

(19)



(11)

EP 4 520 870 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.03.2025 Patentblatt 2025/11

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

(21) Anmeldenummer: **24182594.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E02D 5/808; E02D 5/80

(22) Anmeldetag: **17.06.2024**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Karlsruher Institut für Technologie
76131 Karlsruhe (DE)**

(72) Erfinder:
• **Mugele, Luis
74613 Öhringen (DE)**
• **Schneider, Jens Christian
76137 Karlsruhe (DE)**
• **Stutz, Prof. Dr. Hans Henning
76131 Karlsruhe (DE)**

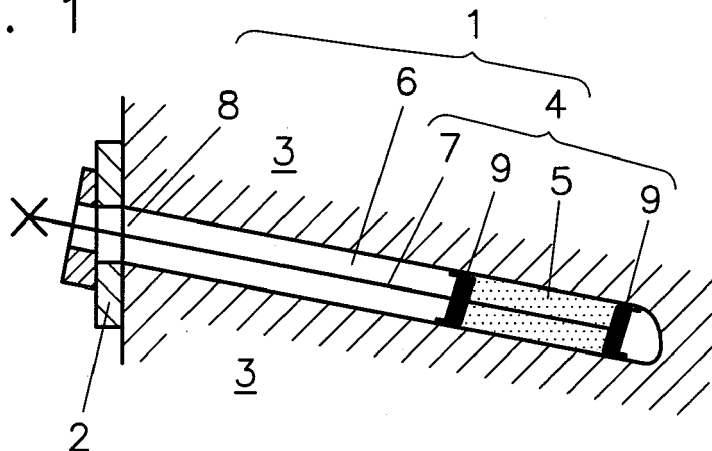
(30) Priorität: **28.06.2023 DE 102023117011**

(54) **GEOTECHNISCHER ANKER MIT QUELLKÖRPER, ANKERSYSTEM UND HERSTELLUNG DES ANKERSYSTEMS**

(57) Vorgelegt wird ein geotechnischer Anker (4) zum Verankern von Komponenten (2) im Erd- oder Felsgrund (3). Aufgabe ist es, einen geotechnischen Anker mit einer deutlich verbesserten Umweltbilanz, insbesondere hinsichtlich bezüglich einer Reduzierung der CO₂ Emission, vorzuschlagen. Die Aufgabe wird mit einem geotechnischen Anker, umfassend mindestens ein Zügelement (7) mit einer axialen Ausrichtung, mindestens zwei auf dem mindestens einen Zügelement in der axialen Ausrichtung beabstandet fixierte Plattenelemente

(9), die sich um das Zügelement herum erstrecken, sowie mindestens einen hydrophilen Quellkörper (5) zwischen den Plattenelementen gelöst, wobei der mindestens eine Quellkörper sich um das mindestens eine Zügelement erstreckt, den Zwischenraum zwischen den Plattenelementen vollständig ausfüllt und dabei einen Festkörperkontakt zu allen jeweils begrenzenden Plattenelementen aufweist sowie der mindestens eine Quellkörper, der aus mindestens einem Element aus quellfähigem Material besteht oder solche Elemente umfasst.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen geotechnischen Anker mit mindestens einem Querkörper als Krafteinleitungskörper zum Verankern von Zugkomponenten im Erd- oder Felsgrund gemäß dem ersten Patentanspruch. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Ankersystem mit dem geotechnischen Anker sowie die Herstellung dieses Ankersystems gemäß der Ansprüche 14 bzw. 15.

[0002] Geotechnische Anker und Ankersysteme der eingangs genannten Art kommen zur Rückverankerung von geotechnischen Konstruktionen oder zum Einleiten von Zugkräften in den Baugrund zum Einsatz. Sie dienen der Fixierung, Verankerung oder Sicherung von Konstruktionen oder Komponenten (z.B. Verbauwände, Baugrubensohlen oder -sicherungen, aber auch dauerhafte Bauwerke wie Ankerwände, Stützwände, Felsicherungen, Brückenlager, Hangsicherungen, Tunnelauskleidungen, Talsperren, Pfeiler, Seilbahnverankerungen, Fixierungen gegen Auftrieb und Strömungen unter Wasser etc.) an einen geologischen Untergrund wie z.B. dem genannten Erd- oder Felsgrund. Sie umfassen einerseits eine Verankerung im genannten Untergrund und andererseits ein mit der Verankerung verbundenes Zugelement aus dem Untergrund hinaus, mit dem die genannte Konstruktion oder Komponente am oder über dem Untergrund mit der Verankerung verbunden werden kann. Vorzugsweise steht das Zugelement dabei unter einer Zugspannung, die von der Verankerung in den Untergrund übertragen wird.

[0003] Diese Zugspannung wird über das Zugelement in die zu verankernde Konstruktion (oder Komponente) weitergeleitet und dient deren Anbindung und Fixierung in einer vorbestimmbaren Lage gegenüber dem Untergrund. Üblicherweise werden Zugelemente durch Stangelemente oder Seilelemente, z.B. Litzen, vorzugsweise aus Stahl gebildet.

[0004] Herkömmliche geotechnische Anker und Ankersysteme sind üblicherweise als sogenannte Verpressanker ausgestaltet, bei der die Verankerung durch einen Verpresskörper sichergestellt ist.

[0005] Die drei Hauptbestandteile eines Verpressankers sind das vorgenannte Zugelement, der Ankerkopf und der zementbasierte Verpresskörper als Verankerung und Krafteinleitungskörper, wobei das Zugelement den Verpresskörper mit dem Ankerkopf verbindet. Nach dem Erhärten des zementgebundenen Verpresskörpers können Zugkräfte in den Baugrund eingeleitet werden. Über die freie Ankerlänge des Zugelements wird die Länge des Verpressankers und damit Bereich und Tiefe der Krafteinleitung im Boden vorgegeben. Die Zugkräfte werden im Bereich des Verpresskörpers (Verankerung) über Schubspannungen in den Baugrund eingeleitet. Je nach Ankersystem (z.B. Verbundanker, Druckrohranker, Kurzzeit- oder Daueranker) unterscheidet sich der axiale Verlauf der Schubspannungsübertragung über den Verpresskörper. Weiterhin sind Verpressanker so auszugestalten, dass eine Verankerung im Untergrund über die

gesamte Nutzungszeit und mit ausreichender Sicherheit gewährleistet ist. Das Tragverhalten der Anker ist mit Zugversuche prüfbar.

[0006] Nach der Herstellung des Bohrloches (mit oder ohne Stützung) wird das Zugelement, welches meist aus Stahl oder GFK besteht, eingebracht. Anschließend wird der Verpresskörper hergestellt. Dabei wird das Bohrloch mit Zementleim (zementhaltiger Werkstoff, Zement oder Beton) verpresst und die Verrohrung, sofern vorhanden, gezogen. Die freie Ankerlänge um das Zugelement zwischen Ankerkopf und Verpresskörper entsteht durch Freispülen von überschüssigen Zementleim. Hierdurch wird sichergestellt, dass es zu keiner Schubkraftübertragung im Bereich des Zugelements kommt. Nach Aushärtung des Verpresskörpers ist das System tragfähig. Zur Aktivierung der Tragfähigkeit wird das Zugelement über den Ankerkopf vorgespannt.

