



(11) **EP 3 943 665 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.01.2022 Patentblatt 2022/04

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E02D 5/80 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21020386.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E02D 5/80

(22) Anmeldetag: **26.07.2021**

(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: **Herchenbach Industrial Buildings
GmbH
53773 Hennef (DE)**

(72) Erfinder: **SCHÄFER, Martin
53773 Hennef (DE)**

(74) Vertreter: **Lüdcke, Joachim Moritz
Patentanwalt
Kamper Strasse 1
51789 Lindlar (DE)**

(30) Priorität: **24.07.2020 DE 202020003192 U
03.01.2021 DE 202021000006 U**

(54) **ERDNAGEL**

(57) Es wird ein Erdnagel (1) mit einem langgestreckten Stabelement (3) vorgeschlagen, bei dem das Stabelement (3) ein erstes distales Ende (4) und ein zweites proximales Ende (5) aufweist, wobei ferner in das proximale Ende (5) des Stabelementes (3) ein Verbunddübel aus einer Ankerstange (11, 30) und einer Einbettmasse (14) eingebracht ist, und wobei das Stabelement (3) aus einem Faserverbundwerkstoff besteht, sowie eine Eintreibkappe (2) für einen solchen Erdnagel (1).

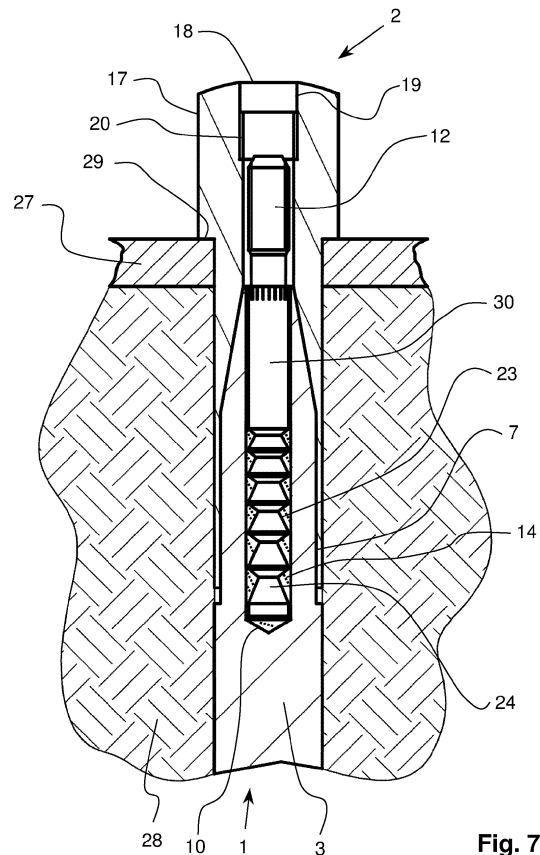


Fig. 7

EP 3 943 665 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Erdnagel, insbesondere für ein Industriezelt. Solche Industriezelte werden auch als Industriezelthalle oder als Leichtbauhalle bezeichnet. Solche Bauwerke umfassen üblicherweise ein Traggerüst aus Metallprofilen, insbesondere aus Leichtmetallprofilen, und eine weiche Dachhaut aus einem Planenmaterial. Diese Bauten lassen sich auf befestigtem Untergrund, wie z.B. Schotter- oder Pflasterflächen, mit oder ohne Fundamente errichten. Die Industriezelte sind üblicherweise für eine begrenzte zeitliche Nutzung vorgesehen. Sie können nach Ende der Nutzung abgebaut und anderen Orts wieder aufgebaut, versetzt oder erweitert werden. Das Traggerüst ist möglichst einfach gehalten und umfasst üblicherweise eine Firstpfette, je nach Baubreite eine oder mehrere Mittelpfetten, Traufpfetten sowie Dachriegel, welche die Pfetten tragen und sich auf Wandstützen abstützen. Die Stützen ruhen auf Ankerplatten, die je nach Beschaffenheit des Untergrundes mit Erdnägeln festgelegt oder mit Schwerlastankern gedübelt sind. Die gegenüberliegenden Traufen sind mit Zugverbänden verbunden und die Steifigkeit wird mittels Windverbänden hergestellt. Die Errichtung solcher Industriezelte kann in einem vereinfachten Verfahren als sogenannter "fliegender Bau" je nach Landesrecht für eine Nutzungsdauer von in der Regel höchstens 3 Monaten genehmigt werden, wenn für das Industriezelt eine Ausführungsgenehmigung besteht. Eine Ausführungsgenehmigung wird üblicherweise befristet für höchstens fünf Jahre erteilt. Solche Industriezelte sind beispielsweise in DE 20 2014 007 735 U1, DE 20 2016 004 338 U1, EP 3 269 901 A1 und EP 2 907 941 A1 beschrieben.

[0002] Erdnägeln oder auch Stabancker werden aktuell baurechtlich lediglich in DIN EN 13782:2015-06, Fliegende Bauten - Zelte - Sicherheit; Deutsche Fassung EN 13782:2015; Berlin: Beuth Verlag GmbH und gleichlautend in DIN EN 13814-1:2019-11, Sicherheit von Fahrgeschäften und Vergnügungsanlagen - Teil 1: Konstruktion, Bemessung und Herstellung; Deutsche Fassung EN 13814-1:2019, Berlin: Beuth Verlag GmbH, erwähnt. Dort wird der Begriff "Stabancker" verwendet und definiert als "mit Ösen oder gestauchtem Kopf versehene Metallstäbe". Beide Regelwerke beschäftigen sich mit dem fliegenden Bau. Als fliegende Bauten werden Strukturen definiert, die kurzzeitig (< 3 Monate) an einem Ort aufgestellt bleiben. Hierzu zählen klassischer Weise Zirkuszelte, Fahrgeschäfte von Vergnügungsanlagen sowie auch die sogenannten Bierzelte.

[0003] Soll ein Industriezelt über einen längeren Zeitraum genutzt werden, z.B., weil das Gebäude, für welches das Industriezelt als Ausweichquartier dient, noch nicht fertiggestellt ist, sind für die Nutzung üblicherweise eine Gebrauchsabnahme und gegebenenfalls wiederholte Nachabnahmen durch die zuständige Baubehörde erforderlich. Eine unbefristete Nutzung ist baurechtlich nicht vorgesehen, da nach Kenntnis der Anmelderin für Erdnägeln keine Zulassung als Bauprodukt für die dauer-

hafte Verankerung besteht.

[0004] Ein klassischer Erdnagel ist aus der DE 197 02 901 A1 bekannt, mit einem mit einer Spitze versehenen Schaft und einem gegenüber dem Schaft seitlich vorspringenden erweiterten Kopf. Derartige Erdnägeln, Erdanker oder Bodenanker sollen verwendet werden, um Masten, Gerüste, in Leichtbauweise erstellte Gebäude, Zelte, etc. am Boden zu fixieren. Die Fixierung erfolgt hierbei beispielsweise über Stahlseile, die um die Erdnägeln geschlungen werden, oder über spezielle Fußplatten bzw. Lagerplatten, die mit Hilfe der Erdnägeln am Boden fixiert werden. Die Erdnägeln werden hierbei mit Hilfe eines Hammers in den Boden eingetrieben. Zum Herausziehen der Erdnägeln aus dem Boden sind spezielle Ausziehwerkzeuge und Ausziehgeräte entwickelt worden. Mit diesen Werkzeugen bzw. Geräten wird der vorstehende Kopf des eingetriebenen Erdankers untergriffen und der Erdanker aus dem Boden gezogen. Dazu muss der Kopf des Erdnagels im eingetriebenen Zustand mit einem derartigen Werkzeug bzw. Gerät untergriffen werden können.

[0005] Um dies sicherzustellen, wird ein Erdnagel mit einem sogenannten Doppelkopf vorgeschlagen, bei dem sich der Kopf gegenüber dem Schaft zweimal seitlich erweitert. Der Kopf weist somit zwei konzentrische Ringflächen auf, von denen die untere im eingetriebenen Zustand des Erdnagels beispielsweise an der Oberseite einer Fußplatte anliegt, während die obere äußere Ringfläche freiliegt und eine Angriffsfläche für das Ausziehwerkzeug bzw. Ausziehgerät bietet.

[0006] Unter Bezug auf einen aus der US 1,940,430 bekannten Erdnagel mit einer Hülse mit Aussparungen und einem Innendorn mit angelenkten Krallen wird in der DE 20 2005 009 057 U1 ein Erdnagel zur Verankerung von Zelten vorgeschlagen, der zweigeteilt ist und aus einer Spreizhülse und einem Innendorn besteht. Die Spreizhülse umfasst einen Rohrabschnitt mit einer an einem Ende angeordneten Eintreibspitze und einem am anderen Ende angeordneten Hülsenkopf. Die Eintreibspitze und ein angrenzender Abschnitt des Rohrabschnittes sind mit einem Längsschlitz versehen und bilden Spreizabschnitte. Der Innendorn umfasst einen Schaftabschnitt, eine an einem Ende angeordnete Dornspitze und einen am anderen Ende angeordneten Dornkopf. Der Innendorn ist so in die Spreizhülse einführbar, dass die Dornspitze dübelartig die Spreizabschnitte der Spreizhülse aufweitet.

[0007] Aus der DE 34 25 941 A1 ist ein Erdanker oder Erdpfahl bekannt, der wenigstens ein von der Erdoberseite gegen ein Widerlager spannbares Ankerzugglied aus Spannstahl aufweist. Das Ankerzugglied soll durch eine Umhüllung im Boden längsbeweglich gehalten sein. An seinem dem Ankerlochgrund zugekehrten Ende ist ein Ankerkörper mit diesem Ankerzugglied verbunden. Dieser Ankerkörper soll mit einem auf Druck beanspruchten Druckglied zusammenwirken. Dieses mit dem umgebenden Verpresskörper zusammenwirkende Druckglied ist ebenfalls zum Spannen gegen das Widerlager

als Zugglied bis zur Erdoberseite verlängert. Das mit dem Verpresskörper zusammenwirkende Spannglied wird somit einerseits auf Druck und andererseits auf Zug beansprucht.

[0008] Aus der DT 23 37 432 A1 ist ein Erdanker aus einem Stahlzugglied bekannt, dessen unteres Ende mit dem oberen Ende eines Reibkörpers verbunden ist. Der Reibkörper reicht in Verlängerung des Stahlzuggliedes in das untere Ende des Bohrloches hinein und liegt damit im unteren Bereich des späteren Verpresskörpers. Der Reibkörper wird im Bohrloch durch bekannte Vorrichtungen zentriert, nämlich sogenannte Abstandhalter oder Zentrierkörbe. Der Reibkörper besteht aus einem Stahlrohr. Das Stahlrohr hat durch die Ausbildung seiner Oberfläche oder durch eine geeignete Beschichtung eine besonders hohe Haftung an dem umgebenden Verpresskörper. Dadurch soll der Reibkörper wesentlich kürzer als der Verpresskörper sein, und zwar in der Größenordnung von etwa 1:4 bis 1:6. Der Reibkörper kann vorteilhaft mit einer Beschichtung versehen werden, vorzugsweise aus Kunstharz in Verbindung mit einem verstärkenden Glasfasergewebe. Die Haftung der Beschichtung je Flächeneinheit an dem umgebenden Zementstein soll ein mehrfaches der Haftung je Flächeneinheit zwischen der Außenfläche des Verpresskörpers und dem Boden sein.

