfähige, härtende Material durch die Öffnungen der Hohlpfahlwandung gedrückt wird und in den Boden eindringt und dort nach Härtung des Materials die künstlichen Wurzeln bildet.

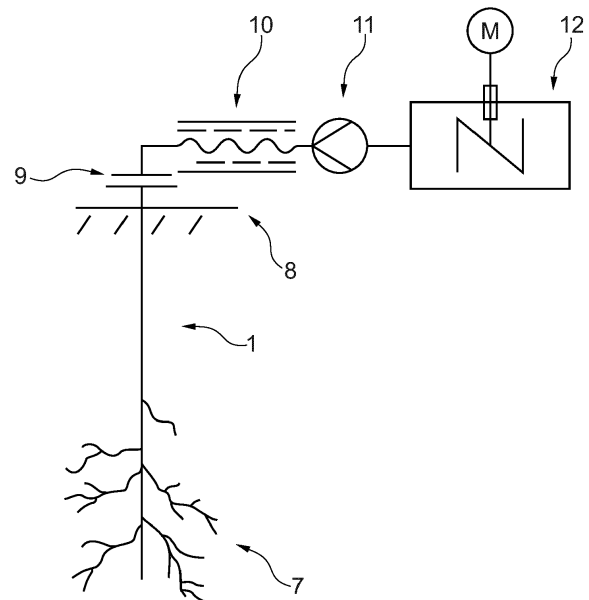


Fig. 3

Beschreibung

Technisches Gebiet

- 5 **[0001]** Die Erfindung betrifft die Verankerung eines Bauelements in Böden mit einem Hohlpfahl als Ankerelement und Verfahren zur Herstellung eines Ankers.

Stand der Technik

- 10 **[0002]** Gründungen bzw. Fundamente stellen die Verbindung zwischen einem Boden und einem darauf aufzustellenden Bauelement her. Bauelemente werden im Allgemeinen mit einem Betonfundament in Böden verankert. Das Betonfundament wird in ein hierzu ausgehobenes Erdloch eingebracht und das Bauelement an dem Fundament angebracht. Diese Arbeiten sind aufwändig und kostenintensiv.

- 15 **[0003]** Außerdem belastet diese Art der Verankerung die Umwelt stark. So werden große Mengen an Beton verbraucht. Der Beton kann teilweise zusätzlich Armierungen und/oder Betonzusatzmittel enthalten und/oder gegebenenfalls mit einer Beschichtung, z.B. einem Schutzanstrich, versehen sein. Beton weist einen hohen CO₂-Fußabdruck auf. Überdies beeinträchtigt die Gründung mit einem Betonfundament die Qualität des Bodens. Wenn die Verankerung nicht mehr benötigt wird, verbleibt das Fundament im Boden oder muss mit hohem Aufwand entfernt werden.

- 20 **[0004]** Ein anderes, allgemein übliches Verfahren zur Verankerung von Bauelementen sind Pfahlgründungen, bei denen Pfähle in den Baugrund eingebracht werden, an die dann das Bauelement angebracht wird. Pfahlgründungen werden insbesondere dann eingesetzt, wenn Bauelemente auf nicht oder schlecht tragfähige Bodenschichten aufgebaut werden sollen. Mithilfe der Pfähle können die Lasten der Bauelemente in tiefere, tragfähige Bodenschichten abgeleitet werden.

25 Darstellung der Erfindung

- [0005]** Die Aufgabe der Erfindung bestand in der Bereitstellung eines Verfahrens zur Verankerung von Bauelementen, welche eine Alternative zur Verankerung insbesondere durch Betonfundamente aber auch durch eingebaute oder eingegrabene Metallkonstruktionen, wie z.B. Schraubenanker, bietet und demgegenüber umweltschonender und nachhaltiger ist. Insbesondere sollte der Materialverbrauch, insbesondere von Beton, reduziert werden, ohne die Tragfähigkeit zu beeinträchtigen.

- 30 **[0006]** Der Erfinder hat sich dabei von der Natur inspirieren lassen. Pflanzen schlagen Wurzeln, um sich im Boden zu verankern. Die Wurzelstrukturen weisen im Allgemeinen große und feine Wurzeln auf, wobei letztere auch in kleinste Zwischenräume im Boden eindringen können. Die Wurzeln erreichen eine innige Verbindung mit dem umgebenden Boden und bieten so den Pflanzen einen festen Halt.

- 35 **[0007]** Zur Lösung der vorstehend genannten Aufgabe wurde dieses Prinzip der Natur auf die Verankerung von Bauelementen übertragen, indem zur Verankerung künstliche Wurzeln genutzt werden. Die Lösung stammt somit aus dem Gebiet der Bionik.

- 40 **[0008]** Dementsprechend betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Ankers mit künstlichen Wurzeln zur Verankerung eines Bauelements in einem Boden mithilfe mindestens eines Hohlpfahls mit einer Vielzahl von Öffnungen in der Hohlpfahlwandung als Ankerelement, wobei der Hohlpfahl ein unteres geschlossenes Ende und ein oberes offenes Ende aufweist, wobei das Verfahren umfasst

- 45 a) Einbringen des Hohlpfahls in den Boden und
b) Einpressen eines fließfähigen, härtenden Materials in den eingebrachten Hohlpfahl durch das obere offene Ende, so dass das fließfähige, härtende Material in den Hohlpfahl gefüllt und durch die Öffnungen der Hohlpfahlwandung gedrückt wird und in den Boden eindringt und dort nach Härtung des Materials die künstlichen Wurzeln bildet.

- 50 **[0009]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden künstliche Wurzeln im Boden bzw. im Bodenmaterial des Bodens gebildet. Die enge Verzahnung der künstlichen Wurzeln mit dem Bodenmaterial ermöglicht eine feste Verankerung. Auf diese Weise wird im Vergleich zur üblichen Verankerung mit einem Betonfundament eine vergleichbare Belastbarkeit der Verankerung mit einem deutlich geringeren Materialverbrauch erreicht. Das erfindungsgemäße Verfahren ist daher umweltschonender als die Verfahren nach dem Stand der Technik.

- 55 **[0010]** Das fließfähige, härtende Material zur Bildung der künstlichen Wurzeln, insbesondere der elastischen künstlichen Wurzeln, kann so gewählt werden, dass es kompatibel mit dem Boden ist und den Boden nicht verschmutzt. Umweltbelastende Materialien sollten soweit wie möglich vermieden werden. Zumindest kann die erforderliche Menge dieser Materialien deutlich reduziert werden.

- [0011]** Das fließfähige, härtende Material für die künstlichen Wurzeln ist stabil und vorzugsweise elastisch. Es kann

an Steinen und anderen Elementen des Bodens anhaften und Bodenmaterial miteinander verkleben oder verbinden, was die Verankerung im Boden verstärkt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012]

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines beispielhaften Hohlpfahls zur Verwendung im erfindungsgemäßen Verfahren.

Fig. 2 zeigt Beispiele für natürliche Wurzeln von Pflanzen.

Fig. 3 zeigt eine schematische Anordnung für ein Beispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung des erfindungsgemäßen Ankers.

Fig. 4 zeigt eine schematische Anordnung für ein Beispiel für die Verankerung eines Bauelements an den hergestellten Anker.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0013] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Ankers mit künstlichen Wurzeln zur Verankerung eines Bauelements, beispielsweise ein Turm eines Windrades, in einem Boden mithilfe mindestens eines Hohlpfahls. Es können ein Hohlpfahl oder mehrere Hohlpfähle verwendet werden, an dem oder die nach Bildung des Ankers das Bauelement montiert wird.

[0014] Der Hohlpfahl kann aus Stahlbeton, Spannbeton, Kunststoff, z.B. carbonfaserverstärkter Kunststoff (CFK), oder Metall, z.B. Kupfer, Aluminium, Gusseisen oder Stahl, sein. Spannbeton ist gewöhnlich ein Beton mit vorgespannter Stahllarmierung. Der Kunststoff kann faserverstärkt sein, insbesondere glasfaserverstärkt. Der Hohlpfahl ist bevorzugt aus Metall, insbesondere Stahl. Der Hohlpfahl kann einteilig oder mehrteilig ausgebildet sein.

[0015] Der Hohlpfahl ist innen hohl und kann die Form eines Rohres aufweisen, welches gegebenenfalls nach unten verjüngt ist. Der Hohlpfahl kann z.B. einen quadratischen, rechteckigen, vieleckigen, gegliederten oder kreisförmigen Querschnitt aufweisen, wobei in der Regel ein kreisförmiger Querschnitt bevorzugt ist. In einem sich verjüngenden Abschnitt, sofern vorhanden, kann der Querschnitt gegebenenfalls eine andere Geometrie aufweisen.