[0007] Nachteilig bei herkömmlichen Ankersystemen mit Verpressankern ist der hohe Bedarf an Zement, dessen Produktion eine entsprechend hohe Emission am Treibhausgasen wie CO₂ freisetzt. CO₂ entsteht dabei durch das Brennen des Zementklinkers, einem Prozess bei dem aus dem Ausgangsstoff Calciumcarbonat unter Energiezufuhr CO₂ ausgetrieben wird. Der große Zementverbrauch ist ein Grund dafür, dass die Bauindustrie zu den Industriezweigen mit den größten CO₂ Emissionen gehört (schätzungsweise zwischen 25%-40%). Beispielsweise werden auch in einer 2 km lange Tunnelbaustelle in offener Bauweise bis zu ca. 5000 Ankersysteme verbaut. Unter der Annahme einer Verpresslänge von 5 m im Bohrloch ergibt sich ein benötigtes Volumen von ca. 0,16 m³ zementbasierten Verpressmaterials pro Ankersystem. Für die beschriebene Baumaßnahme summiert sich infolgedessen der Zementsuspensionsbedarf auf 800 m³. Dies entspricht näherungsweise einem Zementbedarf von 500 t.

[0008] Der Ankereinbau mit Verpressankern erfordert ferner einen relativ großen Bauteileinrichtungsaufwand vor Ort, da neben der Erstellung der Ankerbohrung auch Ankerverpressarbeiten durchgeführt werden müssen.

[0009] Davon ausgehend liegt eine **Aufgabe der Erfindung** darin, einen geotechnischen Anker mit einer deutlich verbesserten Umweltbilanz, insbesondere hinsichtlich bezüglich einer Reduzierung der CO₂ Emission, vorzuschlagen, der insbesondere ohne einen Einsatz von zementhaltigen Stoffen bei der Verankerung auskommt.

[0010] Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt darin, einen geotechnischen Anker und ein Ankersystem vorzuschlagen, der bzw. das mit einem möglichst geringen Handhabungsaufwand vor Ort am Bohrloch applizierbar ist.

[0011] Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Verfahren zur Herstellung eines Ankersystems mit einer möglichst geringen Fehlerwahrscheinlichkeit vorzuschlagen.

[0012] Die Aufgabe wird mit einem geotechnischen

Anker, einem Ankersystem sowie ein Verfahren zur Herstellung des Ankersystems mit den Merkmalen von Anspruch 1, 14 bzw. 15 gelöst. Auf diese rückbezogenen Unteransprüche geben vorteilhafte Ausführungen und Ausgestaltungen dieser Lösung wieder.

[0013] Zur Lösung der Aufgabe wird ein **geotechnischer Anker** zum Verankern von Komponenten im Erd- und/oder Felsgrund vorgeschlagen. Dieser umfasst mindestens ein, vorzugsweise ein Zugelement mit einer axialen Ausrichtung, mindestens zwei auf dem Zugelement in der axialen Ausrichtung beabstandet fixierte Plattenelemente, die sich um das mindestens eine Zugelement herum erstrecken, sowie mindestens einen Quellskörper zwischen den Plattenelementen als Krafteinleitungskörper zwischen dem Anker zum Erd- und/oder Felsgrund. Der mindestens eine Quellskörper erstreckt sich um das mindestens eine Zugelement, und zwar zwischen zwei Plattenelemente. Der Zwischenraum zwischen den Plattenelementen werden dabei vollständig von zumindest einem Quellskörper, d.h. optional auch von einer seriellen

Aufreihung von mehreren Quellskörpern ausgefüllt; der oder die Quellskörper weisen dabei einen Festkörperkontakt zu allen jeweils begrenzenden Plattenelementen auf.

[0014] Die Quellskörper selbst sind vorzugsweise industriell vorfertigte Formelemente mit konfektionierbaren Abmessungen und/ oder Materialeigenschaften (insbes. Quellsfähigkeit, rheologische Eigenschaften, Scherfestigkeiten, Wasserdurchlässigkeit, Steifigkeit), die je nach Einsatzbedarf jeweils einzeln oder seriell mit gleichen oder unterschiedlichen Materialeigenschaften auf zumindest einem der Zugelemente fixiert werden. Einheitliche Abmessungen vereinfachen in vorteilhafter Weise den Rüstaufwand (Modularisierung, Baukastensystem) für eine flexible Anfertigung des vorgeschlagenen geotechnischen Ankers in Abhängigkeit. Als Im Rahmen dessen werden optional auch konfektionierbare Dimensionen der Ankerzugglieder- und Quellskörper vorgeschlagen, die sich in ihren Abmessungen und Durchmesser an gängige oder etablierte Bohrloch-Größen anlehnen.

[0015] Ein Zugelement wird vorzugsweise zumindest abschnittsweise durch eine geradlinige Zugstange oder ein geradliniges Zugprofil (z.B. Hohlprofil wie z.B. Rohre, Stern- oder Doppel-T-Profile, vorzugsweise Punktsymmetrisch um eine axial orientierte Symmetrieachse) gebildet. Im Bereich der Plattenelemente weist dieses dabei ein Gewinde, Absätze oder Bajonettverschluss zur deren Aufnahme und axialen Fixierung der Plattenelemente auf. Vorzugsweise erstrecken sich die mindestens zwei auf dem Zugelement in der axialen Ausrichtung fixierten Plattenelemente orthogonal zur axialen Ausrichtung.

[0016] Alternative Ausgestaltungen des Zugelements bestehen aus Drahtlitzen, einem oder mehrere Drahtseile, Bündeln aus Stäben (Mehrstabanker) oder Profilen.

[0017] Eine Grundbauform des geotechnischen An-

kers umfasst einen Quellskörper, der auf einem Zugelement beidseitig axial durch je ein Plattenelement begrenzt ist.

[0018] Eine Ausführungsform sieht dagegen mindestens zwei Quellskörper axial seriell auf dem Zugelement angeordnet vor. Sie bilden eine Quellskörperaufreihung, die axial durch je ein Plattenelement abgeschlossen wird. Im Folgenden beziehen sich die angeführten Ausführungsformen und Ausgestaltungen eines Quellskörpers (angegeben im Singular) ohne einen weiteren Hinweis grundsätzlich auch mehrere Quellskörper im Anker oder auf die einzelnen Quellskörper in einer Quellskörperaufreihung.

[0019] Die bevorzugte Ausgestaltung sieht dabei zumindest teilweise axial fixierte Plattenelemente als Zwischenelemente zwischen den Quellskörpern vor.

[0020] Eine weitere Ausgestaltung sieht jeweils zwischen zwei Quellskörpern zwei voneinander beabstandete Plattenelemente vor, die vorzugsweise auf einem Zugelement fixiert die Quellskörper voneinander beabstanden. Der geotechnische Anker ermöglicht somit mehr als einen zusammenhängenden Verankerungsbereich; bestehende Kavitäten im Verankerungsbereich, die nicht zu einer Verankerung beitragen würden, wären somit überbrückbar.

[0021] Eine weitere Ausführungsform sieht eine Nutzung von mehreren parallel angeordneten, aber axial gegeneinander verschiebbaren Zugelementen vor. Jede dieser Zugelemente führt zu einer über jeweils an diese zumindest axial über Plattenelementen eingerahmten und damit fixierten Quellskörper oder Quellskörpergruppen. Damit lassen sich im Bohrloch mehrere Bereiche unabhängig für eine Krafteinleitung vorsehen und über jeweils eines der Zugelemente individuell ansteuern.

[0022] Der Querschnitt eines Quellskörpers und der Plattenelemente ist vorzugsweise im Rahmen der üblichen Fertigungstoleranzen gleich; die Plattenelemente und der mindestens eine Quellskörper eines geotechnischen Ankers weisen in axialer Ausrichtung betrachtet einen gemeinsamen Querschnitt um das Zugelement auf. Plattenelemente und Quellskörper erstrecken sich ebenfalls vorzugsweise rotationssymmetrisch um das Zugelement, auf dem sie fixiert sind.