[0009] Die Verbindung zwischen dem Stahlzugglied und dem Reibkörper ist so ausgebildet, dass das Stahlzugglied zu beliebiger Zeit wieder gelöst und aus dem Erdreich entfernt werden kann. Dazu ist es erforderlich, dass das gesamte Stahlzugglied bis zum Beginn des Reibkörpers durch ein Hüllrohr umgeben ist, das mit dem Reibkörper fest und dicht verbunden ist, jedoch eine Bewegung des Stahlzuggliedes im Hüllrohr selbst noch zulässt. Diese Konstruktion erlaubt es, mit verhältnismäßig geringem Bohrdurchmesser und damit wirtschaftlich zu arbeiten. Wenn der Anker unter Belastung steht, wird der größere Teil des Verpresskörpers auf Druck beansprucht, was den Vorteil des besseren Korrosionsschutzes für das Stahlzugglied mit sich bringt. Im Bereich des auf Zug beanspruchten Verpresskörpers befindet sich der Reibkörper, der aus unempfindlichem oder rostfreiem Stahl gefertigt oder durch die haftungsvermittelnde Beschichtung selbst korrosionsfest ausgebildet sein kann. Der Reibkörper einschließlich seiner gegebenenfalls vorgesehenen Korrosionsschutzbeschichtung kann im Werk hergestellt und zur Baustelle transportiert werden, wo der Zusammenbau mit dem Stahlzugglied und dem Hüllrohr leicht vonstatten geht. Es entfällt dadurch ein Arbeitsgang auf der Baustelle, nämlich die Beschichtung des Reibkörpers, wobei erfahrungsgemäß die werksmäßige Herstellung besser kontrolliert werden kann als die Herstellung auf der Baustelle. Ferner ist es möglich, durch entsprechende Gewinde im Reibkörper verschiedene Typen von Stahlzuggliedern einzubauen, beispielsweise als einzelner Stahlstab oder als Bündel aus mehreren dünnen Stäben, die ebenfalls mit Gewinde versehen sind, so dass der Anker unterschiedlichen Be-

lastungen leicht angepasst werden kann. Der Außendurchmesser des Reibkörpers bei Verwendung der heute bekannten Stähle wird dadurch nicht geändert.

[0010] Aus der EP 0 585 537 A1 (Dyckerhoff & Widmann AG) ist ein Erdanker mit einem Kunststoffhüllrohr, z.B. aus PE, bekannt, das als ein korrosionsgeschütztes Tragelement für den Erd- oder Felsanker, einen Druckpfahl oder dergleichen einen über seine gesamte Länge gleichen Querschnitt aufweist. Dazu wird ausgeführt, dass in den Untergrund hineinreichende Bauglieder, wie im wesentlichen durch Zugkräfte beanspruchte Erd- und Felsanker, oder durch Druckkräfte beanspruchte Druckpfähle eingesetzt werden, um Lasten, z.B. aus Bauwerken, in tiefere Bodenschichten einzuleiten. Demzufolge weisen solche Bauglieder im Verlauf ihrer Länge zumindest einen Bereich auf, in dem die darin wirkenden Zug- oder Druckkräfte aus dem jeweiligen Tragglied in den Untergrund übertragen werden. Bei Zugankern ist dies in der Tiefe des Bohrloches die sogenannte Verankerungslänge L_V , an diese schließt sich zur Luftseite hin der Bereich der freien Stahllänge L_F an, in dem das Zugglied frei dehnbar ist. Bei Druckpfählen erfolgt die Übertragung der Druckkräfte praktisch entlang der gesamten Länge des Druckglieds. Zur Übertragung dieser Kräfte wird das Tragglied üblicherweise in dem betreffenden Bereich unmittelbar in Verbund mit einem das Bohrloch im übrigen ausfüllenden erhärtenden Material, z.B. Zementmörtel, gebracht, das die Verbindung zur Bohrwandung und somit zum Untergrund gewährleistet.

[0011] Bei Baugliedern dieser Art, die nicht nur temporär, wie z.B. zur vorübergehenden Sicherung einer Baugrubenumschließung, sondern auf Dauer eingesetzt werden, spielt der Korrosionsschutz eines aus Stahl bestehenden Tragglieds eine ausschlaggebende Rolle. Die Hauptursache der Korrosion von Traggliedern aus Stahl ist neben dem Zutritt von Wasser und darin gelöstem Sauerstoff an die Stahloberfläche und etwa auftretenden Streuströmen die Bildung von Makroelementen. Die wichtigste Korrosionsschutzmaßnahme besteht demzufolge in einer das Stahltragglied auf seine gesamte Länge umschließenden korrosionssicheren Umhüllung in Form einer Verrohrung aus Kunststoff, die einen großen Diffusions- und elektrischen Durchgangswiderstand aufweist. Neben dieser Verrohrung als erster Barriere, die auch die elektrische Trennung zwischen Stahltragglied und Baugrund gewährleistet und damit die Überprüfbarkeit dieser Korrosionsschutzmaßnahme mittels einer elektrischen Widerstandsmessung ermöglicht, entsteht durch die Verpressung mit Zementmörtel innerhalb und außerhalb der Verrohrung ein alkalisches Milieu als zweiter Barriere gegen Korrosion.

[0012] Bei einem vorbekannten Verpressanker für bleibende Verankerungen besteht die Verrohrung zumindest im Bereich der Verankerungslänge L_V aus einem gerippten Hüllrohr aus Kunststoff, über das zur Erhaltung der Längsbeweglichkeit des Tragglieds in dem daran anschließenden Bereich der freien Stahllänge L_F noch ein Kunststoffrohr mit glatter Oberfläche ge-

schoben sein kann (DE-PS 1 759 561). Wird die Längsbeweglichkeit des Tragglieds auf andere Weise sichergestellt, beispielsweise durch Verwendung sogenannter Fettlitzten für das Zugglied, kann das gerippte Hüllrohr am Übergang von der Verankerungslänge L_V zur freien Stahllänge L_F auch mit einem glatten Hüllrohr gestoßen sein (DE-Firmenschrift "DYWIDAG-Bericht", Nr. 11, 1982, S. 12 bis 14). In jedem Fall hat die Rippung des Hüllrohres im Bereich der Verankerungslänge L_V den Zweck, die Übertragung der Kräfte von dem Tragglied über den Verpresskörper in den Baugrund über die durch die Verrohrung gebildete Diskontinuität hinweg zu gewährleisten. Dies gilt analog auch für Druckpfähle (DE-Firmenschrift "DYWIDAG GEWI-Pfahl", DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL GmbH, D - 8000 München, 1987).

[0013] Abgesehen davon, dass ein Stoß von Hüllrohren am Übergang von der freien Stahllänge L_F zur Verankerungslänge L_V eine Schwachstelle darstellt, haben sich in der bisherigen Praxis die verfügbaren gerippten Kunststoffrohre infolge ihrer herstellungsbedingt gegenüber glattwandigen Rohren geringeren Wanddicke als anfällig auf mechanische Verletzungen erwiesen, insbesondere beim Einbringen des Ankerelements in das Bohrloch. Die Beanspruchungen durch den Druck beim Verpressen mit Verpressmaterial und die Dehnungen bzw. Verschiebungen beim Spannen von Zugankern wirken sich oft ebenfalls nachteilig auf die Dichtigkeit des Hüllrohres und seinen elektrischen Durchgangswiderstand aus.

[0014] Dem Vorschlag aus der EP 0 585 537 A1 soll die Erkenntnis zugrunde liegen, dass es möglich ist, ein glattwandiges, entsprechend dickes und deshalb wenig verletzungsgefährdetes Kunststoffrohr, wie es üblicherweise im Bereich der freien Stahllänge L_F angeordnet ist, auch im Kraftübertragungsbereich vorzusehen, wenn dort an bestimmten Stellen dem Kunststoffrohr ein von dem ursprünglichen, meist einem Kreisquerschnitt, abweichender Querschnitt mit in Abständen voneinander unterschiedlicher Querausdehnung gegeben wird. Die Abstände der verformten Stellen voneinander sowie Art und Ausmaß der Verformungen werden in Abhängigkeit von der Qualität des Bodens und der pro Längeneinheit abzugebenden Last bestimmt. Die Verformungen können auf einfache Weise nach dem Zusammenbau des Tragelements durch Anwendung von Querdruck auf das Hüllrohr erfolgen. Bei der nachträglichen Verformung bietet das innenliegende Tragglied selbst eine innere Begrenzung für das Ausmaß der Verformung.

[0015] Da Kunststoffrohre beim Aufbringen äußerer Kräfte Rückstellkräfte entwickeln, muss sichergestellt werden, dass diese Verformungen zumindest so lange bestehen bleiben, bis das erhärtende Material zur Bildung des Verpresskörpers eingebracht und erhärtet ist. Dies soll gemäß der Lehre der EP 0 585 537 A1 dadurch erreicht werden, dass zumindest an den Stellen, an denen Verformungen anzubringen sind, plastisch dauerhaft verformbare Bauteile vorgesehen sind, die zugleich mit

dem Kunststoffrohr verformt werden und kraft ihrer Materialeigenschaft nicht nur selbst die durch die Verformung erzeugte Form beibehalten, sondern auch das Kunststoffrohr davon abhalten, seine ursprüngliche Querschnittsform wieder einzunehmen.

[0016] Aus der DE 20 2008 003 381 U1 der DYWIDAG-Systems International GmbH ist ein Bodennagel oder Stabanker sowie eine Anker Mutter bekannt, die durch Untergliederung in zwei Längsabschnitte in funktionelle Teileinheiten unterteilt sein soll. Beispielhafte Einsatzbereiche seien die Sicherung von Untertagebauwerken wie zum Beispiel Tunnel, Schächte und Stollen, sowie die Sicherung von Baugrubenwänden oder die Sicherung natürlicher oder künstlicher Hänge und Böschungen. Im Zuge der Herstellung eines Ankers wird zunächst ein Ankerloch mit entsprechender Tiefe in den Untergrund gebohrt, in das dann ein mit einem Außengewinde ausgerüstetes Zugglied eingeführt und im Bohrloch tiefsten verankert wird. Das luftseitige Ende des Zugglieds ragt dabei mit einem Überstand aus dem Ankerloch heraus. Auf den Überstand kann eine Ankerplatte mit zentraler Öffnung aufgeschoben und in Anlage mit dem das Bohrloch umgebenden Untergrund gebracht werden. Anschließend wird auf den überstehenden Teil des Zugglieds eine mit einer durchgehenden Gewindebohrung versehene Anker Mutter aufgeschraubt, bis diese sich auf der Ankerplatte abstützt und diese dabei gegen den Untergrund presst. Durch entsprechendes Anziehen der Anker Mutter kann der Anker im gewünschten Maße gespannt werden. In diesem Zusammenhang kommen unterschiedliche Varianten von Anker Müttern zur Anwendung. In ihrer einfachsten Form besteht eine Anker Mutter aus einer Maschinen Mutter mit sechskantförmigem Umfang und mit einem dem Außengewinde des Zugglieds entsprechendem Innengewinde. Beim Spannen des Ankers drückt die Unterseite der Anker Mutter auf die plane Oberfläche der Ankerplatte.

[0017] Wie aus der DE 1 260 752 A bekannt ist, kann eine solche Anker Mutter über ihre Länge eine veränderliche Wanddicke aufweisen mit einer ausgeprägten Verdickung in etwa im ersten Längsdrittel. Die Mutter soll ferner geschlitzt ausgebildet sein und dadurch die Schraubverbindung beim Anziehen weniger empfindlich gegenüber in die Gewindegänge eingedrungenen Schmutz sein. Weiter sollen die Schlitze ein Verpressen des Hohlraums zwischen Spannglied und Hüllrohr erleichtern. Durch die Verdickung soll das Muttergewinde beim Einschrauben zusätzlich in das Gewinde des Zuggliedes gepresst und dadurch die Tragfähigkeit verbessert werden. Eine andere Ausführungsform einer Anker Mutter ist in der DE 897 321 B beschrieben. Die dort offenbarte Anker Mutter besitzt einen in etwa mittig umlaufenden Ringbund, dessen Unterseite als Lagerfläche zur Abstützung auf einer Ankerplatte dient. Nach dem vorbekannten Stand der Technik soll ein Zugglied auf der Luftseite einen erheblichen Überstand aufweisen zur Aufnahme einer Ankerplatte und einer Verschraubung mit typischerweise zwei Müttern. Dies führt zusam-

men mit der Bauhöhe der Ankermutter und Ankerplatte zu einem beträchtlichen Überstand gegenüber der Bauwerksoberfläche. Durch die in der DE 897 321 B beschriebene Lösung soll für eine Reihe von typischen Anwendungsfällen erreicht werden, dass ein Überstand des Zugglieds über die Ankerplatte hinaus nicht mehr notwendig ist.