[0016] Der Hohlpfahl weist ein unteres geschlossenes Ende und ein oberes offenes Ende auf. Die Ausdrücke "oben" und "unten" beziehen sich dabei auf die Lage des Hohlpfahls, wenn er in den Boden eingebracht wird. In einer bevorzugten Ausführungsform verjüngt sich der Hohlpfahl am unteren Ende. Dies erleichtert die Einbringung des Hohlpfahls in den Boden bei Verfahren wie Rammen, bei denen der Hohlpfahl durch Verdrängung des Bodenmaterials eingebracht wird. Der Hohlpfahl kann gegebenenfalls dafür unten spitz zulaufen bzw. mit einer Spitze versehen sein.

[0017] Der Hohlpfahl weist eine Vielzahl von Öffnungen in der Hohlpfahlwandung auf. Es handelt sich somit um einen perforierten Hohlpfahl. Die Anzahl der Öffnungen kann in weiten Bereichen variieren und hängt unter anderem von den Abmessungen des Hohlpfahls und dem Durchmesser der Öffnungen ab. Die Anzahl der Öffnungen kann z.B. mindestens 6, bevorzugt mindestens 10, bevorzugter mindestens 25, besonders bevorzugt mindestens 40 oder mindestens 50 betragen. Es gibt keine wirkliche Obergrenze für die Anzahl der Öffnungen. Es können z.B. nicht mehr als 1000 Öffnungen vorhanden sein, es können aber auch deutlich mehr sein.

[0018] Der Durchmesser der Öffnungen kann gleich oder verschieden sein. In einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Öffnungen in der Hohlpfahlwandung Öffnungen mit einem unterschiedlichen Durchmesser. Es können z.B. Öffnungen mit zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Durchmessern vorhanden sein. Auf diese Weise können künstliche Wurzeln mit unterschiedlichen Durchmessern gebildet werden, was die Struktur natürlicher Wurzeln widerspiegelt. In der Regel kann es diesbezüglich zweckmäßig sein, dass die Zahl der Öffnungen mit einem kleineren Durchmesser größer ist als die Zahl der Öffnungen mit dem nächst größeren Durchmesser. Die Zahl kann aber auch gleich sein.

[0019] Die Öffnungen können z.B. als einfaches Durchgangsloch ausgebildet sein. In einer bevorzugten Ausführungsform kann zumindest ein Teil der Öffnungen, bevorzugt alle Öffnungen, als Sprühdüsen ausgebildet sein. Es können alle Öffnungen als Sprühdüsen ausgebildet sein oder ein Teil der Öffnungen ist als Sprühdüse ausgebildet und der andere Teil der Öffnungen ist lediglich als Durchgangsloch ausgebildet. Sprühdüsen werden auch als Injektionsdüsen bezeichnet. Der Einsatz von Sprühdüsen ermöglicht es, das fließfähige, härtende Material oder Flüssigkeit bzw. Luft mit einem höheren Druck durch die Öffnungen bzw. Düsen gepresst wird, was ein tieferes Eindringen des Materials in das Bodenmaterial bzw. eine stärkere Spülung mit der Flüssigkeit ermöglicht. Sprühdüsen sind somit insbesondere nutzbar zur Vorspülung, z.B. mit Wasser, um umgebendes Erdreich aufzulockern, und/oder nutzbar zur Erhöhung des Druckes, um die Einbringung des Injektionsmittels, z.B. das fließfähige, härtende Material oder die Flüssigkeit bzw. Luft,

in das Bodenmaterial zu erleichtern. Die Sprühdüsen sind besonders nützlich zur Auflockerung fester bzw. kompakter Böden, wie z.B. Lehm.

[0020] Die Verteilung der Öffnungen in der Hohlpfahlwandung ist beliebig. In der Regel sind die Öffnungen um den Umfang des Hohlpfahls herum verteilt. Die Verteilung der Öffnungen auf der Hohlpfahlwandung kann eine regelmäßige oder unregelmäßige Anordnung sein. Bei Vorliegen von Öffnungen mit unterschiedlichem Durchmesser ist es in der Regel bevorzugt, dass diese gemischt verteilt werden. Beispielsweise können Öffnungen mit kleinerem Durchmesser zwischen den Öffnungen mit großem Durchmesser angeordnet werden. Auf diese Weise entstehen Teilbereiche, auf denen sowohl Öffnungen mit kleinerem Durchmesser als auch Öffnungen mit größerem Durchmesser vorliegen.

[0021] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Öffnungen in der Hohlpfahlwandung in einem unteren Abschnitt des Hohlpfahls angeordnet, wobei der Abstand des unteren Abschnitts zum oberen Ende des Hohlpfahls bevorzugt mindestens ein Fünftel, mehr bevorzugt mindestens die Hälfte der Länge des Hohlpfahls beträgt. Auf diese Weise ist z.B. ein oberer Abschnitt, der mindestens 20%, bevorzugt mindestens 50% oder mindestens 70% der Länge des Hohlpfahls ausmacht, frei oder im Wesentlichen frei von Öffnungen. Die Öffnungen sind dann alle bzw. im Wesentlichen alle im darunterliegenden Abschnitt des Hohlpfahls angeordnet. Dies kann z.B. vorteilhaft sein, um eine bessere Stabilität zu erreichen und/oder die künstlichen Wurzeln nur in tieferen Bodenschichten zu bilden.

[0022] Es versteht sich, dass Abschnitte des Hohlpfahls mit Öffnungen und Abschnitte des Hohlpfahls ohne Öffnungen sich auch abwechseln können. Die Lage der Öffnungen kann z.B. daran angepasst werden, welche Bodenschichten im konkreten Fall für die Bildung von künstlichen Wurzeln besonders geeignet sind.

[0023] Die Abmessungen des Hohlpfahls und der Öffnungen können je nach gewünschter Anwendung in großem Umfang variieren.

[0024] Die Länge des Hohlpfahls kann in weiten Bereichen variieren. Insbesondere wird die Länge des Hohlpfahls je nach zu verankerndem Bauelement oder dem damit verbundenen Bauwerk und je nach Untergrund angepasst. So kann die Länge des Hohlpfahls z.B. im Bereich von 10 cm bis 15 m, bevorzugt 20 cm bis 10 m, bevorzugt 50 cm bis 5 m, liegen. Der Hohlpfahl kann gegebenenfalls aus mehreren Teilstücken bestehen, die beim Einsatz miteinander verbunden werden. Auf diese Weise lassen sich auch noch größere Längen realisieren.

[0025] Der Durchmesser des Hohlpfahls kann in weiten Bereichen variieren. Insbesondere wird der Durchmesser des Hohlpfahls je nach zu verankerndem Bauelement oder dem damit verbundenen Bauwerk und je nach Untergrund angepasst. So kann der Durchmesser des Hohlpfahls z.B. im Bereich von 3 cm bis 3 m, bevorzugt 5 cm bis 50 cm, bevorzugt 5 cm bis 30 cm, liegen. Der Durchmesser bezieht sich hier auf den Innendurchmesser am oberen Ende des Hohlpfahls.

[0026] Die Öffnungen können z.B. einen Durchmesser von 0,1 mm bis 10 cm oder 0,5 mm bis 10 cm, bevorzugt von 1 mm bis 3 cm, bevorzugt 3 mm bis 2 cm, aufweisen. Wie gesagt können Öffnungen mit zwei, drei, vier oder mehr unterschiedlichen Durchmessern, z.B. in den vorstehend genannten Bereichen vorhanden sein. Wenn die Öffnung als Sprühdüse ausgebildet ist, bezieht sich der Durchmesser auf den Durchmesser am Ausgang der Düse. Wenn die Öffnungen als Düse ausgebildet sind, so können sie insbesondere einen Durchmesser von 0,1 mm bis 10 cm, bevorzugt 0,2 mm bis 10 mm, mehr bevorzugt 0,5 mm bis 5 mm, aufweisen.

[0027] Die Form der Öffnungen kann rund bzw. kreisförmig, oval, mehreckig, z.B. dreieckig oder viereckig, sternförmig oder jede andere regelmäßige oder unregelmäßige Form sein. Die Öffnungen können gleiche Formen aufweisen oder die Öffnungen können Öffnungen mit unterschiedlichen Formen umfassen.

[0028] Die Vielzahl von Öffnungen können Öffnungen mit unterschiedlichen Durchmessern und/oder unterschiedlichen Formen, bevorzugt unterschiedlichen Durchmessern und unterschiedlichen Formen, umfassen, wie vorstehend beschrieben.