[0023] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Plattenelemente sieht vor, diese wasserdurchlässig (z.B. offenporig) oder mitwasserführende Eigenschaften (z.B. über Wasserkanäle oder Leitungen) auszuführen. Dies ermöglicht einen zusätzlichen Zugang von Wasser auch über die Plattenelemente an die jeweils angrenzenden Quellskörper, was wiederum zur Steuerung des Quellsvorgangs nutzbar ist.

[0024] Im Rahmen der Anmeldung zeichnen sich die vorgeschlagenen Quellskörper dadurch aus, dass sie hydrophil sind und die Fähigkeit besitzen, mit der Wasseraufnahme ihr Volumen zu vergrößern. Der (oder die) Quellskörper besteht aus einem quellsfähigem Material oder umfasst ein solches, vorzugsweise bestehend aus dem Tonmineral Montmorillonit mit der chemischen

Zusammensetzung $(\text{Na,Ca})_{0,3}(\text{Al,Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ oder mit wesentlichen Bestandteilen aus Montmorillonit wie z.B. Bentonit. Wird diese volumetrische Verformung z.B. durch Wandungen z.B. in einem Bohrloch behindert, baut sich in den Bereichen ein sog. Quelldruck auf.

[0025] Es wird folglich eine bevorzugte Nutzung eines natürlichen Ton-Presskörpers als Quellskörper als konstruktives Element zur Krafteinleitung in den Baugrund vorgeschlagen, wobei die technische Nutzung der Quellsfähigkeit eines quellsfähigen Materials im Quellskörper ein wesentliches Merkmal darstellt.

[0026] Alternative Ausgestaltungen sehen Quellskörper aus Holz oder quellsfähige Polymere vor.

[0027] Jeder Quellskörper besteht im Rahmen einer optionalen Ausgestaltung entweder aus mindestens einem Element aus quellsfähigem Material oder umfasst einen dieser Elemente. Dies schließt auch weitere Elemente aus nicht quellsfähigen Materialien mit ein.

[0028] Der vorgeschlagene Quellskörper überwindet das Problem eines erhöhten CO_2 Ausstoßes durch die signifikante Reduzierung des notwendigen Zementklinkers bei der Herstellung von geotechnischen Ankern. Durch die Nutzung eines natürlichen und quellsfähigen Materials, vorzugsweise Ton, ist eine Herstellung von Zement für die Verankerung nicht erforderlich und somit ist der CO_2 Ausstoß bei der Herstellung der Verankerung deutlich reduzierbar. Darüber hinaus verbleiben beim Rück- oder Abbau der Verankerung in vorteilhafter Weise natürliche Tonminerale anstelle von Zementbestandteilen im Erd- oder Felsgrund.

[0029] Ein besonderer Vorteil der vorgeschlagenen Quellskörper liegt darin, dass sie als Komponenten vorzugsweise bereits bei der Herstellung oder beim Zusammenbau des geotechnischen Ankers in diesen eingesetzt werden. Die Quellskörper lassen sich beispielsweise als in eine Endkontur geformte vorgefertigte Komponenten vorzugsweise mit vorgebbaren Quellszustand (Feuchtegrad) Abmessungen und/oder Toleranzbreiten seriell herstellen.

[0030] Im Rahmen dessen wird eine industrielle Vormontage von geotechnischen Ankern mit einheitlichen Durchmessern (oder Querschnitten) abseits des Applikationsorts, vorzugsweise in einer trockenen Montagehalle, vorgeschlagen, die dann vor Ort lediglich in im Durchmesser angepasste (Ankerdurchmesser zzgl. einer Passung) Bohrungen in das Erdreich eingesetzt werden müssen. Die Fertigung und Vormontage der Anker ist in vorteilhafter Weise unter kontrollierbaren oder regelbaren Atmosphäre, d.h. mit einer vorgebaren Temperatur und Luftfeuchtigkeit, möglich. Ferner lässt sich der Anker in dieser Atmosphäre verpacken und so geschützt an den Applikationsort transportieren. Ein Entpacken erfolgt vorzugsweise unmittelbar vor der Applikation, womit das Zeitintervall, in dem der geotechnische Anker mit den Quellskörpern vor dem Einsetzen in ein Bohrloch mit der am Bohrloch vorliegenden möglicherweise feuchten Atmosphäre in Berührung kommt, so

gering wie möglich gehalten wird. Weiterhin bewirkt eine Vorfertigung der Quellskörper als vorfertigbare Presslinge und ihrer Vormontage in einen geotechnischen Anker eine signifikante Bauzeitverkürzung, eine reduzierte Lärm- und Staubemission.

[0031] Vorzugsweise ist der mindestens eine Quellskörper ungekapselt, zumindest nach außen hin ungekapselt Bestandteil des geotechnischen Ankers. Er ist damit für Grundwasser oder Feuchtigkeit zugänglich und ermöglicht so eine Quellung. Ungekapselt heißt in diesem Zusammenhang kein Ausschluss von an den Quellskörper anliegenden und damit diesen kapselnd lokal abdeckenden Komponenten, insbesondere den vorgenannten Platten- und Zugelementen.

[0032] Ist im Rahmen einer optionalen Ausgestaltung der mindestens eine Quellskörper ausdrücklich nur radial nach außen hin ungekapselt (d.h. an der Mantelfläche, an den anderen Bereichen aber gekapselt oder abgedeckt), erfolgt der Zugang und Eintritt der Feuchtigkeit nur selektiv über die ungekapselten Bereiche, d.h. die Quellung erfolgt zunächst auch nur an diesen Bereichen lokal. Durch die Quellung hervorgerufene Zerrüttung oder Rissbildung erleichtert oder beschleunigt jedoch ein Eindringen oder Einsickern von Feuchtigkeit in das Volumen des Quellskörpers, das dann zeitversetzt aufquillt.

[0033] Um aber die Gefahr einer unerwünschten Formänderung der Quellskörper durch Feuchtigkeit vorab vor der Ankerherstellung und / oder -applikation zu reduzieren oder auszuschließen, wird im Rahmen einer bevorzugten Ausgestaltung eine zumindest zeitweise Umhüllung oder Umkapselung des Quellskörpers vor der Applikation des geotechnischen Ankers in einem Bohrloch z.B. in einem Erd- oder Felsgrund zu einem Ankersystem vorgeschlagen.

[0034] Die Umhüllung oder Umkapselung eines Quellskörpers wird im Rahmen einer ersten bevorzugten Ausgestaltung durch eine wasserundurchlässige und bevorzugt auch -resistente Folie z.B. aus Kunststoff vorgesehen, die gemeinsam mit dem Quellskörper in den geotechnischen Anker eingesetzt wird und erst bei der Positionierung des Ankers im Bohrloch geöffnet und vorzugsweise ganz oder zumindest an den nach außen und/oder zu einer Wasserzufuhr weisenden Bereichen des Quellskörpers ganz entfernt, z.B. abgezogen wird. Eine Entfernung der Folie vom Anker im Bohrloch erfolgt beispielsweise durch ein Zugseil, das an der Folie vorzugsweise an einer Schwachstelle befestigt ist und an dieser Stelle ein Aufreißen der Folie ermöglicht.

[0035] Die Umhüllung oder Umkapselung eines Quellskörpers wird im Rahmen einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung durch eine durchgehende, aber in Wasser löslichen oder quellsverzögernden Beschichtung aus einem wasserlöslichen Kunststoff wie z.B. Polyvinylalkohol, oder auch Zucker realisiert. Die Beschichtung löst sich vorzugsweise im Bohrloch in der dort vorherrschenden Feuchtigkeit auf und gibt damit den Zugang des Quellskörpers zur Feuchtigkeit erst verzögert frei. Solan-

ge die Schicht durch Auflösung noch durchgehend ist, stellt sie eine Barriere für Wasser oder Feuchtigkeit dar.

