



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 758 699 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.02.1997 Patentblatt 1997/08

(51) Int. Cl.⁶: **E02D 5/30**, E02D 27/12,
E02D 7/26

(21) Anmeldenummer: 96111806.4

(22) Anmeldetag: 23.07.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: 31.07.1995 DE 29512311 U
25.09.1995 DE 19535183
23.01.1996 DE 29601080 U

(71) Anmelder: Dipl.Ing. Helmut Hemmerlein GmbH &
CO. Bau KG.
91077 Neunkirchen (DE)

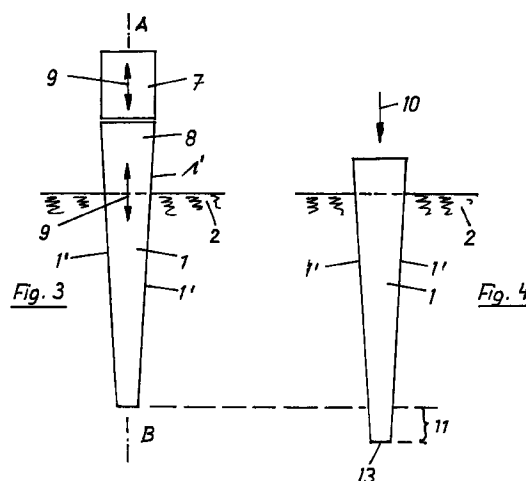
(72) Erfinder: Hemmerlein, Helmut, Dipl.-Ing.
91077 Neunkirchen a.Br. (DE)

(74) Vertreter: Richter, Bernhard, Dipl.-Ing.
Patentanwalt,
Beethovenstrasse 10
90491 Nürnberg (DE)

(54) **Verfahren zur Einbringung von sich verjüngenden Pfählen, zugehörige Pfähle, und daraus hergestellte Gründungen und Fundamentbildungen**

(57) Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zur Einbringung von sich in der Einbringrichtung verjüngenden Pfählen (1) in den Erdboden (2) zur Abstützung von Bauwerken oder Bauwerksteilen. Um ein Setzen der später hierauf ruhenden Bauwerke oder Bauwerksteile zu verhindern ist zunächst vorgesehen, daß die Pfähle (1) in in ihrer Längsrichtung (A-B) hin- und hergehende Schwingungen (9) versetzt und in dieser Weise zunächst in den Erdboden (2) bis zu einer Position eingetrieben werden, die kurz vor Erreichen ihrer endgültigen Tiefenlage gelegen ist, daß danach die Schwingungen abgestellt werden und dann eine Endphase des Eintreibvorganges durch Aufbringen einer in Eintreibrichtung (4) wirkenden, schwingungsfreien Zug- oder Druckkraft (10) auf den Pfahl erfolgt, bis dieser mit einer gewissen Vorspannung im Erdboden fest gehalten ist.

Ferner bezieht sich die Erfindung auf dazugehörige Pfähle sowie aus mehreren derart eingebrachten Pfählen hergestellte Gründungen und gegebenenfalls Fundamentbildungen.