[0029] Im Folgenden wird das Verfahren anhand des Einsatzes eines Hohlpfahls erläutert. Es versteht sich, dass bei Einsatz mehrerer Hohlpfähle das Verfahren für alle Hohlpfähle durchgeführt wird, wobei die Hohlpfähle in geeigneter Weise im Boden angeordnet werden und das gegebenenfalls zu montierende Bauelement an alle Hohlpfähle montiert wird.

[0030] Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst gemäß Schritt a) das Einbringen des Hohlpfahls in den Boden. Der Hohlpfahl wird in der Regel senkrecht in den Boden eingebracht. Der Hohlpfahl kann aber je nach Anwendungszweck auch in einem geeigneten Winkel eingebracht werden.

[0031] Der Boden kann jeder beliebige Boden sein. Es handelt sich insbesondere um einen geologischen bzw. natürlichen Boden bzw. Untergrund. Es kann z.B. ein Oberboden bzw. Mutterboden, ein bindiger Boden, ein nicht bindiger Boden, Fels oder eine Kombination davon sein. Es versteht sich, dass der Boden aus Schichten aus unterschiedlichen Bodenformationen bestehen kann.

[0032] Böden bzw. Bodenschichten werden im Allgemeinen in verschiedene Bodenklassen eingeteilt. Die Norm DIN 18300 enthält z.B. folgende Einstufungen: Bodenklasse 1: Oberboden, Bodenklasse 2: Fließende Bodenarten, Bodenklasse 3: Leicht lösbare Bodenarten, Bodenklasse 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten, Bodenklasse 5: Schwer lösbare Bodenarten, Bodenklasse 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten, Bodenklasse 7: Schwer lösbarer Fels.

[0033] Ein besonders geeigneter Boden, in den die künstlichen Wurzeln eingebracht werden sollen, ist ein lockerer

Boden, insbesondere ein sandiger Boden oder Sand.

[0034] Bei kompakten und/oder harten Böden bzw. Bodenschichten, wie z.B. Fels, Granit oder Basalt, in die die künstlichen Wurzeln eingebracht werden sollen, kann es gegebenenfalls erforderlich sein, den Hohlpfahl mittels eines Bohrverfahrens in den Boden einzubringen.

[0035] Das Einbringen des Hohlpfahls in den Boden kann durch jedes übliche Verfahren durchgeführt werden, z.B. durch ein Verdrängungsverfahren oder eine Bohrverfahren. Beispiele für solche Verfahren sind Rütteln, Bohren, Rammen, Pressen oder Greifen. Die dafür geeigneten Vorrichtungen, wie Rammvorrichtungen und Bohrgeräte, und Maßnahmen sind dem Fachmann bekannt. Als Rammvorrichtungen können z.B. übliche Rambahren, wie Freifallbahren und Explosionsbahren, oder automatische Schnellschlaghämmer eingesetzt werden. Es ist genauso möglich, den Hohlpfahl manuell einzubringen, z.B. Einrammen mithilfe eines Hammers.

[0036] Im Allgemeinen ist es bevorzugt, dass der Hohlpfahl durch ein Verdrängungsverfahren in den Boden eingebracht wird. Bei Verdrängungsverfahren wird der Hohlpfahl durch Krafteinwirkung unter Verdrängung des Bodenmaterials in den Boden eingebracht. Bohrverfahren sind aber ebenfalls geeignet. Bei Bohrverfahren wird zunächst ein Bohrloch in den Boden gebohrt und der Hohlpfahl in das Bohrloch eingesetzt. Das Bohrloch, in das der Hohlpfahl eingebracht werden soll, kann mit den üblichen Vorrichtungen erstellt werden. Zweckmäßigerweise wird das Bohrloch so ausgelegt, dass der in das Bohrloch einsetzte Hohlpfahl bündig mit dem umgebenden Boden angeordnet werden kann.

[0037] Der eingebrachte Hohlpfahl sollte insbesondere in Kontakt mit dem umgebenden Boden sein. Nach Einbringung kann sich das obere Ende des Hohlpfahls ungefähr in Höhe der Oberfläche des Bodens befinden. Gegebenenfalls kann es sich auch ein Stück unterhalb der Bodenoberfläche befinden. Es ist aber bevorzugt, dass das obere Ende des Hohlpfahls nach Einbringung des Hohlpfahls in den Boden über der Oberfläche des Bodens heraussteht, d.h. das obere Ende des Hohlpfahls befindet sich über dem Bodenoberflächenniveau. Dies ist vorteilhaft, da dies das Anbringen von Zufuhrleitungen für fließfähiges, härtendes Material oder die später zu erfolgenden Anbringung des Bauelements an den Hohlpfahl vereinfacht. Der herausstehende Teil des Hohlpfahls kann auch selbst als Bauelement dienen.

[0038] Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst ferner gemäß Schritt b) das Einpressen eines fließfähigen, härtenden Materials in den in den Boden eingebrachten Hohlpfahl durch das obere offene Ende, so dass das fließfähige, härtende Material in den Hohlpfahl gefüllt und durch die Öffnungen der Hohlpfahlwandung gedrückt wird und in den Boden eindringt und dort nach Härtung des Materials die künstlichen Wurzeln bildet. Das fließfähige, härtende Material kann auch als Injektionsmittel bezeichnet werden.

[0039] Das fließfähige, härtende Material bzw. Injektionsmittel soll bevorzugt die Erfordernisse der Norm EN 1504-5:2013 erfüllen, insbesondere für die dort genannten Systeme F, P und H.

[0040] Die mit dem erfindungsgemäß hergestellten Anker erhaltenen Verankerungen sollen bevorzugt die Erfordernisse des Eurocode 7 erfüllen.

[0041] Das fließfähige, härtende Material ist beim Einpressen fließfähig, härtet aber nach einer gewissen Zeit aus, so dass es sich verfestigt, wenn es in den Boden eingedrungen ist. Das Material kann ein anorganisches oder ein organisches Bindemittel enthalten. Gegebenenfalls kann auch ein Härter bzw. Vernetzungsmittel enthalten sein. Das fließfähige, härtende Material kann gegebenenfalls eine Flüssigkeit, insbesondere Wasser, enthalten.

[0042] Das fließfähige, härtende Material enthält bevorzugt ein hydraulisches Bindemittel, insbesondere Zement, und/oder ein organisches Polymer, welches bevorzugt vernetzbar ist, z.B. mittels Luftfeuchtigkeit oder eines Härters.

[0043] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das fließfähige, härtende Material ein Mörtel, ein Beton, ein kunststoffvergüteter Mörtel, ein kunststoffvergüteter Beton, eine Polymerdispersion, ein Harz, insbesondere ein Gießharz oder ein Injektionsharz, oder ein Dichtstoff auf Polymerbasis. Das fließfähige, härtende Material ist besonders bevorzugt ein kunststoffvergüteter Mörtel, ein kunststoffvergüteter Beton, ein Polyurethan-Dichtstoff oder ein Polyurethan-Harz. Bei dem fließfähigen, härtenden Material bzw. Injektionsmittel handelt es sich insbesondere um zementöse Vergussmassen, Injektionsmittel auf Basis (Meth)acrylat, Polyurethan, Polyepoxid oder Polyester. Es sind einkomponentige (1K) und zweikomponentige (2K) Systeme denkbar. Solche Materialien sind im Handel erhältlich.

[0044] Der Mörtel und der Beton basieren bevorzugt auf Zement. Kunststoffvergüteter Mörtel und kunststoffvergüteter Beton sind Hybridsysteme, die neben einem hydraulischen Bindemittel, insbesondere Zement, einen Kunststoff enthalten, bevorzugt in Form einer wässrigen Kunststoffdispersion. Mörtel und Beton schließt auch Zement-Grouts, insbesondere kunststoffvergütete Zement-Grouts, ein. Der Kunststoff kann z.B. Methylvinylalkohol, Methylcellulose, natürliches oder synthetisches Gummi, Harz, wie Epoxidharz, Polyester Polyurethan oder Poly(meth)acrylat sein.

[0045] Es versteht sich, dass die ein hydraulisches Bindemittel enthaltenden Materialien vor dem Einpressen mit Wasser angemischt werden, um das fließfähige, härtende Material zu erhalten.