[0018] Aus der DE 1 893 892 U1 ist ein Schraubanker bekannt, dessen Schaft am einen spitzen Ende wenigstens ein Schraubenblatt und am andern Ende Mittel zum Fixieren des zu verankernden Gegenstandes aufweist. Bei bekannten Vorschlägen dieser Art wird der Schaft durch einen Rundstab gebildet, an dessen vom Schraubenblatt abgekehrten Ende ein Haken oder eine Öse befestigt ist, der z.B. das Einhängen eines Spannseiles oder dergl. ermöglicht. Es sind auch Ausführungen bekannt, deren Schaftende ein Gewinde aufweist. Allen diesen bekannten Schraubenankern ist der Nachteil gemeinsam, dass sie jeweils nur zum Verankern eines ganz bestimmten Gegenstandes geeignet sind. Diesen Nachteil soll dadurch vermieden werden, dass sein Schaft ein an dem vom Schraubenblatt abgekehrten Ende offenes Rohr ist, auf welchem eine abnehmbare Deckkappe sitzt.

[0019] Aus der AT 008 142 U2 ist eine als Alpinanker bezeichnete Bodenverankerung bekannt geworden, bestehend aus einem mittigen Erdnagel, der mit einer Scheibe verbunden ist, welche ringsum am Umfang verteilt angeordnete Ausnehmungen aufweist, durch die quer in den Boden getriebene oder eingeschraubte Gewindestäbe eingeschraubt sind. Aus US 6,871,455 B1 ist ebenfalls eine Scheibe bekannt, an deren Unterseite schwenkbar eine in den Erdboden eingeschraubte Erdscheibe vorhanden ist. Die WO 2010/000403 A2 beschreibt davon ausgehend einen Bodenanker, an dem eine zusätzliche Stabilisatorscheibe angebracht ist, die form- und kraftschlüssig mit dem Bodenanker verbunden ist und bei der durch die Stabilisatorscheibe quer zueinander verlaufende und schräg in das Erdreich hineinragende Stäbe hindurchragen und mit der Stabilisatorscheibe verbunden sind.

[0020] Aus dem Stand der Technik sind eine Vielzahl von Vorschlägen zur Ausgestaltung von Erdnägeln oder Erdankern unterschiedlichster Art bekannt, die verschiedenste Probleme für Einsätze von einer einfachen Befestigung eines Blitzschutzstabes bis zur dauerhaften Verbausicherung in Tunneln lösen sollen. Keine der vorgeschlagenen Lösungen eignet sich jedoch für eine wirtschaftlich sinnvolle Erweiterung des Einsatzbereiches der eingangs erwähnten Industriezelte.

[0021] Dieses Problem wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Erdnagel mit einem langgestreckten Stabelement, wobei das Stabelement ein erstes distales Ende und ein zweites proximales Ende aufweist, wobei ferner in das proximale Ende des Stabelementes ein Verbunddübel aus einer Ankerstange und einer Einbettmasse eingebracht ist, und wobei das Stabelement aus einem Faserverbundwerkstoff besteht.

[0022] Die Anmelderin hat überraschend herausge-

funden, dass sich mit der erfindungsgemäßen Ausbildung eine dauergebrauchsfähige Lösung für die Verankerung eines Industriezeltes ergibt. Nach den Erkenntnissen der Anmelderin ist bei herkömmlichen Erdnägeln aus Stahl neben dem Verlust der Bauteilstabilität durch Korrosion ein über die Jahre verminderter Auszugswiderstand aus dem Boden und somit ein Verlust der Haltekraft das Hindernis für eine Dauergebrauchsfähigkeit eines solchen Erdnagels. Als mögliche Ursachen hat die Anmelderin eine verminderte Festigkeit innerhalb einer sich ausbildenden Eisenoxidschicht und eine Wasseraufnahme innerhalb der porösen Korrosionsschicht identifiziert. Mit einem erfindungsgemäßen Erdnagel treten solche Probleme nicht auf, erste Versuchsergebnisse und Berechnungen mit anerkannten Rechenmodellen bestätigen die Vorzüge eines erfindungsgemäßen Erdnagels und dessen Tauglichkeit für den Dauergebrauch. Ein Verfahren zur Zulassung eines erfindungsgemäßen Erdnagels als Bauprodukt für die dauerhafte Verankerung von Industriezelten wurde in die Wege geleitet. Sobald eine solche Zulassung vorliegt, eröffnet die Erfindung die Möglichkeit einer erheblichen Ausweitung der wirtschaftlichen Verwertbarkeit von Industriezelten, nämlich eine Baugenehmigung für die Nutzung an einem Standort über viele Jahre hinweg.

[0023] Besonders bevorzugt umfasst der Faserverbundwerkstoff Glasfasern.

[0024] Die Verwendung von glasfaserverstärktem Kunststoff an sich ist im Bauwesen anerkannt und bewährt. Aus dem DDR-Wirtschaftspatent 41 358 ist bereits seit den 1960er Jahren bekannt, ein Spannelement aus glasfaserverstärktem Kunststoff insbesondere für die Bewehrung von Spannbeton zu verwenden, um das Problem der Korrosion von Spannelementen aus Stahl im Beton zu umgehen. Der Spannstab soll einerseits voll oder als Hohlrohr kontinuierlich herstellbar sein, eine geringe Haftfestigkeit des Kunststoffes im Beton soll andererseits dadurch kompensiert werden, dass auf den Stab außenseitig ein oder mehrere Haftkörper, vorzugsweise ebenfalls aus glasfaserverstärktem Kunststoff, aufgeklebt sein soll.

[0025] Aus EP 1 045 081 A1 und DE 000019917126 A1 ist ein Bewehrungsstab bekannt, der insbesondere zur wärmegeprägten Kraftübertragung zwischen zwei aus Beton hergestellten Bauteilen dienen soll, wobei der Bewehrungsstab aus faserverstärktem Kunststoff besteht. Bewehrungsstäbe werden beispielsweise zusammen mit einem von den Bewehrungsstäben durchquerenden Isolierkörper in Bauteilfugen eingesetzt, um neben einer Kraftübertragung auch eine ausreichende Wärmedämmung zu erzielen. Bezüglich derartiger Kunststoffbewehrungsstäbe wurden in der Vergangenheit verstärkt Untersuchungen angestellt, um für bestimmte Anwendungsfälle eine Alternative neben den herkömmlichen aus Betonstahl oder Edelstahl bestehenden Metallstäben zu schaffen. Ein wesentlicher Anreiz für Versuche mit Kunststoffbewehrungsstäben liegt in der geringeren Wärmeleitfähigkeit bestimmter Kunststoffe (etwa Poly-

ester, Vinylester etc.); auch lassen sich durch verschiedene Fasertypen wie etwa Glas-, Aramid- und andere Fasern die Zugfestigkeit und somit die Stabilität des Bewehrungsstabs sehr genau dem jeweiligen Anwendungsfall anpassen. Ein wesentliches Problem der bekannten Kunststoffstäbe soll jedoch darin liegen, dass diese zwar im Fugenbereich zwischen zwei Betonbauteilen entsprechend den üblicherweise dort eingebauten Edelstahlstäben korrosionsbeständig sind, allerdings werden die verwendeten Fasern in den vom Beton beaufschlagten Bereichen durch das dort vorherrschende alkalische Milieu angegriffen, so dass sie hierdurch ihre kraftübertragende Funktion nicht mehr vollständig ausführen können. Dies soll dadurch verursacht werden, dass die als Hartmatrix der Zugstäbe verwendeten Kunststoffe in der Regel ein gewisses Potential an Mikrorissen aufweisen, die sich bei zusätzlicher Zugbeanspruchung zu Makrorissen entwickeln. Durch diese Makrorisse verliert die Hartmatrix gegenüber den Verstärkungsfasern ihre Schutzfunktion, so dass beispielsweise im Beton vorhandene alkalische Wasser Zugang zur Faseroberfläche haben und dort zerstörend bzw. korrodierend wirken können.

[0026] Ein Bewehrungsstab aus einem Kunststoffprofil aus faserverstärktem Kunststoff und ein Verfahren zu dessen Herstellung ist aus EP 1 347 114 A2 und DE 102 13 153 A1 bekannt. Das Kunststoffprofil wird durch Pultrusion hergestellt unter Verwendung einer aus Kunststoff bestehenden formgebenden verlorenen Schalung.

[0027] Aus der DE 103 10 896 A1 ist ein Bewehrungselement für den Betonbau in Form eines Kopfbolzens bekannt, der aus einem stabförmigen Abschnitt mit einer endständigen Querschnittserweiterung besteht. Wesentlich soll dabei sein, dass zumindest diese Querschnittserweiterung aus glasfaserverstärktem Kunststoff besteht und in ihrem Zentrum eine axiale Bohrung aufweist und dass diese Bohrung und der von ihr umschlossene Bereich des stabförmigen Abschnittes formschlüssig ineinandergreifen. Derartige Kopfbolzen werden vorwiegend zur Übertragung von Druck- und Querkräften eingesetzt, können aber auch Zugkräfte übertragen. Hauptsächlich werden sie als Schubbewehrung oder Durchstanzbewehrung bei Betonbauteilen eingesetzt, außerdem als Druck- oder Querkraftstab in Isolierkörpern, die zwischen einer Gebäudedecke und einer vorragenden Balkonplatte eingebaut werden. Zuvor bestanden diese Kopfbolzen aus Baustahl oder bei korrosiven Einflüssen aus Edelstahl, was jedoch die Herstellkosten erheblich verteuert. Es sei weiter bekannt, Bewehrungsstäbe, insbesondere dann, wenn es um Korrosionsbeständigkeit oder geringe Wärmeleitung geht, auch aus glasfaserverstärktem Kunststoff herzustellen. Es handle sich dabei um Duroplast, der zur Erzielung der gewünschten Festigkeit einen Glasfaseranteil von etwa 50% bis 80% aufweist. Da Duroplast nachträglich nicht verformbar ist, sollen zuvor Bewehrungselemente aus glasfaserverstärktem Kunststoff nur in Form von Stäben mit konstantem Querschnitt bekannt geworden sein.

[0028] Aus der DE 101 21 021 A1 und DE 201 22 826 U1 ist ein Bewehrungsstab aus faserverstärktem Kunststoff bekannt, der mit einer Rippung versehen ist. Der Bewehrungsstab weist Rippenflanken mit einer Steigung gegenüber der Stabachse von mehr als 45° auf. Außerdem ist die axiale Breite der Rippen größer als der axiale Abstand zweier benachbarter Rippen. Zuvor bekannte gerippte Kunststoffbewehrungsstäbe sollen in der Praxis keine ausreichenden Verbundeigenschaften aufweisen haben. Auf der anderen Seite besteht bei hinreichend flachen Rippen, welche nicht abscheren, die Gefahr, dass sie ein sogenanntes Spaltzugversagen des mit ihnen bewehrten Betonbauteils verursachen, indem sie ähnlich einem Keil den formschlüssig den gerippten Bewehrungsstab umgebenden Beton bei Zugbelastungen einem immer größer werdenden Stabumfang aussetzen und ihn schließlich - sofern es nicht zuvor zu einem Abscheren der Kunststoffrippen kommt - aufsprengen. Davon ausgehend wird vorgeschlagen, dass die den Übergangsbereich zwischen radial innenliegendem Rippengrund mit Durchmesser d und radial außenliegendem Rippenscheitelbereich mit Durchmesser D bildenden seitlichen Rippenflanken zumindest in Teilbereichen eine Steigung von mehr als 45° gegenüber der Stabachse aufweisen, und dass die axiale Breite der Rippenbereiche mit zumindest halber Rippenhöhe größer ist als der axiale Abstand zwischen den zumindest die halbe Rippenhöhe aufweisenden Rippenbereichen zweier benachbarter Rippen.