EP 0 758 699 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zur Einbringung von sich in Einbringrichtung verjüngenden Pfählen in den Erdboden, die zur Abstützung bzw. dem Tragen von Bauwerken oder Bauwerksteilen, insbesondere von Bauwerksfundamenten dienen (Oberbegriff des Anspruches 1). Derartige, in der Fachwelt auch "Nägel" genannte Pfähle sind aus DE-PS 194 125 in Form von hohlen, sich nach unten verjüngenden Rammpfählen aus Eisenbeton bekannt. Gemäß dem vorstehend zitierten Titel dieser Patentschrift sollen diese Pfähle in den Erdboden eingerammt werden. Hiermit ist vermutlich auf das seinerzeit übliche Einrammen von Pfählen, Spundwänden und dergleichen mittels dampfbetriebener Rammhären Bezug genommen. Mit so eingeramnten Pfählen sind die Nachteile verbunden, daß nach jedem Rammstoß und damit auch nach dem letzten Rammstoß der betreffende Pfahl sich um ein kurzes Stück nach oben bewegt (gewissermaßen rückfedert) und damit einen gewissen Schlupf zu dem angrenzenden Erdboden erhält. Hiermit wird sich aber bei der späteren Belastung durch das aufgesetzte Gebäude eine gewisse nachteilige Setzung (Einsinken in den Erdboden) der Pfähle und damit des Gebäudes ergeben. Setzungen des auf solchen Pfählen ruhenden Gebäudes sind aber zu vermeiden, da sie zu Bauschäden und Reklamationen führen können. Die letztgenannten Nachteile ergeben sich auch beim Gegenstand von CH-PS 622.570, der einen Satz von vorfabrizierten Betonpfahlelementen und einen mit diesen hergestellten Betonrammpfahl betrifft. Es sind kegelstumpfförmige Pfahlelemente vorgesehen, die mit weiteren Pfahlelementen fluchtend zusammengesetzt werden und den einzurammenden Betonpfahl ergeben. Diese Zusammensetzung des einzurammenden Pfahles aus mehreren Elementen hat den weiteren Nachteil, daß die Elemente sich an ihren Verbindungsstellen zueinander verschieben können, oder daß die Verbindungsstelle aus der Flucht der Elemente zur Seite ausweicht, so daß der gesamte Pfahl in sich ein oder mehrere Knickstellen aufweist. Hiermit erhält man eine instabile Gründung. Hinzu kommt, daß oft die vorgenannten Verschiebungen oder Knickungen nach dem Einbringen des Betonpfahles nicht mehr festzustellen sind und somit eine bleibende Gefährdung für das hiervon getragene Bauwerk darstellen.

Zur Schaffung von Gründungen für größere und damit entsprechend schwere Bauwerke, z.B. ist dabei an über 40 m hohe Lagergebäude gedacht, ist es derzeit in der Praxis üblich, relativ tiefe, zylindrische Löcher in den Erdboden zu bohren, danach in das Loch eine Bewehrung einzubringen und schließlich dieses Loch mit Beton auszugießen. Die Löcher müssen so lang sein, bis eine tragfähige Erdschicht erreicht wird, auf welcher der durch das Ausgießen entstandene zylindrische Betonpfahl sich mit der Gebäudelast abstützen kann.

Die Reibung zwischen der zylindrischen Außen-

wand des Betonpfahles und der Lochwandung reicht nämlich nicht aus, um die später auf diesem Betonpfahl ruhende Last aufzunehmen. Aus Vorstehendem ergibt sich oft eine relativ große Lochlänge, z.B. von 20 m, bis die tragfähige Erdschicht erreicht ist. Die Kosten für die Herstellung solcher Betonpfähle sind außerordentlich hoch. Hinzu kommt, daß deren aus dem Erdreich hervorragenden oberen Enden noch mit einem Preßlufthammer geebnet und auf das jeweils gleiche Niveau gebracht werden müssen, da in der Regel mehrere Betonpfähle miteinander eine Gründung bilden. Trotz dieses großen Fertigungsaufwandes kann es bei einem Nachgeben der an sich als tragfähig eingeschätzten Bodenschicht geschehen, daß die auf derartigen Pfählen ruhenden Gebäude sich setzen. Dies kann zu Rissen im Gebäude und weiteren Schäden führen. So kann bei dem vorstehend als Beispiel zitierten Lagergebäude damit die Höhe von Lagerflächen sich in Relation zu anderen Flächen ändern. Da in solchen Lagergebäuden computergesteuerte, fahrbare Geräte zur Beladung bzw. Entladung betrieben werden und hierbei eine exakte Einhaltung der jeweiligen Höhenlage der zu erfassenden Paletten oder dergleichen zwingend erforderlich ist, kann durch solche Setzungen das gesamte Gebäude oder wesentliche Bereiche davon funktionsunfähig werden.

Die Aufgaben- bzw. Problemstellung der Erfindung besteht demgegenüber zunächst darin, ein Verfahren für das Eintreiben von Pfählen gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 in den Erdboden zu schaffen, das mit einem relativ geringen Arbeits- und Materialaufwand durchführbar ist, wobei die so eingetriebenen Pfähle sich unter der auf ihnen ruhenden Gebäudelast nicht oder praktisch nicht mehr setzen, d.h. nicht noch weiter in den Erdboden eindringen, was eine entsprechende Absenkung (Setzung) des betreffenden Gebäudes zur Folge hätte.