[0046] Das fließfähige, härtende Material, enthaltend ein Polymer, insbesondere ein organisches Polymer, kann ein ein- oder zweikomponentiges System sein bzw. daraus gebildet werden. Bei zweikomponentigen Systemen werden die beiden Komponenten miteinander vermischt, um das fließfähige, härtende Material zu bilden. Durch die Mischung werden chemische Reaktionen gestartet, z.B. zwischen Polymer und Härter, die zur Vernetzung bzw. Verfestigung des Materials führen. Bei einkomponentigen Systemen werden chemische Reaktionen in der Regel nach Austritt aus dem Lagerbehälter durch Kontakt mit der Luftfeuchtigkeit initiiert, die zur Vernetzung bzw. Verfestigung führen.

[0047] Dichtstoffe auf Polymerbasis sind im allgemeinen pastöse Materialien. Das in dem Dichtstoff enthaltene Polymer kann z.B. Silicon, Polyurethan oder ein silanmodifiziertes Polymer (SMP) sein. Ein zweckmäßiger Dichtstoff ist ein Polyurethan-Dichtstoff.

[0048] Das Harz ist insbesondere ein Kunstharz. Das Harz bzw. Kunstharz ist bevorzugt ein Gießharz oder ein Injektionsharz. Beispiele für die in Polymerdispersionen und Harzen enthaltenen Polymere sind Polyester, (Meth)acrylat, Polyurethan, Epoxide und Silicone. Gut geeignet sind Polyurethanharze.

[0049] Zweckmäßige Beispiele für das fließfähige, härtende Material sind insbesondere Polyurethanharze, Polyurethan-Dichtstoffe, Acrylatmassen und auch polymervergütete Zement-Grouts.

[0050] Das fließfähige, härtende Material kann Zusätze enthalten, z.B. Füllstoffe oder Fasern.

[0051] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform enthält das fließfähige, härtende Material Fasern zur Armierung. Diese Armierungsfasern weisen vorzugsweise solche Abmessungen auf, dass sie zusammen mit dem fließfähigen, härtenden Material durch die Öffnungen gepresst werden können. Auf diese Weise können die Armierungsfasern die gebildeten künstlichen Wurzeln verstärken. In einer vorteilhaften Ausführungsform können die Armierungsfasern elektrisch leitfähige Armierungsfasern sein.

[0052] In einer vorteilhaften Ausführungsform können die Armierungsfasern zur Kontrolle bzw. Überwachung der installierten Verankerung dienen. Wenn beispielsweise elektrisch leitfähige Armierungsfasern als Armierungsfasern genutzt werden, kann über eine durchfließende Stromstärke die Ausbildung und/oder Unversehrtheit der Wurzeln überwacht werden.

[0053] Die Fasern zur Armierung sind z.B. ausgewählt aus Aramid-Fasern, z.B. Kevlar-Fasern, Nylon-Fasern, Carbonfasern, Drahtfasern, Metallfasern. Stahlfasern, Kunststofffasern, z.B. Polyolefinfasern, wie Polyethylenfasern und Polypropylenfasern, Glasfasern oder Kombinationen davon. Drahtfasern können auch Drahtstücke bzw. kurze Drähte sein. Drahtfasern sind ebenfalls bevorzugt aus Stahl.

[0054] Die Fasern zur Armierung können z.B. eine Länge im Bereich von 0,1 mm bis 150 mm, bevorzugt 2 bis 80 mm, haben. Es können auch Mischungen von Fasern unterschiedlicher Länge eingesetzt werden. Die Fasern können z.B. Kurzfasern mit einer Länge von etwa 0,1 bis 1 mm und/oder Langfasern mit einer Länge von etwa 1 bis 150 mm sein.

[0055] Wie gesagt, sollen die Abmessungen der Armierungsfasern vorzugsweise so gewählt werden, dass sie durch die Öffnungen des Hohlpfahls passen und zusammen mit dem fließfähigen, härtenden Material aus den Öffnungen gedrückt werden können und damit auch in den gebildeten künstlichen Wurzeln enthalten sind. Insbesondere sollen die Abmessungen der Armierungsfasern so gewählt werden, dass eine Blockierung der Öffnungen vermieden wird.

[0056] Der Anteil an Fasern zur Armierung in dem fließfähigen, härtenden Material, bezogen auf das Gesamtgewicht des fließfähigen, härtenden Materials kann z.B. im Bereich von 0,01 bis 5 Gew.-%, bevorzugt 0,03 bis 2,5 Gew.-%, bevorzugt 0,05 bis 1 Gew.-%, liegen.

[0057] Idealerweise haben die Fasern zur Armierung einen ähnlichen oder gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten wie das Material bzw. Matrixmaterial der künstlichen Wurzeln. Das Material der künstlichen Wurzeln wird wie gesagt durch die Härtung des fließfähigen, härtenden Materials erhalten, in dem die Armierungsfasern eingebettet sein können. Beispielsweise wären bei Einsatz von Beton als Material der künstlichen Wurzeln der Einsatz von Armierungsfasern aus Stahl vorteilhaft, da Beton und Stahl einen ähnlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen.

[0058] Das fließfähige, härtende Material kann z.B. in Form einer Paste vorliegen, was auch breiförmige Materialien einschließt. Das fließfähige, härtende Material ist vorzugsweise pastös.

[0059] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das fließfähige, härtende Material nach der Härtung ein elastisches Material. Die gebildeten künstlichen Wurzeln sind dann elastisch bzw. aus einem elastischen Material gebildet. Das gehärtete Material kann z.B. ein Elastomermaterial sein. Elastische Materialien können insbesondere erhalten werden, wenn als fließfähiges, härtendes Material ein kunststoffvergüteter Mörtel oder Beton oder ein auf organische Polymere basierendes Material eingesetzt werden. Das fließfähige, härtende Material kann nach der Härtung auch ein festes plastisches oder starres Material sein. Die gebildeten künstlichen Wurzeln haben dann plastischen oder starren Charakter bzw. sind aus einem plastischen oder starren Material gebildet.

[0060] Das fließfähige, härtende Material wird durch das obere offene Ende des in den Boden eingebrachten Hohlpfahls eingepresst. Hierfür kann das fließfähige, härtende Material zunächst in den Hohlpfahl eingefüllt werden und anschließend wird das eingefüllte Material über das obere offene Ende unter Druck gesetzt. Beispielsweise kann das in den Hohlpfahl eingefüllte Material mit einem Stempel, der in das obere Ende eingeführt und dann heruntergedrückt wird, eingepresst werden. Das in den Hohlpfahl eingefüllte Material kann z.B. auch mit einem Spiralbohrer eingepresst werden, indem der Spiralbohrer in das obere Ende des Hohlpfahls eingeführt, heruntergedrückt und dabei in die Drehrichtung gedreht wird, um das eingefüllte Material einzupressen. Der Stempel oder der Spiralbohrer wird dann aus dem Hohlpfahl herausgezogen. Das Einpressen wird insbesondere so ausgeführt, dass nicht das gesamte fließfähige, härtende Material aus den Öffnungen gedrückt wird, sondern ein Teil im Hohlraum des Hohlpfahls verbleibt. Gegebenenfalls kann hierfür nach dem Einpressen des Materials weiteres fließfähiges, härtendes Material in den Hohlpfahl nachgefüllt werden. Der Vorgang des Einfüllens des Materials und unter Druck setzen kann gegebenenfalls mehrfach wiederholt werden.

[0061] Das fließfähige, härtende Material wird bevorzugt mittels einer Pumpe kontinuierlich über das offene Ende des

eingebrauchten Hohlpfahls eingepresst. Als Pumpe eignen sich z.B. Schraubenpumpen, Mörtelpumpen oder Betonpumpen. Die Zufuhrleitung für das fließfähige, härtende Material wird dabei mit dem oberen offenen Ende des Hohlpfahls verbunden, insbesondere druckfest verbunden. Auch das Einpressen mittels Pumpe wird bevorzugt so ausgeführt, dass nicht das gesamte fließfähige, härtende Material aus den Öffnungen gedrückt wird, sondern ein Teil im Hohlraum des Hohlpfahls verbleibt. Unabhängig von der Art des Einpressens soll nach dem Einpressen ein Teil des fließfähigen, härtenden Materials in dem Hohlpfahl verbleiben oder darin nachgefüllt werden.

[0062] Der eingesetzte Druck für das Einpressen des fließfähigen, härtenden Materials kann im Hinblick auf die Art und Konsistenz des Materials und die vorhandenen Bodenverhältnisse eingestellt werden.