[0029] Aus DE 10 2007 027 015 A1 ist ein Bewehrungsstab aus faserverstärktem Kunststoff bekannt, der an seiner Umfangsfläche mit sich zumindest über einen Teil des Umfangs erstreckenden Rippen versehen ist. Die Rippen sollen unterschiedliche geometrische und/oder Materialeigenschaften aufweisen.

[0030] Trotz der jahrzehntelangen Beschäftigung der Fachwelt mit der Verwendung von glasfaserverstärktem Kunststoff für tragende Elemente im Bauwesen gibt es im Stand der Technik keine Hinweise auf die Verwendung bei Erdnägeln.

[0031] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst der Faserverbundwerkstoff eine Matrix aus einem Reaktionsharz, insbesondere einem Phenacrylarharz. Gegenüber den allgemein für die Herstellung glasfaserverstärkter Kunststoffe verwendeten Epoxidharzen und ungesättigten Polyesterharzen (UP-Harzen) ergibt die erfindungsgemäße Ausgestaltung aufgrund der weniger engmaschigen Vernetzung ein schlagzäheres und flexibleres Material und ist daher insbesondere beim Eintreiben in den Erdboden weniger empfindlich.

[0032] Vorzugsweise umfasst die Ankerstange einen Gewindestangenabschnitt aus einem Metall. Dies bietet eine Reihe von Vorteilen. Solche Ankerstangen sind in geprüfter Qualität mit baurechtlicher Zulassung kostengünstig verfügbar und können einfach mit entsprechenden anderen Normteilen oder sonst serienmäßig hergestellten Teilen für die Befestigung von Ankerplatten von Industriezelten kombiniert werden, z.B. Muttern, Schei-

ben, Adaptern.

[0033] Für eine zuverlässige mechanische Verbindung von Ankerstange und Stabelement hat es sich als zweckmäßig erwiesen, wenn die Tiefe der Einbettung das 5-fache bis 10-fache, vorzugsweise das 6-fache bis 8-fache des Nenndurchmessers der Ankerstange beträgt, insbesondere, wenn die Ankerstange mittels eines Vinylesterharzes als Einbettmasse in dem proximalen Ende des Stabelementes eingebettet ist. Eine solche Kombination ist bereits bewährt und für das Einbetten in Beton bauaufsichtlich zugelassen. Ein Vinylesterharz weist dabei eine hohe Übereinstimmung mit der Harzmatrix des Stabelements hinsichtlich chemischer und physikalischer Eigenschaften auf, so dass eine stabile und dauerhafte Verbindung mit dem Stabelement gewährleistet ist.

[0034] Das Eintreiben eines erfindungsgemäßen Erdnagels wird erleichtert, wenn sich das Stabelement zu seinem distalen Ende hin annähernd kegelförmig oder meißelförmig verjüngt und/oder das Stabelement an seinem distalen Ende eine Schutzkappe aus einem Material trägt, das sich von dem Faserverbundwerkstoff des Stabelements unterscheidet. Durch letztere Maßnahme lässt sich insbesondere das Risiko vermindern, dass bei Auftreffen auf einen harten Gegenstand, wie einem Felsstück, einem Betonbrocken oder einem Metallteil im Boden, infolge der gegenüber einem Stahlerdnagel höheren Sprödigkeit Haarrisse in dem Stabelement auftreten.

[0035] Weiter hat es sich als praktisch erwiesen, wenn das Stabelement eines erfindungsgemäßen Erdankers von seinem proximalen Ende aus einen Endabschnitt aufweist, wobei der Endabschnitt einen gegenüber einem mittleren Abschnitt des Stabelements verringerten Querschnitt aufweist. Dadurch ist zum Eintreiben eines erfindungsgemäßen Erdnagels der Einsatz einer über das proximale Ende des Stabelements gestülpten Eintreibkappe möglich, ohne das Eintreibloch für den Erdnagel zu erweitern.

[0036] In einer gegenüber Schubkräften quer zur Längsachse des Erdankers besonders unempfindlichen Ausführungsform der Erfindung umfasst der Erdnagel ein Hüllrohr, das das Stabelement im Bereich des Endabschnitts umgibt, wobei das Hüllrohr vorzugsweise axial über das proximale Ende des Stabelements hinausragt. Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn ein zwischen Hüllrohr und Endabschnitt des Stabelements befindlicher radialer Zwischenraum mit der Einbettmasse ausgefüllt ist.

[0037] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung verjüngt sich das Stabelement zu seinem proximalen Ende hin annähernd kegelförmig. In Verbindung mit einer Eintreibkappe wird so wirksam vermieden, dass beim Eintreiben eines erfindungsgemäßen Erdankers infolge mehraxialer Spannungszustände in dem Faserverbundwerkstoff des Stabelementes Haarrisse entstehen.

[0038] Zur Verbesserung des Auszugswiderstandes eines in den Erdboden eingebrachten erfindungsgemä-

ßen Erdnagels kann dieser über die ganze oder einen Teil der Länge des Stabelementes längsprofiliert sein oder radial oder spiralförmig umlaufende Rippen aufweisen.

[0039] Die Aufgabe wird weiter erfindungsgemäß gelöst durch eine Eintreibkappe für einen erfindungsgemäßen Erdnagel, wobei die Eintreibkappe einen Verbindungsabschnitt und einen Kopfabschnitt umfasst, wobei der Verbindungsabschnitt ein Hohlprofil umfasst, das der Kontur des Endabschnittes des Stabelements angepasst ist zur Einleitung von Kräften in Längsrichtung des Stabelementes, und wobei der Kopfabschnitt stirnseitig als Schlagfläche ausgebildet ist, wobei die Eintreibkappe aus einem Werkstoff hergestellt ist, der eine höhere Schlagzähigkeit aufweist als der Faserverbundwerkstoff des Stabelements

[0040] Ein besonders wirtschaftlicher Einsatz und eine besonders hohe Dauerhaltbarkeit der Befestigung eines Industriezelttes wird erhalten mit einem Set aus einem erfindungsgemäßen Erdnagel und einer erfindungsgemäßen Eintreibkappe, wenn der Verbindungsabschnitt der Eintreibkappe und der kegelförmig verjüngte Abschnitt des Erdnagels einen Kegelformwinkel α von etwa 15° bis 45° , vorzugsweise etwa 20° bis 30° , aufweisen. Durch die Kombination von Eintreibkappe und Erdnagel wird einerseits das maschinelle Eintreiben eines erfindungsgemäßen Erdnagels vereinfacht und beschleunigt, andererseits wird vermieden, dass durch die in Längsrichtung des Erdnagels aufgebrauchten Schläge Haarrisse in Längsrichtung des Stabelementes in dem Faserverbundwerkstoff entstehen, insbesondere zwischen Verstärkungsfasern und Harzmatrix.

[0041] Die Erfindung soll im Folgenden anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Erdnagel in Seitenansicht;

Fig. 2 ein erstes distales Ende eines Stabelementes des erfindungsgemäßen Erdnagels aus Fig. 1 in vergrößerter Darstellung;

Fig. 3 ein zweites proximales Ende eines Stabelementes des erfindungsgemäßen Erdnagels aus Fig. 1 mit einer ersten Ausführungsform einer eingebetteten Ankerstange in vergrößerter Darstellung, teilweise im Schnitt;

Fig. 4 eine erfindungsgemäße Eintreibkappe für einen erfindungsgemäßen Erdanker aus Fig. 1, im Schnitt;

Fig. 5 das proximale Ende des Stabelements aus Fig. 3 mit aufgesetzter Eintreibkappe, teilweise im Schnitt;

Fig. 6 das proximale Ende des Stabelements eines

in den Boden eingebrachten erfindungsgemäßen Erdnagel mit aufgesetzter Befestigungsmutter und Scheibe zur Festlegung einer Ankerplatte eines Industriezeltes;

Fig. 7 das proximale Ende des Stabelements eines vollständig in den Boden eingebrachten erfindungsgemäßen Erdnagels mit einer weiteren Ausführungsform einer Ankerstange, mit Eintreibkappe;

Fig. 8 das proximale Ende des Stabelements eines vollständig in den Boden eingebrachten erfindungsgemäßen Erdnagels mit der Ausführungsform einer Ankerstange aus Fig. 7, in Einbausituation;

Fig. 9 das proximale Ende des Stabelements eines vollständig in den Boden eingebrachten erfindungsgemäßen Erdnagels wie in Fig. 8 mit der Ausführungsform einer Ankerstange aus Fig. 3, in Einbausituation; und

Fig. 10 das proximale Ende des Stabelements eines vollständig in den Boden eingebrachten erfindungsgemäßen Erdnagels wie in den Figuren 8 und 9 in einer weiteren Ausführungsform, in Einbausituation.

[0042] In den Figuren ist ein erfindungsgemäßer Erdnagel, insgesamt mit 1 bezeichnet, und eine erfindungsgemäße Eintreibkappe, insgesamt mit 2 bezeichnet. In Figur 1 ist der erfindungsgemäße Erdnagel 1 in ganzer Länge gezeigt, während in den Figuren 2, 3, 5 und 6 zur besseren Darstellung jeweils nur Teile eines erfindungsgemäßen Erdnagels gezeigt sind.

[0043] Ein erfindungsgemäßer Erdnagel 1 umfasst ein langgestrecktes Stabelement 3 mit einem ersten distalen Ende 4 und einem zweiten proximalen Ende 5. Wenn eine erfindungsgemäße Erdnagel 1 bestimmungsgemäß für die Befestigung eines Industriezeltes in den Boden eingebracht ist, bildet das erste distale Ende 4 die Spitze des Erdnagels 1, während das zweite proximale Ende 5 den "Kopf" des Erdnagels 1 bildet und zur Verbindung mit einer Ankerplatte eines Industriezeltes aus dem Boden herausragt.

[0044] Das distale Ende 4 ist in Figur 2 näher gezeigt, das proximale Ende 5 wird nachfolgend näher in Verbindung mit den Figuren 3, 5, 6, 7, 8 und 9 beschrieben. Das Stabelement 3 eines erfindungsgemäßen Erdnagels 1 besteht aus einem Faserverbundwerkstoff. Die Anmelderin hat überraschend herausgefunden, dass sich mit der erfindungsgemäßen Ausbildung eine dauergebrauchsfähige Lösung für die Verankerung eines Industriezeltes ergibt. Nach den Erkenntnissen der Anmelderin ist bei herkömmlichen Erdnägeln aus Stahl neben dem Verlust der Bauteilstabilität durch Korrosion ein über die Jahre verminderter Auszugswiderstand aus dem Boden und somit ein Verlust der Haltekraft das Hindernis für eine Dauergebrauchsfähigkeit eines solchen Erdnagels. Als mögliche Ursachen hat die Anmelderin eine ver-

minderte Festigkeit innerhalb einer sich ausbildenden Eisenoxidschicht und eine Wasseraufnahme innerhalb der porösen Korrosionsschicht identifiziert. Mit einem erfindungsgemäßen Erdnagel 1 treten solche Probleme nicht auf, erste Versuchsergebnisse und Berechnungen mit anerkannten Rechenmodellen bestätigen die Vorzüge eines erfindungsgemäßen Erdnagels und dessen Tauglichkeit für den Dauergebrauch. Ein Verfahren zur Zulassung eines erfindungsgemäßen Erdnagels als Bauprodukt für die dauerhafte Verankerung von Industriezelten wurde in die Wege geleitet. Sobald eine solche Zulassung vorliegt, eröffnet die Erfindung die Möglichkeit einer erheblichen Ausweitung der wirtschaftlichen Verwertbarkeit von Industriezelten, nämlich eine Baugenehmigung für die Nutzung an einem Standort über viele Jahre hinweg.