[0036] Vorzugsweise weist der Quellskörper in einem trockenen Zustand, d.h. nach Fertigung und vor einer erstmaligen Aufnahme von Wasser oder einer Feuchtigkeit danach, und die Plattenelemente gemeinsam eine zylindrische Form auf, wobei die beiden runden Begrenzungsflächen der Form durch zwei Plattenelemente gebildet werden. Die damit einhergehende zylindrische Mantelfläche bildet mit einem Einsetzen der Verankerung in ein Bohrloch als Kavität die Gegenfläche zu der in der Regel ebenfalls zylindrischen Bohrlochinnenwandung. Dies ermöglicht eine gleichförmig und rotations-symmetrische radial nach außen gerichtete Quellfähigkeit bis zu einem Erreichen der radial begrenzenden Bohrlochinnenwandung. Durch die axiale Begrenzung der Quellskörper durch die Plattenelemente werden diese axial in ihrer Quellung begrenzt, bilden damit auch einen axialen Quelldruck aus, der wiederum bewirkt, dass die Volumenzunahme durch die Quellung radial nach außen hin umgelenkt und die maximal mögliche radiale Ausdehnung in vorteilhafter Weise noch vergrößert wird. Quellskörper und Plattenelemente sind um das Zugelement, die auch den Abstand der Plattenelemente um die Quellskörper zueinander vorgibt, angeordnet. Sie füllen mit diesem gemeinsam die zylindrische Form vorzugsweise vollständig aus, womit wiederum eine unerwünschte Aufnahme von Anteilen der vorgenannten Volumenzunahme durch Quellung in potentiell verbleibende Hohlräume in der zylindrischen Form signifikant reduziert.

[0037] Eine bevorzugte Ausführungsform des geotechnischen Ankers sieht eine Wasserzufuhrleitung an oder in den mindestens einen Quellskörper vor, sodass die Quellung nicht allein durch die Umgebungsfeuchtigkeit initiiert wird. Im Rahmen dessen wird als weiter bevorzugte Ausgestaltung das Zugelement mit eingebunden. Entweder ist dabei die Zuleitung beispielsweise als separate und auch entfernbare Komponente (z.B. Schlauch) im Zugelement integriert oder das Zugelement selbst ist als Hohlprofil, die als Wasserzufuhrleitung dient und im Bereich des mindestens Quellskörpers wasser-durchlässige Wandungen aufweist (Perforation, Durchtrittsöffnungen, offene Porosität), ausgestaltet. Beide genannte Ausgestaltungen eignen sich für eine Wasserzuführung direkt in das Innere des Quellskörpers; es kommt bei einer Einleitung von Wasser zu einer inneren Quellung und ein Aufreißen von noch trockenen Randbereichen, wobei über die entstehenden Risse in sehr kurzer Zeit ein Wasserzugang in das gesamte Quellskörpervolumen entsteht. Eine solche Ausgestaltung eignet sich folglich bei Ankersystemen, bei den es auf eine schnelle Applikation und Tragfähigkeit ankommt, beispielsweise bei der Absicherung bei bereits einsetzenden Erdbewegungen (Hangsicherungen, Gerölllawinen, Hochwasserbefestigungen etc.). Außerdem ermöglicht eine solche Ausgestaltung die Anwendung des Ankersystems in Erd- und Felsgründen ohne ausreichenden Grundwasserzu-

tritt und/oder zu geringen Durchlässigkeiten des Bau- grounds von außen an den Quellskörper.

[0038] Die Lösung der Aufgabe umfasst weiterhin ein **Ankersystem** mit dem vorgenannten geotechnischen Anker mit einem Quellskörper wie zuvor vorgeschlagen. Das Ankersystem umfasst dabei auch eine Kavität (mit zumindest einer Zugangsöffnung zum Einführen des Ankers) in einem Erd- oder Felsgrund, in das der geotechnische Anker mit dem Quellskörper eingesetzt ist. Der Quellskörper ist hydrophil und erfährt mit einer Wasserzufuhr in der Kavität eine Volumenvergrößerung. Die Verankerung und damit das Ankersystem entsteht dann, wenn der aufgequollene Quellskörper in der Kavität die Wandungen berührt und bei weiterer Wasseraufnahme in vorgenannter Weise einen Quelldruck aufgebaut hat.

[0039] Die Kavität ist vorzugsweise durch ein Bohrloch gebildet, in das der geotechnische Anker mit dem Quellskörper eingebracht ist. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn der Querschnitt des Quellskörpers (und bevorzugt auch der Plattenelemente) im Rahmen der üblichen Fertigungstoleranzen maximal dem des Bohrlochs entspricht, wobei die Querschnitte in axialer Ausrichtung betrachtet gleich und rund sind.

[0040] Grundsätzlich eignet sich das Ankersystem für eine Verankerung im Felsgrund (Felsanker, Bohrloch überwiegend in Festgesteinen) und im Erdgrund (Bodenanker, Bohrloch überwiegend in Lockergestein). In beiden Fällen quillt der mindestens eine Quellskörper des geotechnischen Ankers radial nach außen gegen die Innenwandung der Kavität, wobei dabei entstehende Flächenpressung zwischen gequollenen Quellskörper und Kavität geeignet ist, axial Schubspannungen von Anker auf den Fels- oder Erdgrund zu übertragen.

[0041] Im Stand der Technik wird weiterhin zwischen einem Temporäranker (Verankerungsdauer unter ca. zwei Jahre) sowie einen Daueranker (Verankerungsdauer über ca. zwei Jahre), die sich insbesondere durch einen verbesserten Langzeitkorrosionsschutz auszeichnen, unterschieden.

[0042] Eine weitere Ausführungsform des Ankersystems bildet ein sog. Boden-Vernagelungssystem. Ein Bodennagel kann ebenfalls aus den oben genannten Quellskörpern zusammengesetzt sein. Im Vergleich zu dem dargestellten Ankersystem entfällt bei einem Boden-Vernagelungssystem die freie Stahllänge. Die Schubkraftübertragung ist über die gesamte Nagellänge sicherzustellen.

[0043] Eine Ausgestaltung des Quellskörpers sieht vor, diesen so zu dimensionieren, dass er nur zu einem Teil aufquellen muss, um die auszufüllende Kavität vollständig auszufüllen, da sich erst bei ausgefüllter Kavität ein Quelldruck einstellt. Weiter soll über die gesamte Nutzungsdauer des Ankers noch nicht gequollenes Material im Quellskörper verbleiben. Dadurch sind ggf. weitere Sicherheitsreserven in dem Ankersystem vorhanden.

[0044] Ferner umfasst die Lösung der Aufgabe auch eine **Herstellung eines vorgenannten Ankersystems**. Sie umfasst die folgenden Verfahrensschritte:

- Bereitstellung eines vorgenannten geotechnischen Ankers, wie zur Lösung der Aufgabe vorgeschlagen, vorzugsweise mit zylindrischer Mantelfläche zumindest des Quellskörpers. Vorzugsweise weist der Anker keine die Mantelfläche nach außen überragenden Extremitäten auf. Der bereitgestellte geotechnische Anker ist vorzugsweise industriell vorgefertigt, d.h. er muss nicht vor Ort am Bohrloch montiert werden, was wiederum nicht nur die Fertigungstoleranzen reduziert, sondern auch in vorteilhafter Weise die Möglichkeiten einer Qualitätskontrolle erheblich erweitert. Insbesondere ermöglicht eine industrielle Fertigung eine Herstellung der hydrophilen Quellskörper und deren Integration einen geotechnischen Anker in einer einstellbaren und reproduzierbaren Atmosphäre und Umfeld erheblich kleinere Fertigungstoleranzen.
- Bereitstellung oder Erschaffung einer Kavität in einem Erd- oder Felsgrund, vorzugsweise als eine Bohrung mit rundem Querschnitt.
- Einbringen des geotechnischen Ankers in die Kavität, wobei der Quellskörper von der Kavität umschlossen wird.
- Beaufschlagung des Quellskörpers mit Feuchtigkeit oder Wasser, wobei der Quellskörper bis an die Innenwandung der Kavität und/oder in den umgebenden Erd- oder Felsgrund hinein anquillt. Vorzugsweise ist der Quellskörper dabei so dimensioniert, dass er bei der genannten Beaufschlagung mit Feuchtigkeit nur zu einem Teil anquellen muss, um das umgebende Bohrlochvolumen vollständig auszufüllen. Insbesondere bei eventuellen Bodenbewegungen um das Bohrloch oder im umgebenden Erdreich und den ggf. damit verbundenen Erweiterungen oder Änderungen des Bohrlochvolumens sind mit einer solchen Quellreserve durch eine nachträgliche weitere Quellung ausfüllbar.