Zur Lösung dieser Aufgaben- bzw. Problemstellung ist daher zunächst gemäß dem Kennzeichen des Anspruches 1 vorgesehen, daß die Pfähle in ihrer Längsrichtung hin- und hergehende Schwingungen versetzt und in dieser Weise zunächst in den Erdboden bis zu einer Position eingetrieben werden, die kurz vor Erreichen ihrer vorgesehenen, endgültigen Tiefenlage gelegen ist, daß danach die Schwingungen abgestellt werden und dann eine Endphase des Eintreibens durch Aufbringen einer in Eintreibrichtung wirkenden, schwingungsfreien Kraft auf den Pfahl erfolgt, bis dieser mit einer gewissen Vorspannung im Erdboden fest gehalten ist. Diese Vorspannung kann auch als ein sich Verkeilen oder Verspannen des Pfahles mit dem angrenzenden Erdreich verstanden werden. Das Einbringen solcher Pfähle mittels in ihrer Längsrichtung hin- und hergehenden Schwingungen ist gegenüber dem vorbekannten Einrammen günstiger, weil es demgegenüber mit einem wesentlich geringeren apparativen Aufwand und auch einer wesentlich geringeren Geräuscentwicklung erfolgen kann. Es muß aber berücksichtigt werden, daß nach dem Abstellen des betreffenden Schwingungs-

zeugers, z.B. eines Vibrators, dieser noch etwas hin- und herschwingt, wodurch sich ein geringes Eindringen und sich wieder nach oben Bewegen des Pfahls relativ zum Erdboden ergibt. Damit erhält der betreffende Pfahl bzw. erhalten die betreffenden Pfähle ein gewisses Maß an Schlupf relativ zum Erdboden. Es würden also im Prinzip dann die gleichen Nachteile vorliegen wie bei dem eingangs erläuterten Rammen mit der Gefahr einer späteren, nachteiligen Setzung der Pfähle und damit des Gebäudes. Um nun sowohl die Vorteile eines leichten und schnellen, mit relativ geringem Geräteaufwand auf der Baustelle durchführbaren Einbringens solcher Pfähle mittels Schwingungen bzw. Vibrationen zu haben, als auch die erläuterten nachteiligen Setzungen zu vermeiden, ist gemäß der zweiten Hälfte des Kennzeichens des Anspruches 1 vorgesehen, daß die Schwingungserzeugung kurz vor Erreichen der Endstellung des Pfahls aufhört und dann das letzte Stück des Eintreibvorganges durch eine auf den Pfahl wirkende, schwingungsfreie Zug- oder Druckkraft erfolgt. Diese Belastung treibt ihn satt und ohne Schlupf in den Boden. Es ist die o.g. Vorspannung erreicht. Damit sind Setzungen vermieden bzw. sie haben nur noch einen so geringen Betrag, daß dies sich auf das Bauwerk nicht nachträglich auswirkt. Als weiterer Vorteil kommt hinzu, daß die Belastung eines so vorgespannten Pfahls elektronisch aufgezeichnet und als Grundlage von bodenmechanischen Berechnungen verwertet werden kann.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist Gegenstand des Anspruches 2. Hierbei wird zunächst der Pfahl nicht unter die Längsschwingungen oder -vibrationen gesetzt, sondern mittels einer entsprechenden Zug- oder Druckkraft über einen Teilbereich seiner Länge in den Erdboden eingedrückt. Somit ist er vom Erdboden relativ fest gehalten, so daß die auf ihn in seiner Längsrichtung wirkenden Schwingungen nicht dazu führen können, daß er sich zur Seite bewegt oder sogar beschädigt wird.

Die Erfindung betrifft ferner die Ausgestaltungen von aus Beton oder Stahlbeton bestehenden Pfählen, die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingesetzt werden können. Hierzu wird auf die Ansprüche 3 bis 12 verwiesen.