[0045] Im Hinblick auf eine wirtschaftliche Fertigung werden Glasfasern für den Faseranteil im Faserverbundwerkstoff bevorzugt. Glasfasern als Verstärkungsfaser sind industriell gut erhältlich und im Vergleich zu anderen geeigneten Verstärkungsfasern, wie Aramidfasern oder Kohlenstofffasern, kostengünstiger. Weiter stehen sichere Prozesse für die industrielle Herstellung eines Stabelementes 3 mit Glasfasern als Verstärkungsfasern zur Verfügung, um eine gleichbleibende und zuverlässige Qualität bei erfindungsgemäßen Erdnägeln 1 sicherzustellen. Beispielsweise kann das Stabelement 3 in einem geschlossenen Pultrusionsverfahren (Strangzieh-Verfahren) hergestellt werden. Dieses Verfahren sichert die lineare Ausrichtung der Fasern entlang der Längserstreckung des Stabelements, eine die vollständige Tränkung der Glasfasern mit dem Harz und einen extrem hohen Aushärtungsgrad des Harzes. Die Fasern geben dem Material seine Festigkeit und Steifigkeit in Längsrichtung. Die Harzmatrix hat die Aufgabe die Fasern in Ihrer Lage zu fixieren, die Last zu übertragen und die Fasern vor schädlichen Einflüssen zu schützen.

[0046] Der Faserverbundwerkstoff für das Stabelement 3 umfasst bevorzugt eine Matrix aus einem Reaktionsharz, insbesondere einem Phenacrylatharz. Gegenüber den allgemein für die Herstellung glasfaserverstärkter Kunststoffe verwendeten Epoxidharzen und ungesättigten Polyesterharzen (UP-Harzen) ergibt die erfindungsgemäße Ausgestaltung aufgrund der weniger engmaschigen Vernetzung ein schlagzäheres und flexibleres Material und ist daher insbesondere beim Eintreiben in den Erdboden weniger empfindlich für Haarrissbildung.

[0047] Die eingangs erwähnten Industriezelte werden, insbesondere für eine beabsichtigte längere Nutzung, üblicherweise auf einem künstlich hergestellten nichtbindigem lagenweise verdichtetem Untergrund errichtet. Zum Einbringen eines erfindungsgemäßen Erdnagels 1 hat es sich dabei gezeigt, dass ein Vorbohren des Lochs für den Erdnagel 1 mit etwa dem halben bis zwei Dritteln des Durchmessers des Erdnagels 1 und anschließendes Eintreiben des Erdnagels 1 mit einem elektrisch, pneumatisch oder mit Verbrennungsmotor angetriebenen

Hammer, wie er im Tief- und Straßenbau zur Standardausrüstung von Bauunternehmen gehört, eingetrieben wird. Durch diese Vorgehensweise ergeben sich optimale Verhältnisse bezüglich des benötigten Arbeits- und Zeitaufwands einerseits und einer optimalen Verankerung des Erdnagels 1 im Boden andererseits.

[0048] Dafür ist es nach Auffassung der Anmelderin vorteilhaft, wenn das Stabelement 3 zu seinem distalen Ende 4 hin annähernd kegelförmig oder meißelförmig verjüngt ausgebildet ist, wie in Figur 2 gezeigt. Der verjüngte Abschnitt 6 des distalen Endes 4 des Erdnagels 1 weist einen Kegelwinkel β von etwa 20° bis 30° auf, wobei Winkel im Bereich von 15° bis 45° ebenfalls als geeignet angesehen werden. Unter "meißelförmig verjüngt" im Sinne dieser Anmeldung ist auch ein abgeflachter Kegelstumpf oder eine keilförmige Verjüngung nur in einer Ebene gemeint. Im letzteren Fall entspricht der Keilwinkel dem Kegelwinkel β .

[0049] Anstelle oder zusätzlich zu dem verjüngten Abschnitt 6 kann ein erfindungsgemäßer Erdnagel eine nicht dargestellte Schutzkappe aus einem Material, das sich von dem Faserverbundwerkstoff des Stabelements 3 unterscheidet, vorzugsweise einem Metall, tragen. Die Schutzkappe bildet eine Spitze zum erleichterten Eintreiben des Erdnagels 1 und dient gleichzeitig zum mechanischen Schutz des distalen Endes 4 des Stabelements 3, z.B. bei steinigem Untergrund.

[0050] Von dem in Figur 3 näher gezeigten proximalen Ende 5 des Stabelementes 3 aus weist das Stabelement 3 einen Endabschnitt 7 auf. Der Endabschnitt 7 weist einen gegenüber einem mittleren Abschnitt 8 des Stabelements 3 verringerten Querschnitt auf, bei dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel einen verringerten Durchmesser. Weiter verjüngt sich das Stabelement 3 zu seinem proximalen Ende 5 hin annähernd kegelförmig. Der verjüngte Abschnitt 9 des Endabschnitts 7 weist einen Kegelwinkel α von etwa 20° bis 30° auf, wobei Winkel im Bereich von 15° bis 45° ebenfalls als geeignet angesehen werden. Der Durchmesser des Stabelements 3 an seinem proximalen Ende 5 beträgt etwa noch die Hälfte des Durchmessers in dem mittleren Abschnitt 8 des Stabelements 3.

[0051] An dem proximalen Ende 5 des verjüngten Abschnitts 9 des Endabschnitts 7 weist das Stabelement 3 ein Sackloch 10 auf. In dem Sackloch 10 ist eine Ankerstange 11, 30 eingebettet. Die Ankerstange 11, 30 besteht vorzugsweise aus einem korrosionsbeständigen Stahl, z.B. aus säurebeständigem Edelstahl der Sorte A4, und umfasst einen Gewindestangenabschnitt 12. In einer praktischen Ausführungsform weist die Ankerstange 11, 30 an ihrem proximalen Ende 5 einen Vierkantkopf 13 auf, wie in den Figuren 3, 5 und 6 zu sehen ist.

[0052] Als geeignet haben sich insbesondere als Verbunddübel mit durchgehendem Gewindestangenabschnitt 12 der Ankerstange 11 der Verbunddübel zur Verankerung im Beton mit Ankerstange W-VD-A der Adolf Würth GmbH & Co. KG, Künzelsau, DE, herausgestellt, wie in der Europäischen Technischen Bewertung ETA-

06/0074 beschrieben und in den Figuren 3, 5, 9 und 10 gezeigt, sowie der kraftkontrolliert spreizende Verbunddübel mit Ankerstange VMZ-A der MKT Metall-Kunststoff-Technik GmbH & Co. KG, Weilerbach, DE, wie in der Europäischen Technischen Bewertung ETA-04/0092 beschrieben und in den Figuren 7 und 8 gezeigt.

[0053] Bei dem kraftkontrolliert spreizenden Verbunddübel erstreckt sich bei der Ankerstange 30 der Gewindeabschnitt 12 nur über einen Teil der Länge der Ankerstange 30. Der eingebettete Teil der Ankerstange 30 umfasst einen Spreizkonusabschnitt 23, in dem ein oder mehrere Spreizkone 24 ausgebildet sind. Über den oder die Spreizkone 24 des Spreizkonusabschnitts 23 wird Formschluss mit der Einbettmasse 14 erzielt.

[0054] Die Ankerstange 11, 30 ist mittels einer Einbettmasse 14 in dem Sackloch 10 eingeklebt. Die Einbettmasse 14 umfasst ein Vinylesterharz. Das Vinylesterharz 14 weist dabei eine hohe Übereinstimmung mit der Harzmatrix des Faserverbundwerkstoffs des Stabelements 3 hinsichtlich chemischer und physikalischer Eigenschaften auf, so dass bei fachgerechter Verarbeitung die Einbettmasse 14 stoffschlüssig mit der Harzmatrix des Faserverbundwerkstoffs verbunden und die Ankerstange 11, 30 dadurch in dem Sackloch 10 eingebettet ist. Die Tiefe der Einbettung beträgt zweckmäßig das 5-fache bis 10-fache, vorzugsweise das 6-fache bis 8-fache des Nenndurchmessers der Ankerstange 11, 30. Eine besonders zweckmäßige Ankerstange 11, 30 weist eine Gewindegröße M12 auf, die Tiefe der Einbettung sollte daher im Bereich von 60 mm bis 120 mm liegen.

[0055] In den Figuren nicht näher dargestellt ist, dass ein erfindungsgemäßer Erdnagel 1 zur Verbesserung des Auszugswiderstandes über die ganze oder einen Teil der Länge des Stabelementes 3 längsprofiliert ist oder radial oder spiralförmig umlaufende Rippen aufweist.

[0056] Zur Vermeidung von Beschädigungen beim Eintreiben eines erfindungsgemäßen Erdnagels 1 und zur Vereinfachung eines maschinellen Eintreibens des Erdnagels 1 hat die Anmelderin eine Eintreibkappe entwickelt, insgesamt mit 2 bezeichnet. Eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Eintreibkappe 2 ist im Schnitt in Figur 4 dargestellt. Die Eintreibkappe 2 umfasst einen Verbindungsabschnitt 16 und einen Kopfabschnitt 17, wobei der Verbindungsabschnitt 16 ein Hohlprofil 15 umfasst, das der Kontur des Endabschnitts 7 des Stabelements 3 angepasst ist zur Einleitung von Kräften in Längsrichtung des Stabelementes 3. Der Kopfabschnitt 17 ist stirnseitig als Schlagfläche 18 ausgebildet. Der Kopfabschnitt 17 der Eintreibkappe 2 steht radial gegenüber dem Verbindungsabschnitt 16 vor und bildet an seinem axial der Schlagfläche 18 gegenüberliegenden Ende einen Flansch 29 zur Begrenzung der Einschlagtiefe. In dem Kopfabschnitt 17 der Eintreibkappe 2 ist ein Durchgangsloch 19 mit einem Muttergewinde 20 zur Aufnahme einer Abdruckschraube vorgesehen, um die Eintreibkappe 2 bei Bedarf schonend von dem Erdnagel 3 abdrücken zu können. Das Muttergewinde 20 hat einen größeren Durchmesser als

der Gewindestangenabschnitt 12 der Ankerstange 11, 30. Die erfindungsgemäße Eintreibkappe 2 ist aus einem Werkstoff hergestellt, der eine höhere Schlagzähigkeit aufweist, als der Faserverbundwerkstoff des Stabelements 3, vorzugsweise aus Werkzeugstahl.

[0057] Der Verbindungsabschnitt 16 der Eintreibkappe 2 und der kegelförmig verjüngte Abschnitt 9 des Endabschnitts 7 des Stabelements 3 weisen annähernd übereinstimmende Kegelwinkel α von etwa 15° bis 45°, vorzugsweise etwa 20° bis 30°, auf. Der Außendurchmesser einer erfindungsgemäßen Eintreibkappe 2 im Bereich ihres Verbindungsabschnitts 16 sollte den Außendurchmesser des mittleren Abschnitts 8 des Stabelements 3 nicht überschreiten, um beim Eintreiben das Loch zur Aufnahme des Erdnagels 1 im Erdboden nicht unnötig zu erweitern. Die Länge des Verbindungsabschnitts 16 der Eintreibkappe 2 ist so bemessen, dass die Eintreibkappe 2 den Endabschnitt 7 des Stabelements 3 im aufgesetzten Zustand, wie er in Figuren 5 und 7 gezeigt ist, nicht vollständig überdeckt. Dadurch ist sichergestellt, dass die Kraftübertragung von Eintreibkappe 2 in das Stabelement 3 des Erdnagels 1 über den kegelförmig verjüngten Abschnitt 9 des Endabschnitts 7 des Stabelements 3 erfolgt.