[0045] Beim vorgeschlagenen geotechnischen Anker sowie dem Ankersystem übernimmt der Quellskörper wesentliche Aufgaben des zementbasierten Verpresskörpers eines klassischen Ankersystems. Der zylindrisch hergestellte Quellskörper besteht bevorzugt aus einem vorzugsweise natürlich vorkommenden und quellfähigen Tonmineral (bevorzugt bestehend oder enthaltend ein Montmorillonit). Anstatt durch einen Zementverpresskörper erfolgt die Verspannung des Zugelements im Baugrund oder Erdreich durch das Quellen des Quellskörpers und der damit einhergehenden Druckentwicklung radial nach außen. Die Quellung wird durch den Kontakt des vorgenannten Tonminerals im Quellskörper mit Wasser aktiviert. Das erforderliche Wasser kann beispielsweise durch anliegendes Grundwasser, Hangwasser oder Zugabewasser bereitgestellt werden.

[0046] Zusammenfassend wird im Wesentlichen ein herkömmlicher zementgebundener Verpresskörper eines Ankers durch einen vorgefertigten Quellskörper aus quellfähigem Material (z.B. hochkompaktiertes Minera-

liengemisch) ersetzt. Durch den Kontakt des quellfähigen Materials mit Wasser kommt es zu einer Volumenvergrößerung (Quellvorgang). Der am Bohrloch anstehende Erd- und/oder Felsgrund verhindert die freie Volumenzunahme, wodurch es zum Aufbau eines Quelldrucks kommt. Dieser Druck im Bereich des Quellskörpers führt zu einem Spannungseffekt mit dem anstehenden Erd- und/oder Felsgrund, wodurch Zugkräfte aus dem Zugelement in den Erd- und/oder Felsgrund eingeleitet werden. Das zum Quellen erforderliche Wasser kann dabei entweder durch vorhandenes Wasser im Erd- und/oder Felsgrund oder durch aktive Wasserzufuhr zum Quellskörper gelangen. Der Hauptvorteil des Quellankers im Vergleich zu herkömmlichen Ankersystemen liegt im Verzicht auf Zement und der einhergehenden signifikanten Reduktion von CO₂-Emissionen. Zusätzlich ist mit geringeren Schallpegeln während des Einbaus, einem reduzierten Baustelleneinrichtungsbedarf und einer Bauzeitverkürzung zu rechnen. Durch den Einsatz der vorkonfektionierten Quellskörper sind auch Ankersysteme mit variablen Lasteinleitungslängen realisierbar.

[0047] Vorgeschlagen wird auch eine Verwendung einer oder mehrerer der beschriebenen Quellskörper in einem vorgeschlagenen geotechnischen Anker oder Ankersystem. Der Quellskörper ermöglicht eine Verankerung des Ankers im Boden oder Erdreich ohne Zement. Zugleich ermöglicht die Verwendung auch die Anforderungen, den Aufwand und die Rüstzeiten am Bohrloch an der Baustelle in zuvor genannter Weise signifikant. Dadurch werden nicht nur CO₂ Bildung reduziert, sondern auch Bauzeiten verkürzt und Kosten minimiert.

[0048] Die Erfindung wird anhand von nachfolgenden Ausführungsbeispielen, den folgenden Figuren und Beschreibungen näher erläutert. Alle dargestellten Merkmale und deren Kombinationen sind nicht nur auf diese Ausführungsbeispiele und deren Ausgestaltungen begrenzt. Vielmehr sollen diese stellvertretend für weitere mögliche, aber nicht explizit als Ausführungsbeispiele dargestellte weitere Ausgestaltungen kombinierbar angesehen werden. Es zeigen

Fig.1 eine schematische Schnittdarstellung eines Ankersystems mit einem geotechnischen Anker mit seinen Grundkomponenten zum Verankern von Komponenten im Erd- oder Felsgrund,

Fig.2a und b schematische Schnittdarstellungen von weiteren Ausführungsbeispielen mit mehreren Quellskörpern an einem Zugelement,

Fig.3 eine schematische Schnittdarstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Ankersystems mit einem geotechnischen Anker gemäß **Fig.1**, jedoch zusätzlich mit einer Wasserzufuhrleitung in den Quellskörper,

Fig.4 eine schematische Schnittdarstellung eines

weiteren Ausführungsbeispiels eines Ankersystems für eine Verankerung in einem Bohrloch mit einer Baugrunddiskontinuität und zwei Quellkörperaufreihungen (serieller Anordnung von Quellkörpern im Anker), welche mit demselben Zugelement verbunden sind,

Fig.5 eine schematische Schnittdarstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Ankersystems mit einem geotechnischen Anker mit zwei Zugelementen mit jeweils einer Quellkörperreiheung,

Fig.6a bis c drei Schritte einer Herstellung eines Ankersystems gem. **Fig.1** in schematischen Schnittdarstellungen.

[0049] Ein Ankersystem **1** zum Verankern von Komponenten **2** im Erd- oder Felsgrund **3** wie vorgeschlagen umfasst einen geotechnischen Anker **4** mit einem Quellkörper **5** in einem Bohrloch **6** als Kavität in dem Erd- oder Felsgrund **3** - vgl. **Fig.1**. Der Quellkörper selbst ist hydrophil und während der Verankerung in einem durch eine Wasserzufuhr partiell oder vollständig aufgequollen Zustand; er besteht aus oder umfasst mindestens einem Element aus einem quellfähigen Material.

[0050] Der geotechnische Anker **4** weist ein Zugelement **7** mit einer axialen Ausrichtung im Bohrloch **6** auf. Er verbindet die Verankerung zwischen Quellkörper **5** und umgebenden Erd- und Felsgrund **2** im Bohrloch mit der zu verankernden Komponente **2** an der Bohrlochöffnung **8**. Auf dem Zugelement weist das in **Fig.1** dargestellte Ausführungsbeispiel zwei auf dem Zugelement in der axialen Ausrichtung beabstandet fixierte Plattenelemente **9**, die sich um das Zugelement herum erstrecken, sowie den genannten hydrophilen Quellkörper **5** zwischen den Plattenelementen auf. Der Quellkörper erstreckt sich dabei um das Zugelement, den Zwischenraum zwischen den Plattenelementen vollständig ausfüllend und dabei einen Festkörperkontakt zu allen jeweils begrenzenden Plattenelementen **9** aufweisend. Damit wird der Quellkörper beim Anquellen axial durch die in ihrem Abstand starren Plattenelemente begrenzt und die Quellung radial nach außen gesteuert. Die axiale Länge des Quellkörpers bildet die Lasteinleitungslänge des geotechnischen Ankers im Bohrloch.