Ferner bezieht sich die Erfindung auf Gründungen und gegebenenfalls Fundamentausbildungen, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren und mit den erfindungsgemäß ausgebildeten Pfählen hergestellt sind. So befassen sich die Ansprüche 13 und 14 mit einer Gründung für ein Einzelfundament, während die Ansprüche 15 bis 18 sich auf Pfähle beziehen, die miteinander ein plattenförmiges Feld aus komprimiertem Erdreich schaffen.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung sind sowohl den vorstehend erwähnten Unteransprüchen, auf deren Inhalt hiermit ausdrücklich Bezug genommen wird, als auch der nachfolgenden Beschreibung und der zugehörigen Zeichnung von erfindungsgemäßen Ausführungsmöglichkeiten zu entnehmen. In der Zeichnung

zeigt:

Fig. 1 bis 4: verschiedene Stadien des Eintreibvorganges gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren, mit Darstellung von Pfählen nach der Erfindung,

Fig. 5: eine erste Ausführungsmöglichkeit eines Gerätes zur Durchführung des Eintreibvorganges,

Fig. 6: eine zweite Ausführungsmöglichkeit eines Gerätes zur Durchführung des Eintreibvorganges,

Fig. 7: einen Pfahl nach der Erfindung in perspektivischer Ansicht,

Fig. 8, 9: in Teilansichten die Erfindung im Zusammenhang mit einer Gründung für ein Einzelfundament, mit Darstellung von Pfählen nach der Erfindung,

Fig. 10, 11: eine Ausführungsmöglichkeit der Erfindung im Zusammenhang mit einer Gründung in Form eines plattenförmigen Fundamentes, mit Darstellung von Pfählen nach der Erfindung. Dabei ist Fig. 11 ein Schnitt gemäß der Linie XI-XI in Fig. 10.

Das Prinzip des Eintreibens der Pfähle 1 in den Erdboden 2 ist in den Fig. 1 - 4 dargestellt. Der betreffende Pfahl 1 wird mit einer nur schematisch angedeuteten Halterung 3 in senkrechter Lage auf den Erdboden 2 aufgesetzt und dann durch eine Druck- oder Zugkraft gemäß Pfeil 4 über einen Teilbereich 5 seiner Gesamtlänge L in den Erdboden eingedrückt. Dieses Eindringen erfolgt schwingungs- bzw. vibrationsfrei. Danach wird auf die obere Stirnfläche 6 des Pfahles 1 ein Schwingungserzeuger, hier ein nur schematisch angedeuteter Vibrator 7, aufgesetzt, der in nicht dargestellter Weise mit dem oberen Bereich 8 des Pfahles 1 verbunden ist und diesen in seiner Längsrichtung A-B gemäß den Pfeilen 9 auf- und abschwingt, bis er die in Fig. 3 dargestellte Eintreiblage erreicht hat. Danach wird der Vibrator 7 weggenommen oder abgeschaltet und es wird gemäß Pfeil 10 der Pfahl noch um den weiteren Betrag 11 vibrations- bzw. schwingungsfrei in seine Endposition gemäß Fig. 4 gedrückt. In dieser Position hat er die zur Erfindung beschriebene Vorspannung. Hiermit wird der erläuterte nachteilige Schlupf zwischen Pfahl 1 und Erdboden 2 vermieden, der nach Beendigung der Vibration gemäß der Position der Fig. 3 auftreten kann. Der Pfahl ist fest im Erdreich verklemt.

Zusammengefaßt ergibt sich, daß das zunächst durch Ziehen oder Drücken am Pfahl 1 erfolgte Eindringen um den Betrag 5 ihn im Erdreich hält, so daß die

dann erfolgenden Vibrationen, welche den Pfahl 1 um den Hauptteil seiner Länge einbringen, den Pfahl nicht zur Seite bewegen oder beschädigen können. Die letzte, bereits geschilderte Phase des Überganges von Fig. 3 nach Fig. 4 durch die Kraft 10 schafft die endgültige, fixe Eintreiblage und Vorspannung, in der bei der vorgesehenen Belastung praktisch kein Setzen des Pfahles mehr in das Erdreich hinein erfolgt.