[0058] In Figur 6 ist ein erfindungsgemäßer Erdnagel 1 gezeigt mit einer auf die Ankerstange 11 aufgeschraubten Befestigungsmutter 21 und einer Adapterscheibe 22 zur Übertragung der Zugkräfte von einer Ankerplatte 27 eines Industriezertes über einen in den Boden 28 eingetriebenen Erdnagel 1 in den Boden 28. Beim Anziehen der Befestigungsmutter 21 auf die gewünschte Vorspannkraft kann die Ankerstange 11 an dem Vierkantkopf 13 gegengehalten werden, um ein Aufbringen einer Torsionsbelastung in den Erdnagel 1 zu vermeiden.

[0059] Figur 7 zeigt die Situation am Ende des oben beschriebenen Eintreibvorgangs unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Eintreibkappe 2 bei vollständig in den Boden 28 eingetriebenem Erdnagel 1. Hierbei sitzt der Flansch 29 der Eintreibkappe 2 auf der Ankerplatte 27 auf. Dadurch lassen sich Eintreibkappe 2 und damit der Erdnagel 1 nicht weiter in den Boden 28 eintreiben. Durch diese Anordnung wird gewährleistet, dass einerseits eine maximale Haltekraft des Erdnagels 1 in dem Boden 28 erreicht wird und andererseits ausreichend Gewindelänge des Gewindestangenabschnitts 12 der Ankerstange 11, 30 über die Ankerplatte 27 verbleibt, um eine Befestigungsmutter 21 sicher befestigen zu können und damit eine sichere Kraftübertragung von der Ankerplatte 27 in den Erdnagel 1 zu gewährleisten.

[0060] Figuren 8 und 9 zeigen schließlich die fertige Einbausituation eines erfindungsgemäßen Erdnagels. In Figur 8 ist dabei die Situation mit einer Ankerstange 30 eines kraftkontrolliert spreizenden Verbunddübels gezeigt. Die in der Figur 9 dargestellte Einbausituation zeigt eine Ankerstange 11 mit durchgehendem Gewindestangenabschnitt 12. In beiden Figuren ist gezeigt, dass der Erdnagel 1 ein Hüllrohr 25 umfasst, das das Stabelement 3 im Bereich des Endabschnitts 7 umgibt.

[0061] In der Ausführungsform aus Figur 8 mit einem kraftkontrolliert spreizenden Verbunddübel dient das Hüllrohr 25 zur Vermeidung einer radialen Spreizung des Endabschnitts 7 des Stabelements 3 bei Aufbringen von Zugkräften auf den Verbunddübel durch radiale Kraftaufnahme.

[0062] Vorzugsweise ragt das Hüllrohr 25 axial über das proximale Ende 5 des Stabelements 3 hinaus bis in die Ankerplatte 27 und verbessert so die Übertragung von Scherkräften im Bereich der Grenzfläche zwischen Ankerplatte 27 und Boden 28, ohne das Stabelement 3 nennenswerten Scherbelastungen auszusetzen. Das Hüllrohr 25 nimmt dabei die Lage ein, die während des Eintreibens des Erdnagels 1 in den Boden 28 von dem Verbindungsabschnitt 16 der Eintreibkappe 2 eingenommen wurde.

[0063] Die kraftschlüssige Verbindung zwischen Ankerplatte 27 und Erdnagel 1 wird über eine Adapterscheibe 22 und eine auf den Gewindestangenabschnitt 12 der Ankerstange 11, 30 aufgeschraubte Befestigungsmutter 21 hergestellt. Die Adapterscheibe kann dabei konturiert ausgebildet sein, wie in Figur 6 zu sehen ist, oder flach, wie in den Figuren 8 und 9 gezeigt. Bei der in den Figuren 8 und 9 gezeigten Einbausituation wird eine Zentrierung der Ankerplatte 27 zu dem Erdnagel 1 über das Hüllrohr 25 sichergestellt. Ohne Hüllrohr 25 bietet sich die in Figur 6 gezeigte Ausführungsform der Adapterscheibe 22 mit Flansch an. Die Befestigungsmutter 21 kann je nach Ausgestaltung der Adapterscheibe 22 direkt (siehe Figur 6) oder mit einer herkömmlichen Unterlegscheibe 26 (siehe Figuren 8 und 9) aufgeschraubt werden.

[0064] Bei den Ausführungsformen der Erfindung mit dem Hüllrohr 25 hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, den radial zwischen Hüllrohr 25 und dem Endabschnitt 7 des Stabelements 3, insbesondere dem verjüngten Abschnitt 9 des Endabschnitts 7, bestehenden Zwischenraum mit Einbettmasse 14 auszufüllen. Eine solche Ausführungsform ist in Fig. 10 gezeigt. Zweckmäßig wird dazu nach dem Einsetzen des Hüllrohrs 25 der Zwischenraum etwa bis zur Höhe des proximalen Endes 5 des Stabelements 3 mit der Einbettmasse 14 gefüllt. Durch das Ausfüllen des Zwischenraums wird ein durch Fertigungstoleranzen verursachtes radiales Spiel zwischen Hüllrohr 25 und Endabschnitt 7 des Stabelements 3 beseitigt und auch das Eindringen von Wasser in den Spalt zwischen Hüllrohr 25 und Endabschnitt 7 des Stabelements 3 vermieden. Als geeignet hat sich dabei als Einbettmasse 14 insbesondere der Verbund-Injektionsmörtel VMH der MKT Metall-Kunststoff-Technik GmbH & Co. KG, Weilerbach, DE, erwiesen, wie in der Europäischen Technischen Bewertung ETA-17/0716 beschrieben.

55 Patentansprüche

1. Erdnagel (1) mit einem langgestreckten Stabelement (3), wobei das Stabelement (3) ein erstes dis-

- tales Ende (4) und ein zweites proximales Ende (5) aufweist, wobei ferner in das proximale Ende (5) des Stabelementes (3) ein Verbunddübel aus einer Ankerstange (11, 30) und einer Einbettmasse (14) eingebracht ist, und wobei das Stabelement (3) aus einem Faserverbundwerkstoff besteht.
2. Erdnagel (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faserverbundwerkstoff Glasfasern umfasst. 5
 3. Erdnagel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faserverbundwerkstoff eine Matrix aus einem Reaktionsharz umfasst, wobei vorzugsweise das Reaktionsharz ein Phenacrylatharz ist. 10
 4. Erdnagel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ankerstange (11, 30) einen Gewindestangenabschnitt (12) aus einem Metall umfasst. 15
 5. Erdnagel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ankerstange (30) ferner einen Spreizkonusabschnitt (23) umfasst. 20
 6. Erdnagel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tiefe der Einbettung das 5-fache bis 10-fache, vorzugsweise das 6-fache bis 8-fache des Nenndurchmessers der Ankerstange (11, 30) beträgt. 25
 7. Erdnagel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ankerstange (11, 30) mittels einer ein Vinylesterharz enthaltenden Einbettmasse (14) in dem proximalen Ende des Stabelementes eingebettet ist. 30
 8. Erdnagel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Stabelement (3) zu seinem distalen Ende (4) hin annähernd kegelstumpfförmig oder meißelförmig verjüngt. 35
 9. Erdnagel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stabelement (3) an seinem ersten distalen Ende (4) eine Schutzkappe trägt aus einem Material, das sich von dem Faserverbundwerkstoff des Stabelementes (3) unterscheidet. 40
 10. Erdnagel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stabelement (3) von seinem proximalen Ende (5) aus einen Endabschnitt (7) aufweist, wobei der Endabschnitt (7) einen gegenüber einem mittleren Abschnitt (8) des Stabelementes (3) verringerten Quer- 45
- schnitt aufweist.
11. Erdnagel (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erdnagel (1) ein Hüllrohr (25) umfasst, das das Stabelement (3) im Bereich des Endabschnitts (7) umgibt, wobei das Hüllrohr (25) vorzugsweise axial über das proximale Ende (5) des Stabelementes (3) hinausragt, insbesondere vorzugsweise ein zwischen Hüllrohr (25) und Endabschnitt (7) des Stabelementes (3) befindlicher radialer Zwischenraum mit der Einbettmasse (14) ausgefüllt ist. 50
 12. Erdnagel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Stabelement (3) zu seinem proximalen Ende (5) hin annähernd kegelförmig verjüngt. 55
 13. Erdnagel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erdnagel (1) über die ganze oder einen Teil der Länge des Stabelementes (3) längsprofiliert ist oder radial oder spiralförmig umlaufende Rippen aufweist.
 14. Eintreibkappe (2) für einen Erdnagel (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Eintreibkappe (2) einen Verbindungsabschnitt (16) und einen Kopfabschnitt (17) umfasst, wobei der Verbindungsabschnitt (16) ein Hohlprofil (15) umfasst, das der Kontur des Endabschnittes (7) des Stabelementes (3) angepasst ist zur Einleitung von Kräften in Längsrichtung des Stabelementes (3), und wobei der Kopfabschnitt (17) stirnseitig als Schlagfläche (18) ausgebildet ist, und wobei die Eintreibkappe (2) aus einem Werkstoff hergestellt ist, der eine höhere Schlagzähigkeit aufweist als der Faserverbundwerkstoff des Stabelementes (3).
 15. Set aus Erdnagel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 und Eintreibkappe (2) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbindungsabschnitt (16) der Eintreibkappe (2) und ein kegelförmig verjüngter Abschnitt (9) des Erdnagels (1) einen Kegelwinkel α von etwa 15° bis 45°, vorzugsweise etwa 20° bis 30°, aufweisen.