[0051] **Fig.2a und b** repräsentieren weitere Ausführungsbeispiele eines geotechnischen Ankers mit mehreren Quellkörpern an einem Zugelement. Die Quellkörper sind untereinander optional auch mit Plattenelementen trennbar.

[0052] **Fig.2a** zeigt hierzu eine Ausgestaltung, die sich gegenüber der in **Fig.1** dargestellten Ausgestaltung nur dadurch unterscheidet, dass der eine Quellkörper durch eine Quellkörperaufreihung **10**, d.h. mehrere seriell um das Zugelement **6** angeordnete und direkt aneinander angrenzende Quellkörper **5** ersetzt werden. Die Quellkörperaufreihung wird beidseitig axial durch zwei Plattenelemente **9** abgeschlossen. Eine solche Ausgestal-

tung begünstigt insbesondere eine Verwendung von Standardelementen als Quellkörper, aber auch deren flexible Anpassung an eine jeweils vorliegende Verankerungsaufgabe und -umgebung allein durch Ergänzung, Wegnahme oder Austausch von Quellkörpern. Ferner ermöglicht diese Ausgestaltung ein Einsatz auch unterschiedlicher Quellkörper in einer Quellkörperaufreihung. Die axiale Länge der Quellkörperaufreihung bildet dabei die Lasteinleitungslänge des geotechnischen Ankers im Bohrloch.

[0053] **Fig.2b** zeigt eine Ausgestaltung, die sich gegenüber der in **Fig.2a** dargestellten Ausgestaltung dadurch unterscheidet, dass zusätzlich zwischen den axial aufgereihten Quellkörpern **5** jeweils ein Plattenelement **9** als Zwischenelement **11** eingesetzt ist, das einen direkten Kontakt benachbarter Quellkörper nicht nur vermeidet, sondern auch eine zusätzliche Führung der Quellung in radialer Richtung gegen die Bohrlochinnenwand steuert. Die axiale Länge der Quellkörper mit den Zwischenelementen bildet dabei die Lasteinleitungslänge des geotechnischen Ankers im Bohrloch.

[0054] **Fig.3** zeigt beispielhaft eine Ausführungsform eines Ankersystems mit einem geotechnischen Anker gemäß **Fig.1**, jedoch zusätzlich mit einer Wasserzufuhrleitung **12** von einer schematisch dargestellten Wasserquelle **13** in das Bohrloch und entlang des Zugelements in den Quellkörper hinein. Dargestellt ist eine separate parallel zum Zugelement geführte Wasserzufuhrleitung **12**, die durch das proximale Plattenelement **9** hindurch in den Quellkörper eingeführt ist. Die Ausmündung **14** befindet sich im dargestellten Ausführungsbeispiel in Form eines Rohrendes im Quellkörper punktuell im Quellkörperinnern. Alternative Ausmündungen sehen mehrere Wasseraustritte vor, beispielsweise über - nicht in **Fig.3** dargestellt - mehrere seitliche diskrete Austrittsöffnungen oder eine offene Porosität in dem Wasserzufuhrleitungsabschnitt im Quellkörper vor (Vorteil: größerer Quellkörperbereich simultan wasserbar). Ebenfalls nicht in **Fig.3** explizit dargestellt sind Ausgestaltungen, bei denen die Wasserzufuhrleitung im Zugelement integriert ist (Vorteil: bessere Leitungsführung) und/oder das Zugelement ein Hohlprofil als Wasserzufuhrleitung umfasst (Vorteil: keine separate Leitung, aber auch nicht aus dem Ankersystem entfernbar).

[0055] **Fig.4** repräsentiert ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Ankersystems mit einem geotechnischen Anker, der sich in besonderen Maße für eine Verankerung in einem Bohrloch **6** mit einer Baugrunddiskontinuität **15** eignet. Baugrunddiskontinuität sind in diesem Kontext Risse oder Materialübergänge im Erd- und Felsgrund **3**, die das Bohrloch **6** kreuzen. Es wird eine Zwei- oder Mehrteilung der Lasteinleitungslänge, wobei die Baugrunddiskontinuitäten auf die Unterbrechungen der Lasteinleitungslänge fallen. Eine in **Fig.3a** und **b** dargestellte serielle Reihung von Quellkörper **5** und diese abgrenzende Plattenelemente **9** einschließlich optionalen Zwischenelementen **11** wird im Rahmen dieses Ausführungsbeispiels in mehrere Quellkörperaufreihungen un-

terteilt.

[0056] Fig.5 zeigt schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Ankersystems mit einem geotechnischen Anker mit zwei Zugelementen 16, 17, die jeweils mit je einer eigenen Aufreihung von Quellkörpern 5 und Plattenelementen 9 verbunden sind. Das Zugelement 17 ist vorzugsweise axial verschiebbar in der Aufreihung am Zugelement 16 geführt, vorzugsweise zur Vermeidung eines Festklemmens während der Quellung in mindestens einer Durchtrittsöffnung, vorzugsweise in einem darin eingesetzten Rohr.

[0057] Fig.6a bis c repräsentiert drei Schritte einer Herstellung beispielhaft eines Ankersystems gem. Fig.1. Nach der Bereitstellung eines geotechnischen Ankers wird in dem folgenden Schritt erfolgt eine Bereitstellung oder Erschaffung eines Bohrlochs 6 als Kavität in einem Erd- oder Felsgrund 3 -

[0058] Fig.6a. Es folgt ein Einbringen des geotechnischen Ankers 4 in das Bohrloch, wobei zumindest der noch nicht gequollene Quellkörper 5 von der Bohrlowandung unter Ausbildung einer Spielpassung 18 umschlossen wird - Fig.6b. Es folgt eine Beaufschlagung des Quellkörpers mit Feuchtigkeit oder Wasser, wobei der Quellkörper bis an die Innenwandung des Bohrlochs und/oder in den umgebenden Erd- oder Felsgrund hinein anquillt. Damit entsteht eine Lasteinleitungsfläche 19 durch Pressung zwischen Bohrlowinnenwandung und Quellkörper - Fig.6c. Es entsteht ein Schubverbund, der beispielweise mittels mechanischer Wiederhaken im Quellkörper weiter verstärkbar ist.

Bezugszeichenliste:

[0059]

- | | | |
|----|-------------------------|----|
| 1 | Ankersystem | |
| 2 | Komponente | |
| 3 | Erd- oder Felsgrund | |
| 4 | geotechnischer Anker | |
| 5 | Quellkörper | 5 |
| 6 | Bohrloch | |
| 7 | Zugelement | |
| 8 | Bohrlochöffnung | |
| 9 | Plattenelement | |
| 10 | Quellkörperaufreihung | 10 |
| 11 | Zwischement | |
| 12 | Wasserzufuhrleitung | |
| 13 | Wasserquelle | |
| 14 | Ausmündung | |
| 15 | Baugruunddiskontinuität | 15 |
| 16 | Erstes Zugelement | |
| 17 | Zweites Zugelement | |
| 18 | Spielpassung | |
| 19 | Lasteinleitungsfläche | |

Patentansprüche

1. Geotechnischer Anker (4) zum Verankern von Kom-

ponenten (2) im Erd- oder Felsgrund (3), umfassend

- a) Mindestens ein Zugelement (7, 16, 17) mit einer axialen Ausrichtung,
- b) mindestens zwei auf dem mindestens einen Zugelement in der axialen Ausrichtung beabstandet fixierte Plattenelemente (9), die sich um das Zugelement herum erstrecken, sowie
- c) mindestens einen hydrophilen Quellkörper (5) zwischen den Plattenelementen, wobei
- d) der mindestens eine Quellkörper sich um das mindestens eine Zugelement erstreckt, den Zwischenraum zwischen den Plattenelementen vollständig ausfüllt und dabei einen Festkörperkontakt zu allen jeweils begrenzenden Plattenelementen aufweist sowie
- e) der mindestens eine Quellkörper, der aus mindestens einem Element aus quellfähigem Material besteht oder solche Elemente umfasst.