[0063] Durch das Einpressen des fließfähigen, härtenden Materials wird das fließfähige, härtende Material durch die Öffnungen in der Hohlpfahlwandung gedrückt und dringt in den Boden ein. Es ist bevorzugt, dass das Material möglichst weit in den Bodenbereich eindringt, z.B. zumindest an einigen oder an allen Stellen mindestens 5 cm, bevorzugt mindestens 15 cm, bevorzugter mindestens 30 cm und besonders bevorzugt mindestens 1 m. Es versteht sich, dass die Tiefe des Eindringens je nach Bodenbeschaffenheit und Öffnungsdurchmesser nicht bei allen Öffnungen gleich ist.

[0064] Das durch die Öffnungen gedrückte und in den Boden eingedrungene Material härtet dann unter Bildung der künstlichen Wurzeln in dem Bodenmaterial aus. Es ist bevorzugt, dass die künstlichen Wurzeln Fasern zur Armierung wie vorstehend erwähnt aufweisen. Wie bereits erwähnt sind die künstlichen Wurzeln bevorzugt aus einem elastischen Material oder einer Elastomerzusammensetzung.

[0065] In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die gebildeten künstlichen Wurzeln nicht unbedingt die ideale Form von natürlichen Wurzeln aufweisen müssen. Es reicht aus, wenn die künstlichen Wurzeln eine analoge Funktion erfüllen, d.h. eine Verankerung im Boden durch Eindringen in den Boden und Verbindung mit dem umgebenden Bodenmaterial, z.B. durch Anhaften und/oder Verkleben der künstlichen Wurzeln an bzw. mit dem Bodenmaterial, z.B. an Steinen, vorhandenen natürlichen Wurzeln, Geröll oder Fels im Bodenmaterial.

[0066] Nach Beendigung des Einpressens des fließfähigen, härtenden Materials in den Hohlpfahl verbleibt ein Teil des fließfähigen, härtenden Materials im Hohlraum des Hohlpfahls. Der Hohlraum kann nach Beendigung teilweise, z.B. zu mindestens 25%, bevorzugt mindestens 50%, bevorzugter mindestens 75%, des Hohlraumvolumens des Hohlpfahls, oder vollständig mit dem fließfähigen, härtenden Material ausgefüllt sein, dass mit der Zeit darin aushärtet. Über das im Hohlraum des Hohlpfahls gehärtete Material sind die gebildeten künstlichen Wurzeln mit dem Anker-element verbunden.

[0067] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird nach dem Schritt a) und vor dem Schritt b) ein Spülschritt als Zwischenschritt durchgeführt. Dabei wird nach Einbringen des Hohlpfahls in den Boden gemäß Schritt a) und vor dem Einpressen des fließfähigen, härtenden Materials gemäß Schritt b) Luft oder eine Flüssigkeit unter Druck durch das obere offene Ende in den Hohlpfahl eingeleitet und durch die Öffnungen in der Hohlpfahlwandung in den Boden gestrahlt, um den Boden zu spülen. Bei dieser Variante ist es besonders bevorzugt, dass die Öffnungen als Sprühdüsen ausgebildet sind. Auf dieser Weise kann der Druck erhöht werden, was die Spülwirkung verbessert.

[0068] Der Druck bzw. Spüldruck kann z.B. im Bereich von 10 bis 800 bar liegen. Der Druck kann je nach Anwendungsfall z.B. im Niederdruckbereich (etwa 10 bis 40 bar), im Mitteldruckbereich (etwa 40 bis 250 bar) oder im Hochdruckbereich (etwa 250 bis 800 bar, bevorzugt 250 bis 500 bar) liegen.

[0069] Die Luft oder die Flüssigkeit kann z.B. mittels einer Pumpe unter Druck in den Hohlpfahl eingeleitet werden. Es versteht sich, dass hierfür die Zufuhrleitung der Luft oder Flüssigkeit druckfest mit dem oberen Ende des Hohlpfahls verbunden wird.

[0070] Durch die unter Druck eingestrahlte Luft oder Flüssigkeit kann der Boden aufgelockert werden. Es werden so Freiräume im Boden geschaffen, die das Eindringen des fließfähigen, härtenden Materials erleichtert. Dies ist z.B. zweckmäßig bei kompakten, festen oder verdichteten Böden, bindigen Böden, wie Lehm oder Tonböden, oder Felsböden.

[0071] Als Flüssigkeit kann jede auf dem Gebiet übliche Spülflüssigkeit bzw. Spülhilfe eingesetzt werden. Die Flüssigkeit ist bevorzugt Wasser oder eine wässrige Flüssigkeit. Die Flüssigkeit, insbesondere Wasser, kann Zusätze enthalten, z.B. Bentonit.

[0072] Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird mittels mindestens eines Hohlpfahls als Anker-element ein Anker mit künstlichen Wurzeln im Boden hergestellt. Der Anker dient zur Verankerung eines Bauelements im Boden.

[0073] In einer optionalen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann das Bauelement an den hergestellten Anker montiert werden. Als Bauelement eignen sich alle möglichen Aufbauten. In einer Ausführungsform kann der aus dem Boden herausstehende Teil des Hohlpfahls selbst das Bauelement bilden, z.B. als Pfosten oder Pfahl.

[0074] Das Bauelement ist z.B. ein Bauteil eines Bauwerks, ein Mast oder ein Pfosten. Konkrete Beispiele sind Bauteile, Masten oder Pfosten für Verkehrszeichen, Strassenschilder, Lampen, z.B. Park- oder Strassenlampen, Zäune, Windräder, insbesondere ein Turm des Windrades, Mole, Wände, z.B. Schallschutzwände, Brücken, z.B. Hängebrücken, Sendetürme oder Sendemasten.

[0075] Zur Montage des Bauelements an den hergestellten Anker mit künstlichen Wurzeln können die gebräuchlichen Befestigungsverfahren eingesetzt werden. Beispiele sind Einsteckverbindungen, Schraubverbindungen, Flanschverbindungen, Schweißverbindungen oder Kombinationen davon.

[0076] Wenn das Bauelement zur Montage in den Hohlpfahl eingesteckt wird, ist es sinnvoll, dass das im Hohlraum des Hohlpfahls enthaltene fließfähige, härtende Material noch nicht gehärtet ist, so dass das Bauelement ohne weiteres eingesteckt werden kann. Nach Härtung wird das eingesteckte Bauelement dann durch das gehärtete Material fixiert.

[0077] Der Hohlpfahl kann Befestigungsmittel aufweisen, um die Montage des Bauelements zu erleichtern, die insbesondere am oberen Ende des Hohlpfahls angebracht sind. Diese Befestigungsmittel können natürlich auch dazu dienen, die Zufuhrleitungen für das fließfähige, härtende Material und/oder die Zufuhrleitungen für Luft oder Flüssigkeit mit dem oberen offenen Ende zu verbinden, insbesondere druckfest zu verbinden.

[0078] Beispiele für Befestigungsmittel, die der Hohlpfahl insbesondere am oberen offenen Ende aufweisen kann, sind ein Gewinde zum Verschrauben, ein Flansch, wie ein Flanschlager, eine Überwurfmutter und/oder eine Bördel. Der Hohlpfahl kann z.B. am oberen Ende eine Bördel aufweisen, an die das Bauelement mittels einer Überwurfhülse angeschraubt wird. Die Verbindung von Hohlpfahl und Bauelement kann auch mit separaten Befestigungselementen erfolgen, z.B. mittels Rohrkupplungen oder losen Flanschen.

[0079] Der Hohlpfahl kann mit einer Brandschutzbeschichtung versehen sein. Es ist insbesondere möglich, diejenigen Teile des Hohlpfahls, die überirdisch liegen, mit einer Brandschutzbeschichtung zu versehen. Im speziellen können überirdische Teile des Hohlpfahls und/oder Befestigungsmittel am oberen offenen Ende des Hohlpfahls mit einer Brandschutzbeschichtung versehen sein. Brandschutzbeschichtungen können gängige Brandschutzbeschichtungen des Stands der Technik sein.

[0080] Die Erfindung betrifft auch die Verwendung eines Hohlpfahls als Ankerelement zur Verankerung eines Bauelements in einem Boden mithilfe künstlicher Wurzeln, wobei der Hohlpfahl ein unteres geschlossenes Ende und ein oberes offenes Ende aufweist und mit einer Vielzahl von Öffnungen in der Hohlpfahlwandung versehen ist.

[0081] Die erfindungsgemäße Verwendung umfasst bevorzugt die Montage des Bauelements an das Ankerelement, wobei das Bauelement bevorzugt ein Bauteil eines Bauwerks, ein Mast oder ein Pfosten ist. Wie gesagt, kann der aus dem Boden herausstehende Teil des Hohlpfahls selbst das Bauelement bilden, z.B. als Pfosten oder Pfahl.