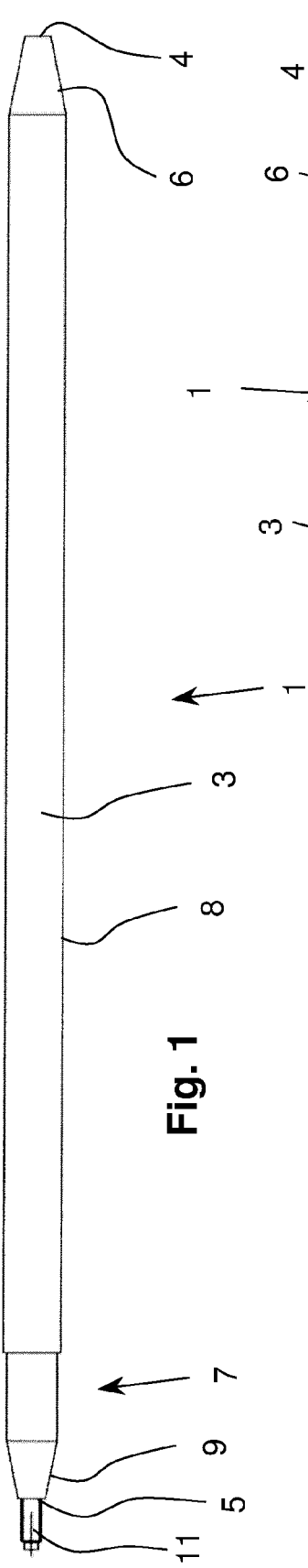


Fig. 1

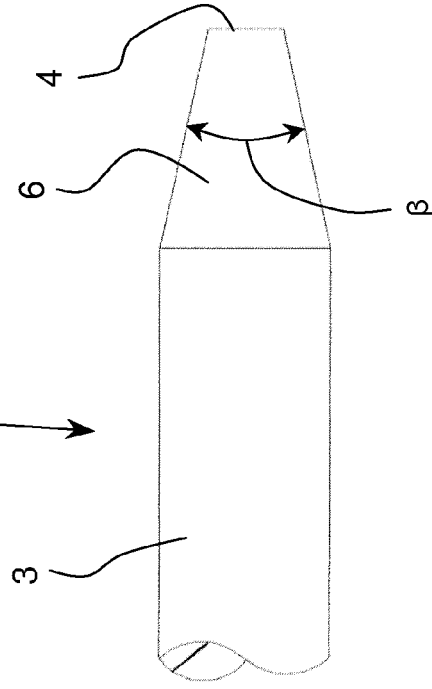


Fig. 2

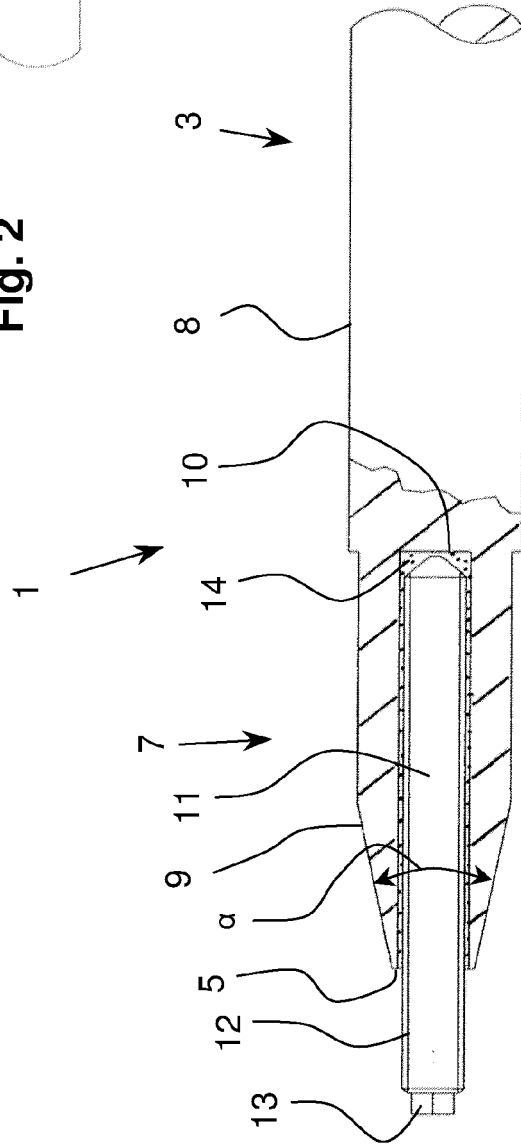


Fig. 3

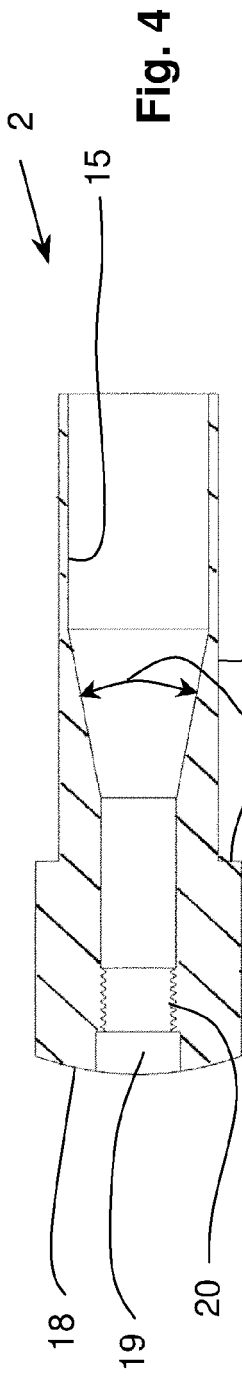


Fig. 4

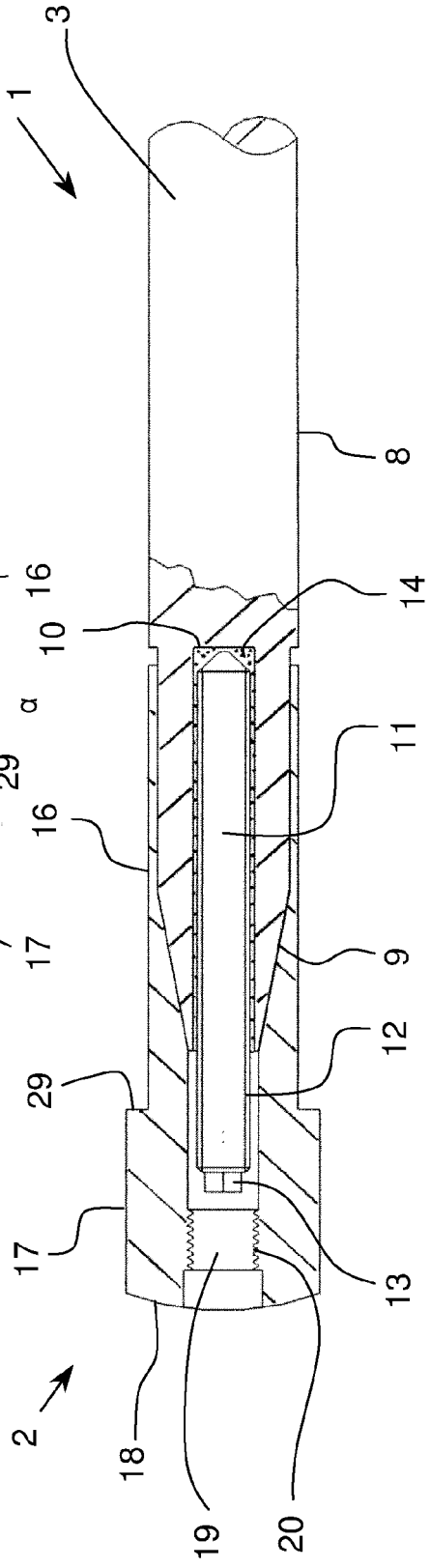


Fig. 5

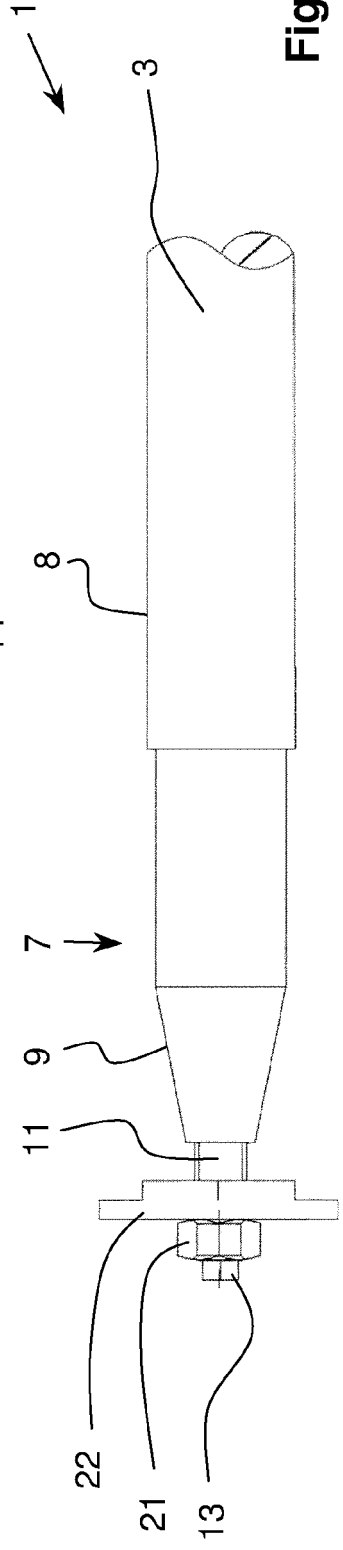
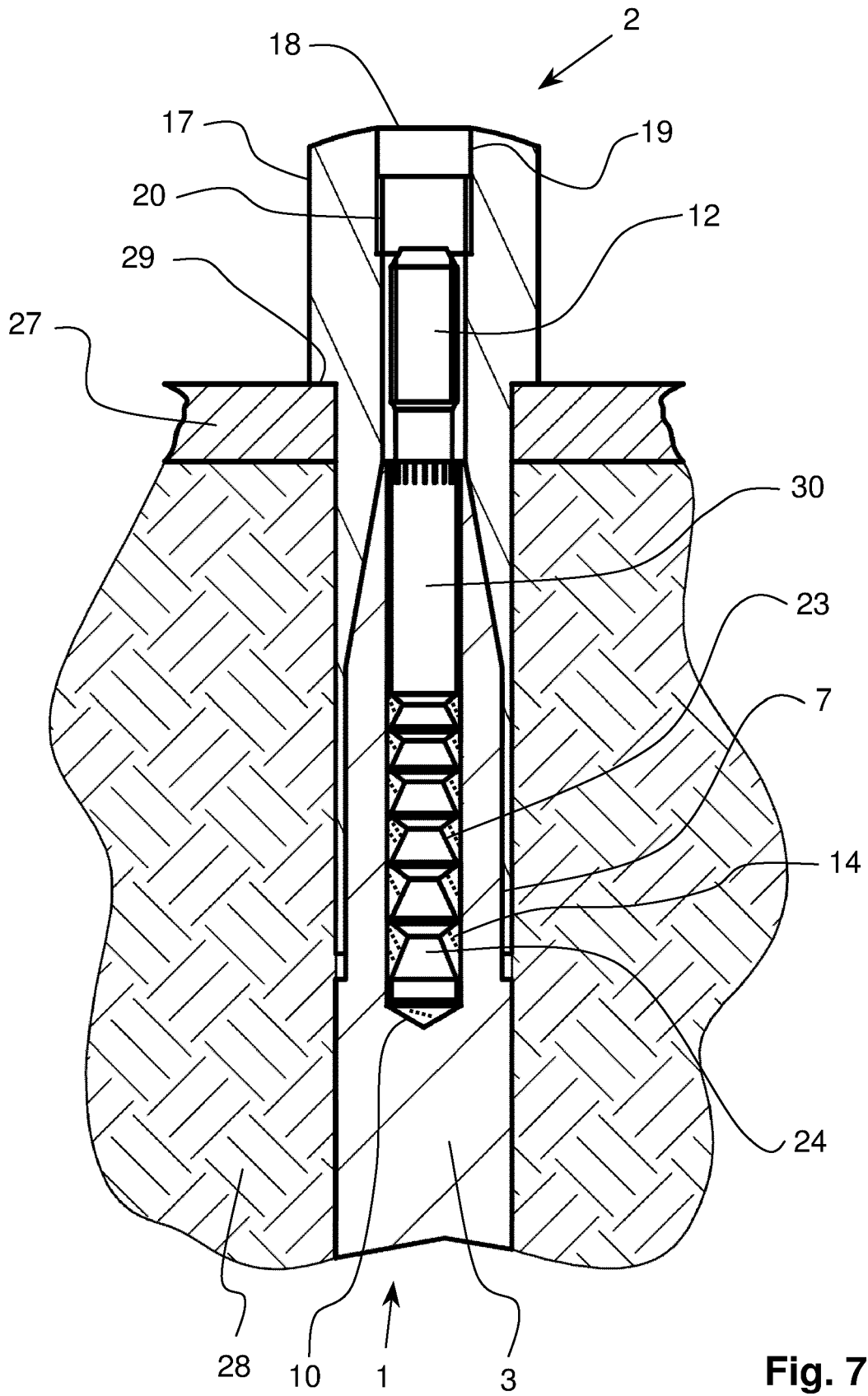