2. Geotechnischer Anker (4) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Zugelement (7, 16, 17) zumindest abschnittsweise durch eine geradlinige Zugstange oder ein geradliniges Zugprofil gebildet wird, die bzw. das im Bereich der Plattenelemente (9) ein Gewinde, Absätze oder Bajonettverschluss zur deren Aufnahme und axialen Fixierung aufweist.
3. Geotechnischer Anker (4) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plattenelemente (9) und Quellkörper (5) sich rotationssymmetrisch um das mindestens eine Zugelement erstrecken.
4. Geotechnischer Anker (4) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plattenelemente (9) und der mindestens eine Quellkörper (5) in axialer Ausrichtung betrachtet einen gemeinsamen Querschnitt um das mindestens eine Zugelement aufweisen.
5. Geotechnischer Anker (4) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Quellkörper (5) in einem trockenen Zustand und die Plattenelemente (9) gemeinsam eine zylindrische Form aufweisen und diese zusammen mit dem mindestens einen Zugelement vollständig ausfüllen, wobei die beiden runden Begrenzungsflächen der Form durch zwei Plattenelemente gebildet werden.
6. Geotechnischer Anker (4) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Quellkörper (5) oder aus quellfähigem Material, vorzugsweise dem Tonmineral Montmorillonit besteht oder enthaltend un-

d/oder nach außen hin ungekapselt und damit für Grundwasser oder Feuchtigkeit zugänglich ist.

7. Geotechnischer Anker (4) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der Quellskörper (5) eine in Wasser löslichen oder quellverzögernden Beschichtung aus einem wasserlöslichen Stoff, vorzugsweise Kunststoff oder Zucker aufweist. 5
8. Geotechnischer Anker (4) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Wasserzufuhrleitung (12) an oder in den mindestens einen Quellskörper vorgesehen ist, wobei die Wasserzufuhrleitung (12) bevorzugt in das mindestens eine Zugelement integriert ist oder das mindestens eine Zugelement ein Hohlprofil als Wasserzufuhrleitung umfasst. 15
9. Geotechnischer Anker (4) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plattenelemente (9) wasserdurchlässig oder wasserführende Eigenschaften aufweisen. 20
10. Geotechnischer Anker (4) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Quellskörper (5) axial seriell auf dem mindestens einen Zugelement angeordnet sind und eine Quellskörperaufreihung bilden (10) bilden, wobei bevorzugt die mindestens zwei Quellskörper (5) durch Formkörper mit unterschiedlichen Materialeigenschaften und/oder einheitlichen Abmessungen gebildet sind. 25 30
11. Geotechnischer Anker (4) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils zwischen zwei Quellskörpern (4) ein Plattenelement (9) oder zwei voneinander beabstandete Plattenelemente vorgesehen sind, wobei vorzugsweise die Plattenelemente zwischen zwei Quellskörper axial am Zugelement fixiert sind. 35 40
12. Geotechnischer Anker (4) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei oder mehr Zugelemente (16, 17) vorgesehen sind, die parallel zueinander angeordnet, aber axial gegeneinander verschiebbar sind, wobei an jede dieser Zugelemente zumindest ein Quellskörper (5) oder eine Quellskörperaufreihung (10), axial über Plattenelementen eingerahmt, fixiert sind. 45 50
13. Geotechnischer Anker (4) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eines der Zugelemente (16, 17) in mindestens einer axialen Durchtrittsöffnung oder einem darin eingesetzten Rohr durch den Quellskörper oder die Quellskörperaufreihung auf zumindest auf einem anderen der Zugelemente geführt wird. 55

14. Ankersystem (1), umfassend einen geotechnischen Anker (4) mit mindestens einem Quellskörper (5) nach einem der vorgenannten Ansprüche in einer Kavität (6) in einem Erd- oder Felsgrund (3), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Quellskörper hydrophil ist und in einem durch eine Wasserzufuhr partiell oder vollständig aufgequollen Zustand ist.

15. Herstellung eines Ankersystems (1) nach Anspruch 14, umfassend die folgenden Verfahrensschritte:

- a) Bereitstellung eines geotechnischen Ankers (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 19,
- b) Bereitstellung oder Erschaffung einer Kavität (6) in einem Erd- oder Felsgrund (3),
- c) Einbringen des geotechnischen Ankers in die Kavität, wobei mindestens ein Quellskörper (5) von der Kavität umschlossen wird sowie
- d) Beaufschlagung des mindestens einen Quellskörpers mit Feuchtigkeit oder Wasser, wobei der Quellskörper bis an die Innenwandung der Kavität und/oder in den umgebenden Erd- oder Felsgrund hinein anquillt.