[0082] Die vorstehenden Angaben zum erfindungsgemäßen Verfahren und zur Ausbildung des Hohlpfahls gelten analog für die erfindungsgemäße Verwendung, so dass darauf verwiesen wird.

[0083] Die Erfindung betrifft ferner einen Anker mit künstlichen Wurzeln, der gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wie vorstehend beschrieben erhältlich ist.

[0084] Im Folgenden werden zur weiteren Erläuterung der Erfindung Ausführungsbeispiele und Zeichnungen beschrieben, die die Erfindung aber in keiner Weise einschränken sollen.

[0085] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung für ein Beispiel eines Hohlpfahls zur Verwendung im erfindungsgemäßen Verfahren. Der Hohlpfahl 1 weist ein oberes offenes Ende 2 und ein unteres geschlossenes Ende 3 auf. Der Hohlpfahl verjüngt sich zum unteren geschlossenen Ende hin. Der Hohlpfahl 1 ist z.B. aus Kupfer, Stahl, Aluminium oder Kunststoff, wie carbonfaserverstärkter Kunststoff (CFK) oder einem beliebigen anderen geeigneten Material. Der Hohlpfahl 1 weist Öffnungen 4, 5, 6 mit unterschiedlichen Durchmessern auf. Die Öffnungen 4, 5, 6 sind in dieser Ausführungsform nur in einem unteren Abschnitt des Hohlpfahls angeordnet.

[0086] Beispielhafte Abmessungen des Hohlpfahls 1 können z.B. je nach Verwendungszweck wie folgt sein: Die Form der Öffnungen kann z.B. kreisförmig, sternenförmig und/oder halbkreisförmig sein. Die Öffnungen 4, 5 und 6 können gleiche oder unterschiedliche Formen aufweisen.

Beispielhafte Ausführungsform A, z.B. als Anker für einen Gartenzaun

[0087]

Länge Hohlpfahl:	etwa 2 m
Durchmesser Hohlpfahl:	etwa 5 cm (Innendurchmesser am oberen Ende)
Öffnungen 4:	etwa 5 bis 15 mm
Öffnungen 5:	etwa 0,5 bis 2 mm
Öffnungen 6:	etwa 0,2 bis 0,4 mm

[0088] Die Form der Öffnungen kann z.B. kreisförmig, sternenförmig und/oder halbkreisförmig sein. Die Öffnungen 4, 5 und 6 können gleiche oder unterschiedliche Formen aufweisen.

[0089] Bei dieser Ausführungsform kann der Hohlpfahl so eingebracht werden, dass ein signifikanter Teil des Hohlpfahls über dem Bodenniveau herausragt. Beispielsweise kann der Hohlpfahl nur bis zu einer Tiefe von 50 cm in den Boden eingebracht werden, so dass der aus dem Boden herausragende Teil des Hohlpfahls eine Länge von 150 cm aufweist. Auf diese Weise kann der herausragende Teil direkt als Zaunpfahl dienen, an den die weiteren Elemente des Gartenzauns befestigt werden. Es versteht sich, dass bei dieser Ausführungsform die Öffnungen der Hohlpfahlwandung in dem unteren Teil des Hohlpfahls angeordnet sind, die sich nach dem Einbringen in den Boden unterhalb des Boden-

niveaus befinden.

Beispielhafte Ausführungsform B, z.B. als Anker für einen Laternenpfahl

5 **[0090]**

Länge Hohlpfahl:	etwa 0,5 m
Durchmesser Hohlpfahl:	etwa 10 bis 20 cm (Innendurchmesser am oberen Ende)
Öffnungen 4:	etwa 10 bis 30 mm
Öffnungen 5:	etwa 2 bis 5 mm
Öffnungen 6:	etwa 0,5 bis 1,5 mm

10

[0091] Bei dieser Ausführungsform kann der Hohlpfahl so eingebracht werden, dass ein geringer Teil des Hohlpfahls über dem Bodenniveau herausragt. Der Laternenpfahl kann dann an dem herausragenden Teil des Hohlpfahls befestigt werden.

15

Beispielhafte Ausführungsform C, z.B. als Anker für einen Windradturm

20 **[0092]** Bei dieser Ausführungsform ist es zweckmäßig mehrere Hohlpfähle, z.B. drei oder fünf, so in den Boden einzubringen, dass sie gemeinsam als Anker für den Windradturm dienen, an den sie befestigt werden. Jeder der eingesetzten Hohlpfähle kann z.B. die folgenden Abmessungen aufweisen.

20

Länge Hohlpfahl:	etwa 2 m
Durchmesser Hohlpfahl:	etwa 15 bis 25 cm (Innendurchmesser am oberen Ende)
Öffnungen 4:	etwa 15 bis 40 mm
Öffnungen 5:	etwa 4 bis 8 mm
Öffnungen 6:	etwa 1 bis 3 mm

25

30

[0093] Fig. 2 zeigt Beispiele für natürliche Wurzeln, wie sie in der Natur vorkommen.

[0094] Fig. 3 zeigt eine schematische Anordnung für ein Beispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens. Der Hohlpfahl 1 ist in den Boden eingebracht, z.B. durch Rammen, so dass ein Teil des Hohlpfahls aus der Bodenoberfläche 8 herausragt. Das obere Ende des Hohlpfahls 1 ist über eine mit üblichen Befestigungsmitteln bewerkstelligte Kupplung 9 druckfest mit einer Zufuhrleitung für das fließfähige, härtende Material verbunden.

35

[0095] In dem Mischbehälter 12 werden Komponenten mittels einer Rührvorrichtung vermischt, um das fließfähige, härtende Material zu bilden. Das fließfähige, härtende Material kann z.B. aus 2, 3 oder mehr Komponenten gebildet werden. In dem Mischbehälter 12 kann beispielsweise ein kunststoffvergüteter Beton (Beton + Polymerdispersion) mit Wasser vermischt werden, um das fließfähige, härtende Material zu erhalten. Alternativ kann in dem Mischbehälter 12 ein Harz mit einem Härter vermischt werden, um das fließfähige, härtende Material zu erhalten. Zu den in dem Mischbehälter vermischten Komponenten des fließfähigen, härtenden Materials werden auch bevorzugt Fasern zur Armierung zugegeben, z.B. Carbonfasern, Stahldraht oder Aramidfasern.

40

[0096] Bei einer weiteren Variante kann ein einkomponentiges fließfähiges, härtendes Material verwendet werden, welches z.B. bei Kontakt mit Luftfeuchtigkeit härtet. Ein Beispiel für ein solches fließfähiges, härtendes Material ist ein Dichtstoff auf Polymerbasis wie ein Polyurethan-Dichtstoff, z.B. Sikaflex® SF 290 DC pro von Sika Schweiz AG. In diesem Fall ist ein Mischbehälter 12 nicht erforderlich, sofern nicht zusätzliche Komponenten wie Armierungsfasern zugegeben werden sollen, sondern das fließfähige, härtende Material kann direkt einem Lagerbehälter, z.B. einer Kartusche oder einem Fass, entnommen werden. Im Allgemeinen ist es aber bevorzugt, dass das fließfähige, härtende Material Fasern zur Armierung, z.B. Carbonfasern, Stahldraht oder Aramidfasern, enthält, die im Mischbehälter 12 zugesetzt werden können.

50

[0097] Der Mischbehälter 12 kann gegebenenfalls mit einer Heizvorrichtung versehen sein, um die in dem Mischbehälter vermischten Komponenten des fließfähigen, härtenden Materials zu erwärmen.

[0098] Das hergestellte fließfähige, härtende Material wird dann mittels einer Pumpe 11, z.B. einer Betonpumpe, in den Hohlpfahl 1 eingepresst. Optional kann das fließfähige, härtende Material in einem Vorratsbehälter 10 temporär zwischengelagert werden. Der Vorratsbehälter 10 kann gegebenenfalls beheizt werden.

55

[0099] Durch das Einpressen des fließfähigen, härtenden Materials in den Hohlpfahl 1 wird das fließfähige, härtende Material durch die Öffnungen des Hohlpfahls 1 (nicht dargestellt) gedrückt und dringt in den Boden ein. In diesem Beispiel befinden sich die Öffnungen nur im unteren Abschnitt des Hohlpfahls 1. Das in den Boden eingedrungene fließfähige,

härtende Material bildet nach Härtung die künstlichen Wurzeln 7. Nach Beendigung des Einpressens wird die Zufuhrleitung für das fließfähige, härtende Material vom Hohlpfahl getrennt. Der Hohlraum des Hohlpfahls ist noch teilweise oder vollständig mit fließfähigem, härtendem Material gefüllt, das ebenfalls aushärtet und mit den sich bildenden künstlichen Wurzeln verbunden bleibt.