Fig. 6



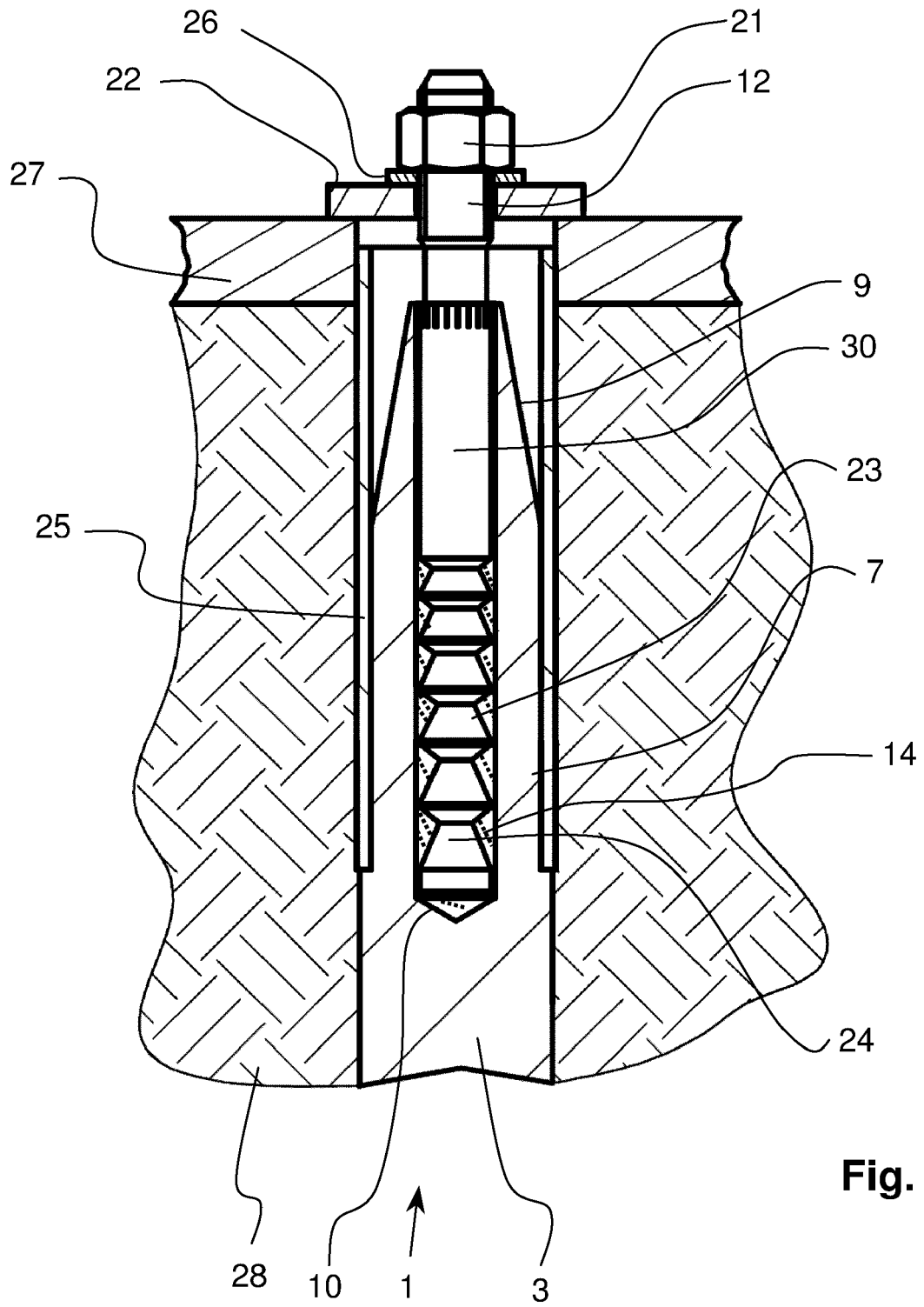
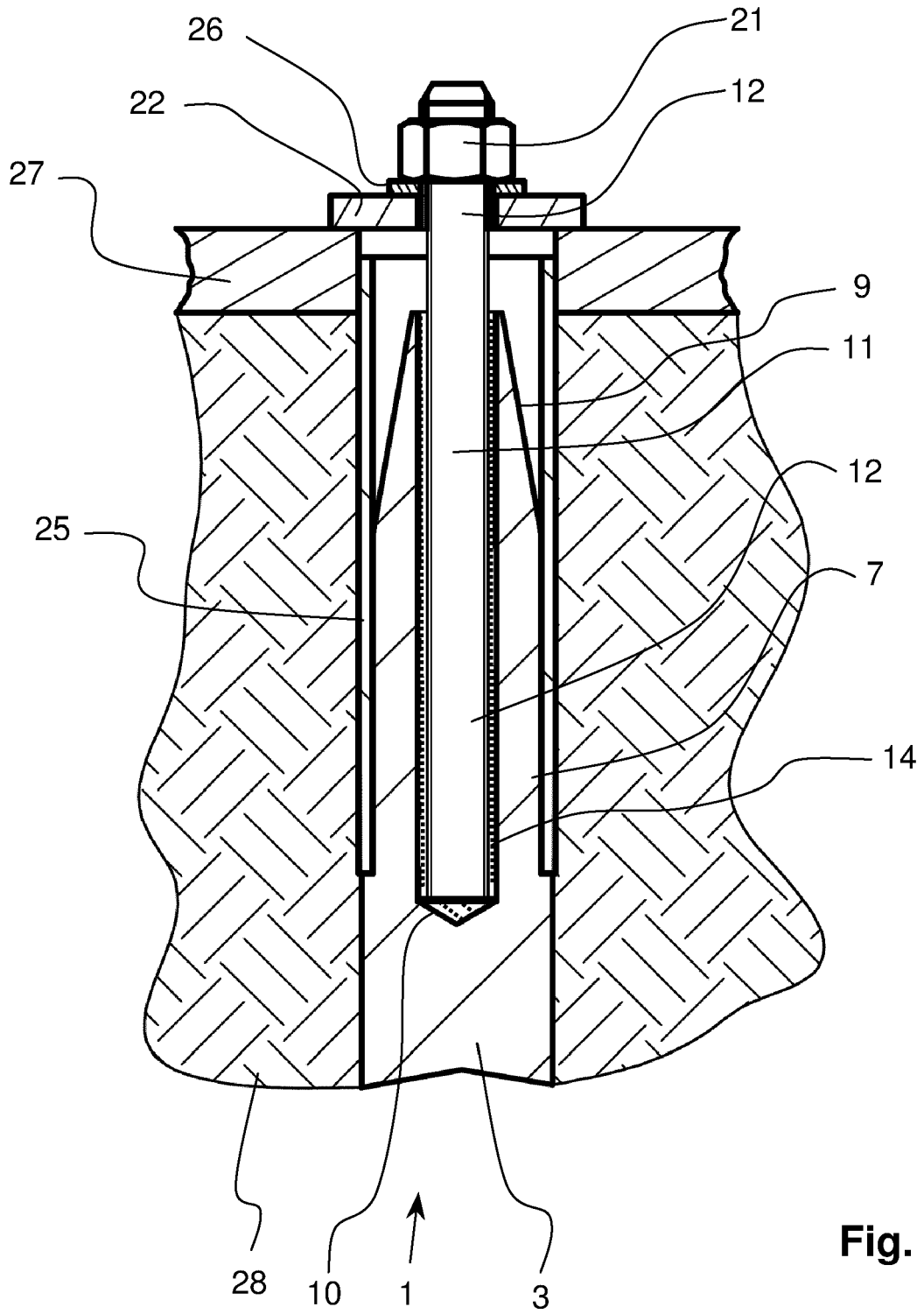
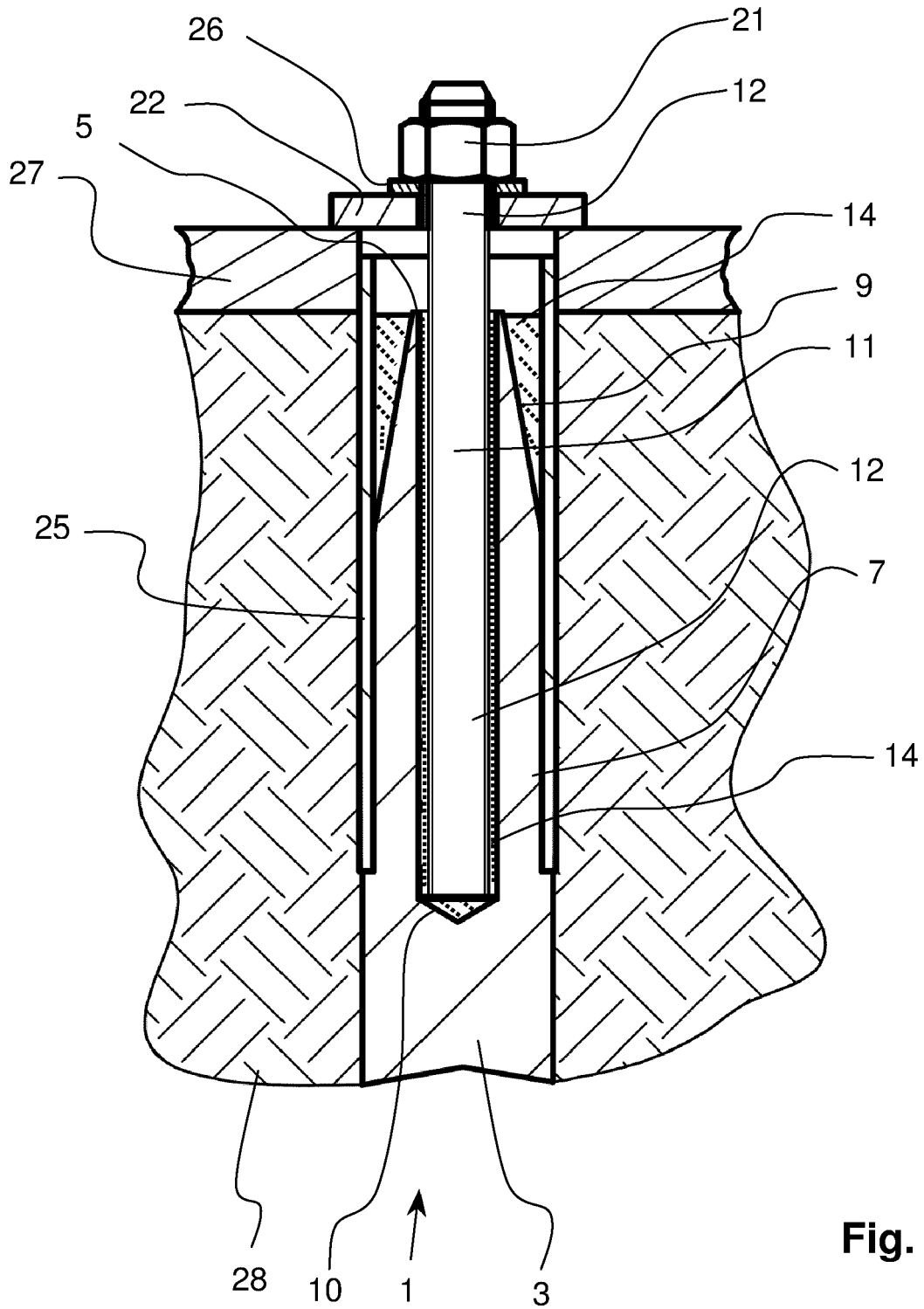


Fig. 8





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 202014007735 U1 [0001]
- DE 202016004338 U1 [0001]
- EP 3269901 A1 [0001]
- EP 2907941 A1 [0001]
- DE 19702901 A1 [0004]
- US 1940430 A [0006]
- DE 202005009057 U1 [0006]
- DE 3425941 A1 [0007]
- WO DT2337432 A1 [0008]
- EP 0585537 A1 [0010] [0014] [0015]
- DE 1759561 C [0012]
- DE 202008003381 U1 [0016]
- DE 1260752 A [0017]
- DE 897321 B [0017]
- DE 1893892 U1 [0018]
- AT 008142 U2 [0019]
- US 6871455 B1 [0019]
- WO 2010000403 A2 [0019]
- EP 1045081 A1 [0025]
- DE 000019917126 A1 [0025]
- EP 1347114 A2 [0026]
- DE 10213153 A1 [0026]
- DE 10310896 A1 [0027]
- DE 10121021 A1 [0028]
- DE 20122826 U1 [0028]
- DE 102007027015 A1 [0029]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- DYWIDAG-Bericht. *DE-Firmenschrift*, 1982, (11), 12-14 [0012]
- DYWIDAG GEWI-Pfahl. *DE-Firmenschrift*. DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL GmbH, 1987 [0012]