Wie in Fig. 1 - 4 und insbesondere in Fig. 7 dargestellt, ist der Pfahl 1 nach unten konisch verjüngt. Er kann eine beliebige Querschnittsform, z.B. quadratisch oder rechteckig gemäß Fig. 7 haben. Er könnte stattdessen auch einen ovalen oder kreisrunden Querschnitt besitzen. Ferner kann sich der Pfahl 1 in Richtung zu seiner oberen Stirnfläche hin "trompeten"-artig erweitern, wie es durch die strichpunktierten Linien 12 in Fig. 1 oben angedeutet ist.

Statt einer konischen Verjüngung der Pfähle nach unten kann eine solche Verjüngung auch bogenförmig verlaufen. Die vorgenannten Verjüngungen müssen sich nicht über die gesamte Länge des Pfahles erstrecken. Es ist auch möglich, daß die Pfähle 1 nur über einen Teil ihrer Länge eine Verjüngung aufweisen, bevorzugt über einen größeren Teil ihrer Länge L, die sich zwischen dem unteren Ende 13 und einer entsprechenden Stelle im oberen Bereich des betreffenden Pfahles befinden.

Die Pfähle können in einer bevorzugten Ausführungsform eine Ausgestaltung der Verjüngung ihrer Außenseiten derart aufweisen, daß sie nach ihrem Eintreiben und endgültigen Eindrücken in den Erdboden an diesem haften. Dabei kann die Verjüngung der Pfähle in Abhängigkeit von der Konsistenz des jeweiligen Erdbodens gewählt werden, und zwar derart, daß bei härterem Erdboden die Neigung der Außenseiten des Betonpfahles zu dessen Längsmittelachse A-B kleiner und bei einem weicherem Erdboden demgegenüber größer ist. Beispielsweise kann die Neigung jeder der Außenseiten des betreffenden Pfahles 1 zu seiner Längsmittelachse A-B etwa 2 bis 6 % betragen. Schließlich können auch im Sinne der Aufgabenstellung der Erfindung die Oberflächen der Außenseiten der Pfähle aufgeraut oder mit Vertiefungen versehen sein. Hierdurch wird weiter ihre Haftung oder Reibung an dem sie umgebenden Erdreich erhöht.

Durch die konische Verjüngung des Pfahles verklemmen sich seine Seitenflächen beim Eintreiben mit dem daran anliegenden Erdreich. Im Gegensatz zu dem erläuterten Stand der Technik, bei dem in den Erdboden eingegossene zylindrische Betonpfähle sich auf einer tragenden Bodenschicht abstützen, ist es hier nicht notwendig, daß die untere Stirnfläche 13 des Pfahles ein festes Widerlager in Form einer tragenden Bodenschicht findet. Während die vorbekannten zylindrischen Betonpfähle sehr lang sein müssen, z.B. 20 m, genügen für eine hinreichende Gründung mit Pfählen, die nach der Erfindung ausgebildet und eingetrieben sind, eine demgegenüber kleinere Pfahllänge von z.B. 8 - 12 m. Es versteht sich, daß die Erfindung nicht auf

Pfähle dieser Länge beschränkt ist.

Erwähnt sei noch, daß vom Prinzip her das Eindrücken des Pfahles aus der Position der Fig. 1 in die Position der Fig. 2 nicht unbedingt notwendig ist. Man könnte stattdessen bei auf dem Erdboden aufgesetztem Pfahl gemäß Fig. 1 bereits mit der Aufbringung der senkrechten Schwingungen mittels eines Vibrators 7 oder dergleichen beginnen und dies so lange fortsetzen, bis der Pfahl die Position der Fig. 3 erreicht hat. Danach erfolgt der weitere Eintreibvorgang wie oben erläutert.

Die Pfähle 1 sind aus Beton oder Stahlbeton. Sie können auch hohl und dabei aus einem porösen Beton herstellbar sein, so daß durch ihren hohlen Innenraum (nicht dargestellt) über den porösen Beton im Erdreich befindliches Wasser abgesaugt werden kann. Dies verringert bei sehr feuchten Böden die Gefahr einer zu großen Schlüpfrigkeit der Pfahlaußenseite am Boden.