[0100] Fig. 4 zeigt eine schematische Anordnung für ein Beispiel für die Verankerung eines Bauelements an den wie in Fig. 3 hergestellten Anker. Der Anker aus dem in den Boden eingebrachten Hohlpfahl 1 und den künstlichen Wurzeln 7 dient zur Verankerung eines Bauelements 14, welches über eine mit üblichen Befestigungsmitteln bewerkstelligte Kupplung 13 an den Hohlpfahl montiert wird. Das Bauelement 14 kann z.B. ein Bauwerk, ein Schild oder ein Mast sein.

Bezugszeichenliste

[0101]

- | | |
|----|---|
| 1 | Hohlpfahl |
| 2 | oberes offenes Ende des Hohlpfahls |
| 3 | unteres geschlossenes Ende des Hohlpfahls |
| 4 | Öffnungen mit größerem Durchmesser |
| 5 | Öffnungen mit mittlerem Durchmesser |
| 6 | Öffnungen mit kleinerem Durchmesser |
| 7 | künstliche Wurzeln |
| 8 | Bodenoberfläche |
| 9 | Kupplung Hohlpfahl mit Zufuhrleitung |
| 10 | Vorratsbehälter für flüssiges, härtendes Material |
| 11 | Pumpe |
| 12 | Mischbehälter |
| 13 | Kupplung Hohlpfahl mit Bauelement |
| 14 | Bauelement |
| M | Motor Rührvorrichtung |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Ankers mit künstlichen Wurzeln zur Verankerung eines Bauelements in einem Boden mithilfe mindestens eines Hohlpfahls mit einer Vielzahl von Öffnungen in der Hohlpfahlwandung als Anker-
element, wobei der Hohlpfahl ein unteres geschlossenes Ende und ein oberes offenes Ende aufweist, wobei das
Verfahren umfasst
 - a) Einbringen des Hohlpfahls in den Boden und
 - b) Einpressen eines fließfähigen, härtenden Materials in den eingebrachten Hohlpfahl durch das obere offene
Ende, so dass das fließfähige, härtende Material in den Hohlpfahl gefüllt und durch die Öffnungen der Hohl-
pfahlwandung gedrückt wird und in den Boden eindringt und dort nach Härtung des Materials die künstlichen
Wurzeln bildet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das fließfähige, härtende Material ein Mörtel, ein Beton, ein kunststoffvergüteter
Mörtel, ein kunststoffvergüteter Beton, eine Polymerdispersion, ein Harz, insbesondere ein Gießharz oder ein In-
jektionsharz, oder ein Dichtstoff auf Polymerbasis ist.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das fließfähige, härtende Material ein kunststoffver-
güteter Mörtel, ein kunststoffvergüteter Beton, ein Polyurethan-Dichtstoff oder ein Polyurethan-Harz ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das fließfähige, härtende Material Fasern zur Armie-
rung enthält, bevorzugt ausgewählt aus Aramid-Fasern, z.B. Kevlar-Fasern, Nylon-Fasern, Carbonfasern, Drahtfa-
sern, Metallfasern, insbesondere Stahlfasern, Kunststofffasern, Glasfasern oder Kombinationen davon.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das fließfähige, härtende Material nach der Härtung
unter Bildung der künstlichen Wurzeln elastisch, plastisch, oder starr ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vielzahl von Öffnungen in der Hohlpfahlwandung

aus mindestens 10, bevorzugt mindestens 25 Öffnungen, gebildet ist und/oder die Vielzahl von Öffnungen in der Hohlpfahlwandung Öffnungen mit einem unterschiedlichen Durchmesser und/oder unterschiedlichen Formen umfasst.

- 5 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest ein Teil der Öffnungen als Sprühdüsen ausgebildet sind.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hohlpfahl sich am unteren Ende verjüngt.
- 10 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Öffnungen in der Hohlpfahlwandung in einem unteren Abschnitt des Hohlpfahls angeordnet sind, wobei der Abstand des unteren Abschnitts zum oberen Ende des Hohlpfahls bevorzugt mindestens ein Fünftel, bevorzugt mindestens die Hälfte der Länge des Hohlpfahls beträgt.
- 15 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei nach Einbringen des Hohlpfahls in den Boden und vor dem Einpressen des fließfähigen, härtenden Materials Luft oder eine Flüssigkeit unter Druck durch das obere offene Ende in den Hohlpfahl eingeleitet und durch die Öffnungen in der Hohlpfahlwandung in den Boden gestrahlt wird, um den Boden zu spülen, wobei die Öffnungen bevorzugt als Sprühdüsen ausgebildet sind.
- 20 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hohlpfahl durch ein Verdrängungsverfahren oder ein Bohrverfahren in den Boden eingebracht wird, z.B. durch Rütteln, Bohren, Rammen, Pressen oder Greifen.
12. Verwendung eines Hohlpfahls als Ankerelement zur Verankerung eines Bauelements in einem Boden mithilfe künstlicher Wurzeln, wobei der Hohlpfahl ein unteres geschlossenes Ende und ein oberes offenes Ende aufweist und mit einer Vielzahl von Öffnungen in der Hohlpfahlwandung versehen ist.
- 25 13. Verwendung nach Anspruch 12, wobei das Bauelement an das Ankerelement montiert wird oder der aus dem Boden herausragende Teil des Hohlpfahls das Bauelement bildet, wobei das Bauelement bevorzugt ein Bauteil eines Bauwerks, ein Mast oder ein Pfosten ist.
- 30 14. Verwendung nach Anspruch 12 oder 13, wobei der Hohlpfahl wie in einem der Ansprüche 6 bis 9 ausgebildet ist oder in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 verwendet wird.
15. Anker mit künstlichen Wurzeln, erhältlich nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