Fig. 1

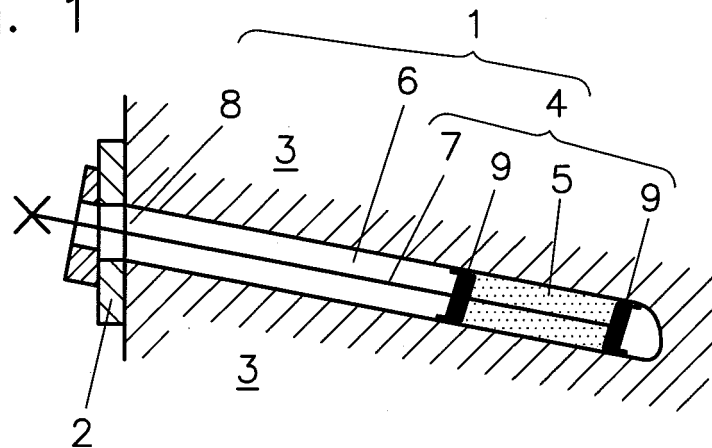


Fig. 2a

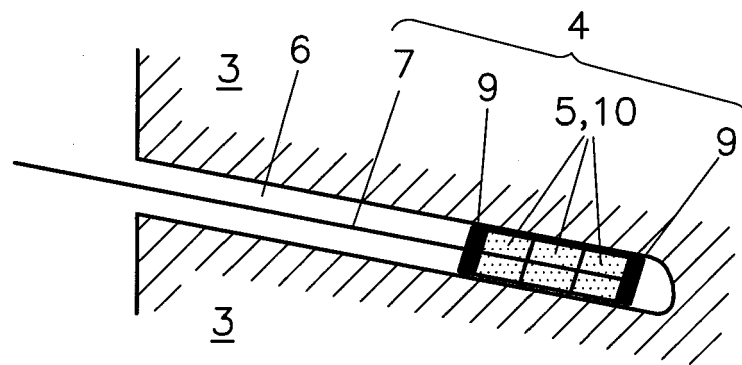


Fig. 2b

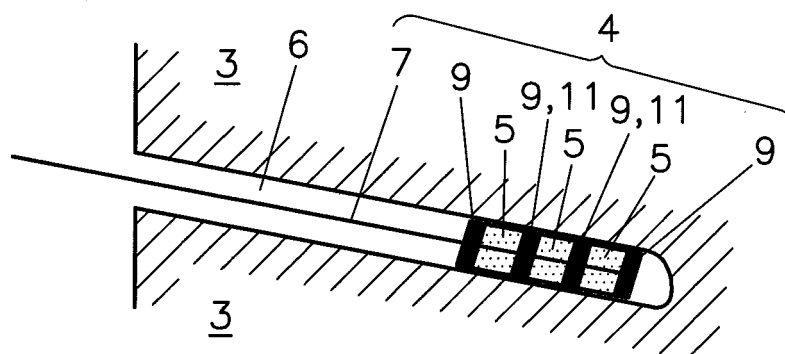


Fig. 3

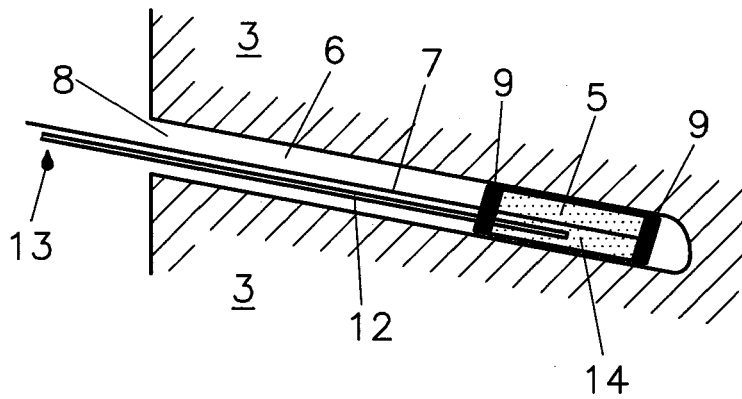


Fig. 4

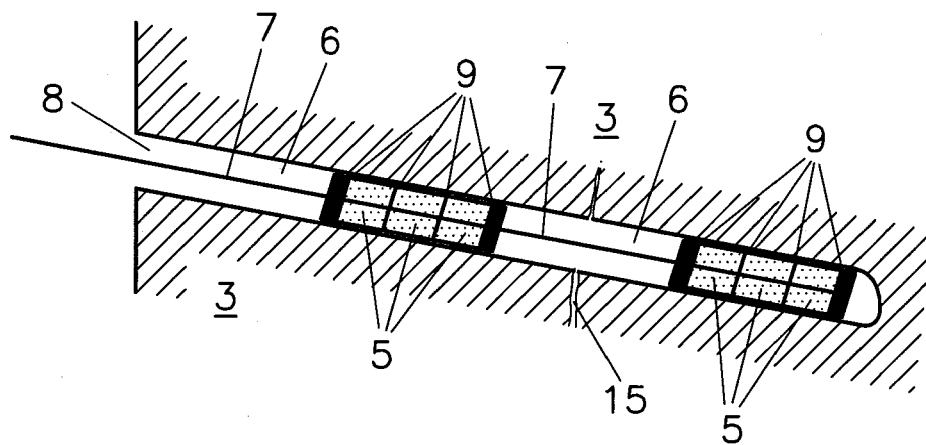


Fig. 5

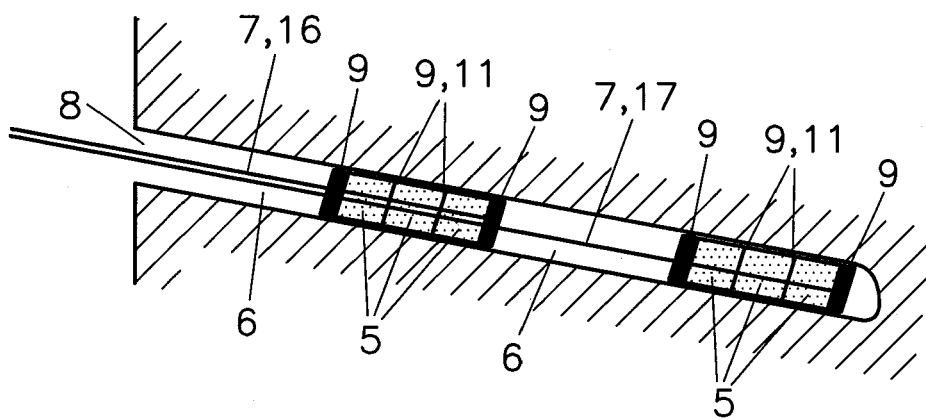


Fig. 6a

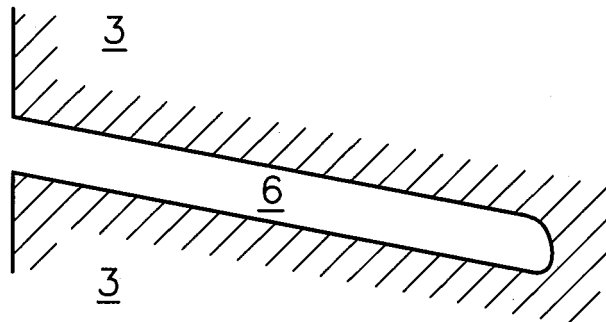


Fig. 6b

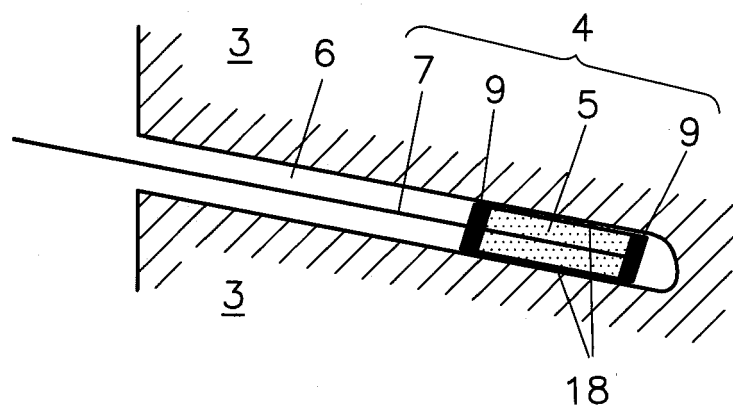
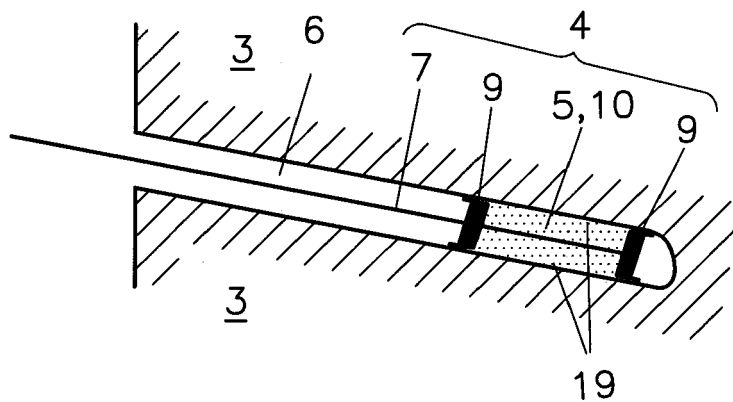


Fig. 6c





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 18 2594

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

3

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)
A	EP 3 336 258 A1 (STAHLTON AG [CH]) 20. Juni 2018 (2018-06-20) * Absatz [0007] - Absatz [0038]; Abbildungen 1-3 *	1-15	INV. E02D5/80
A	DE 36 36 322 A1 (POLENSKY & ZOELLNER BAUGESELLS [AT]) 5. Mai 1988 (1988-05-05) * Seite 4, Zeile 23 - Seite 7, Zeile 12; Abbildungen 1-3 *	1-15	
A	DE 20 2010 004381 U1 (DYWIDAG SYSTEMS INT GMBH [DE]) 12. August 2010 (2010-08-12) * das ganze Dokument *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Januar 2025	Prüfer Geiger, Harald
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres 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 24 18 2594

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

30-01-2025

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 3336258 A1	20-06-2018	KEINE	
15	DE 3636322 A1	05-05-1988	KEINE	
	DE 202010004381 U1	12-08-2010	DE 202010004381 U1	12-08-2010
			EP 2372026 A2	05-10-2011
20			ES 2561049 T3	24-02-2016
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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