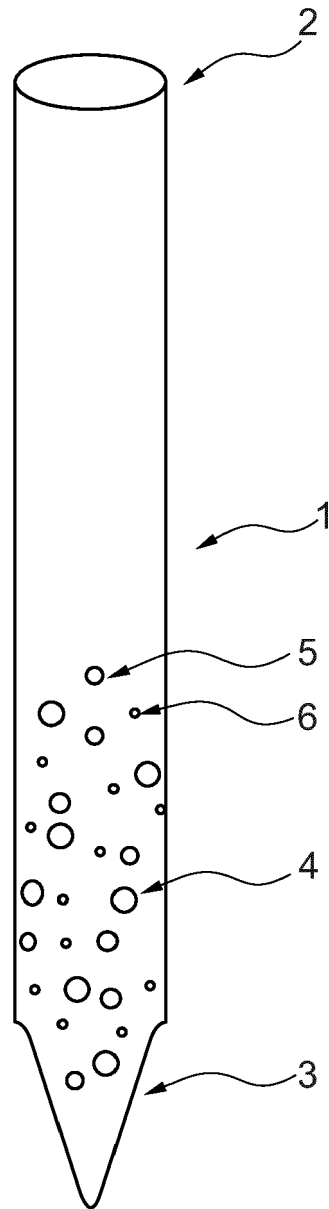


Fig. 1

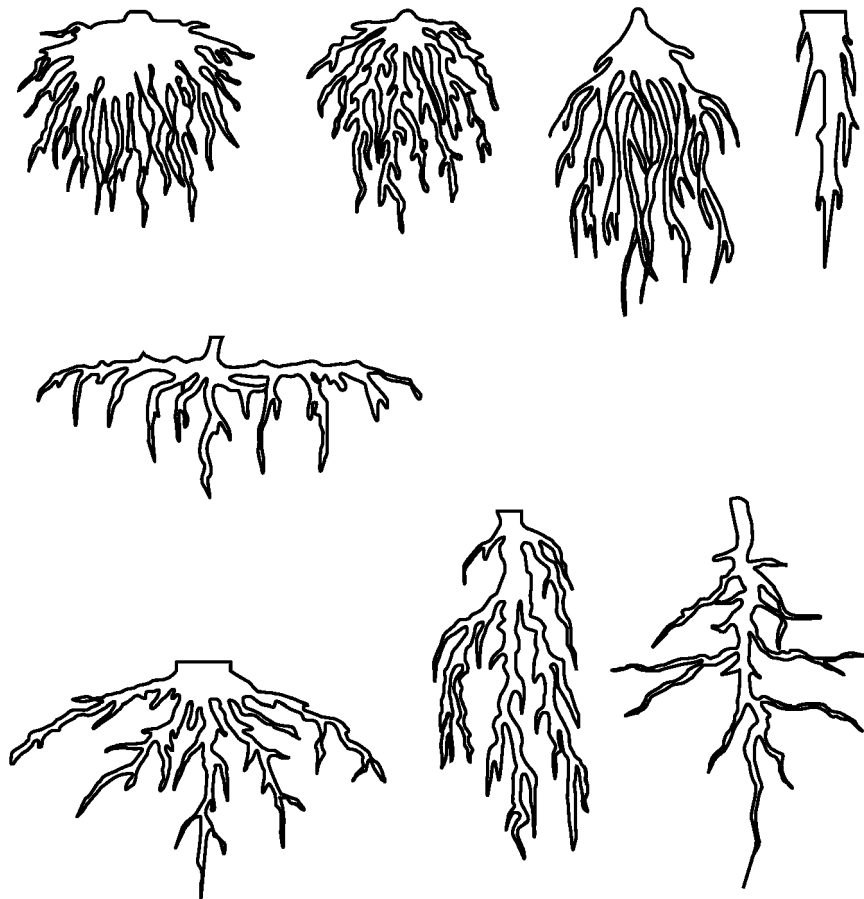


Fig. 2

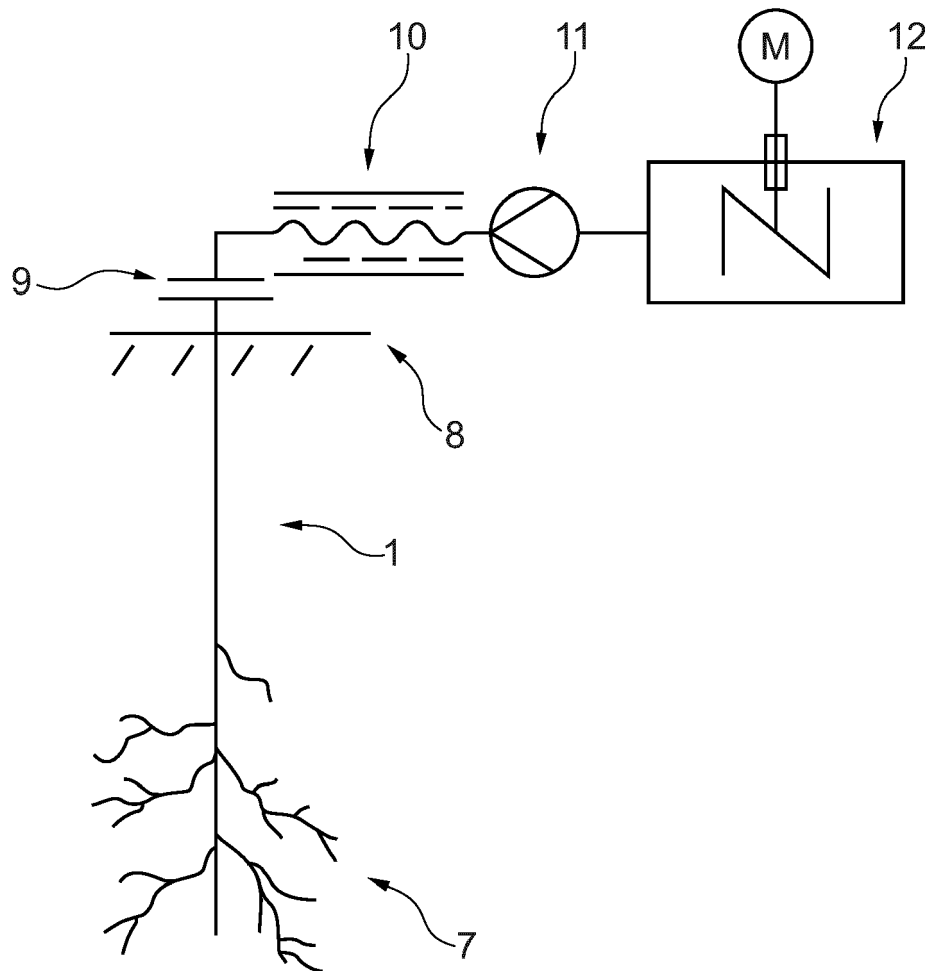


Fig. 3

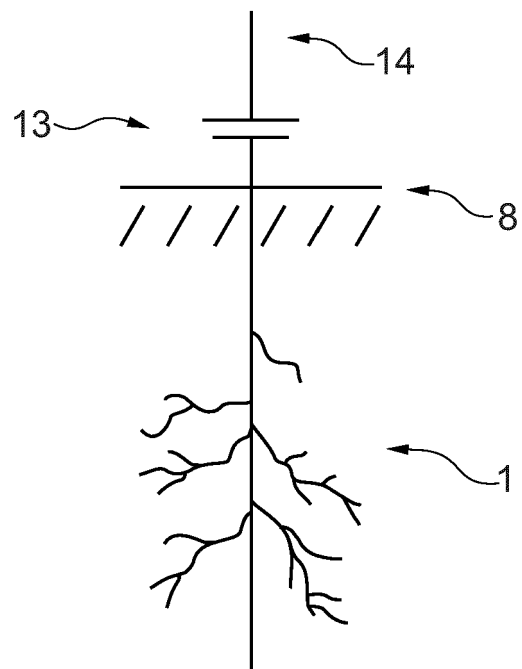
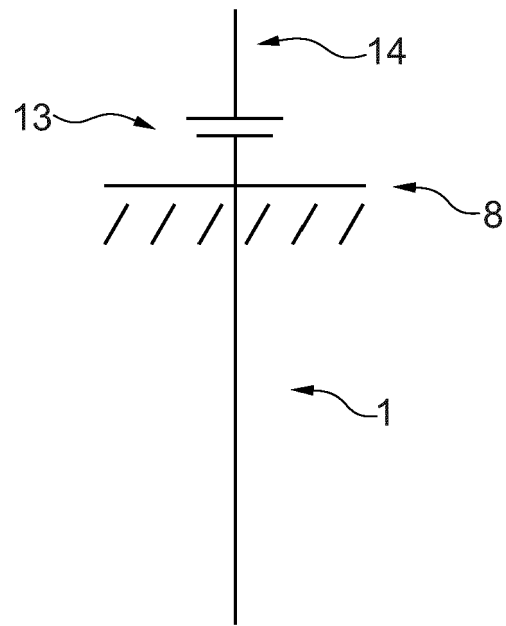


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 17 3838

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 461 600 A (NORKUS HANS [DE] ET AL) 24. Juli 1984 (1984-07-24)	1, 2, 5, 9, 11-15	INV. E02D5/28
Y	* Spalte 2, Zeile 49 - Spalte 3, Zeile 63;	3	E02D5/46
A	Abbildungen 1-3 *	4, 6-8, 10	E02D5/74 E02D5/80
X	DE 10 2005 050929 A1 (MINOVA CARBOTECH GMBH [DE]) 27. April 2006 (2006-04-27)	1, 2, 5, 8-15	E02D27/12 E02D27/26
Y	* Absatz [0041] - Absatz [0055];	3	E02D27/50
A	Abbildungen 1, 3 *	4, 6, 7	
X	DE 37 38 420 A1 (KLEMM BOHRTECH [DE]) 24. Mai 1989 (1989-05-24)	1, 2, 5, 7, 9-12, 14, 15	
A	* Spalte 4, Zeile 7 - Zeile 14; Abbildung 12 *	3, 4, 6, 8, 13	
A	DE 102 34 255 A1 (ISCHEBECK FRIEDRICH GMBH [DE]) 15. Januar 2004 (2004-01-15) * das ganze Dokument *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. Oktober 2022	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 : 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			

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

EP 22 17 3838

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

19-10-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 4461600 A	24-07-1984	JP S57205700 A	16-12-1982
			US 4461600 A	24-07-1984
			ZA 821978 B	30-11-1983
15	-----	-----	-----	-----
	DE 102005050929 A1	27-04-2006	AT 480695 T	15-09-2010
			AU 2005297473 A1	27-04-2006
			CA 2584378 A1	27-04-2006
			CN 101048574 A	03-10-2007
20			DE 102005050929 A1	27-04-2006
			EP 1805395 A1	11-07-2007
			PL 1805395 T3	31-03-2011
			RU 2376474 C2	20-12-2009
			US 2007264088 A1	15-11-2007
25			WO 2006042530 A1	27-04-2006
			ZA 200702994 B	27-08-2008
	-----	-----	-----	-----
	DE 3738420 A1	24-05-1989	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
30	DE 10234255 A1	15-01-2004	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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