In den Figuren 5 und 6 sind schematisch Anordnungen und Geräte gezeigt, um die Pfähle nach der Erfindung in den Erdboden einzubringen. Im Beispiel der Fig. 5 ist ein kleineres, geländegängiges Fahrzeug 14 an der Baustelle mittels üblicher, hydraulisch zu betätigender Stützen 15 abgestützt und gegebenenfalls durch einen Ballast 16 fest gehalten. Es trägt über nur schematisch angedeutete Streben 17 eine ebenfalls nur schematisch angedeutete Halterung 18, in der eine Hydraulik 19 befestigt ist. Der bewegliche Teil 19' dieser Hydraulik ist in nicht dargestellter Weise fest mit dem oberen Bereich des Vibrators 7 verbunden, der über eine nur angedeutete Verbindung 20 am oberen Bereich 8 des Pfahles 1 angreift. Die Hydraulik 19 sorgt für die sogenannte Vorspannung, d.h. das letzte schwingungslose Eindrücken des Pfahles 1 in den Erdboden aus der Position gemäß Fig. 3 in die der Fig. 4. Sie kann auch bei entsprechender Ausbildung für das Eindrücken des Bereiches 5 des Pfahles 1 aus der Position der Fig. 1 in die der Fig. 2 dienen. Die Belastungsergebnisse der erläuterten Hydraulik 19 können elektronisch aufgezeichnet und ausgewertet werden. Die genaue senkrechte Lage der Halterung 18 kann durch hydraulische Verstellung der Abstützungen 15 des Gerätes 14 erreicht werden.

In der Ausführungsform nach Fig. 6 ist ein fahrbarer Traktor 21 vorgesehen, der über eine Strebenanordnung 22 ein Gerüst 23 trägt, das hier nur schematisch angedeutet ist. Das Gerüst 23 stützt sich bei 24 am Erdboden ab. Es sind zwei Seilzüge 25 und 26 in Form von Seilwinden vorgesehen. Diese Seilzüge bewirken über das Gerüst 23, auch Mäkler genannt, und die daran angebrachten, nachstehend näher erläuterten Umlenkrollen folgendes:

Das Seil 25, welches von der Rolle 27 des Traktors auf und ab bewegt werden kann, läuft über eine Zwischenrolle 28' zu einer Umlenkrolle 28 des Mäklers 23. Hieran hängt der Vibrator 7 und an diesem der Pfahl 1. Dabei zeigt Fig. 6 den Pfahl 1 vor seinem Einbringen in den Erdboden. Dies entspricht der Stellung gemäß Fig. 1. Der zweite Seilzug 26 wird von der Rolle 29 des Trak-

tors bewegt und läuft über eine weitere Umlenkrolle 30 des Mäklers 23, die ebenso wie die vorgenannte Umlenkrolle 28 in dessen oberen Bereich angebracht ist. Der Seilzug 26 läuft von der Umlenkrolle 30 zu einer unteren Umlenkrolle 31 des Mäklers und von da wieder nach oben zum Vibrator 7. Dieser Seilzug dient bei entsprechendem Antrieb über die Rolle 29 dazu, über den dann nicht betriebenen Vibrator den Pfahl 1 aus der Position gemäß Fig. 3 in die Endlage gemäß Fig. 4 zu drücken, d.h. ihm die bereits erläuterte Vorspannung zu geben.

Es versteht sich, daß die vorbeschriebenen Ausführungen nach Fig. 5 und 6 nur beispielhaft sind und daß die Lehre der Ansprüche 1 - 3 auch mit anderen Geräteausführungen verwirklicht werden kann. Die Einstellung der senkrechten Lage der Halterung bzw. des Mäklers 23 kann durch in der Zeichnung nicht dargestellte hydraulische Stützen dieses Mäklers erfolgen.

Sowohl das Gerät 14 als auch der Traktor 21 sind wegen der geforderten Geländegängigkeit zweckmäßigerweise mit Raupenantrieb versehen.

Fig. 7 zeigt die Ausführungsmöglichkeit eines des Pfähle 1 in perspektivischer Darstellung. Hieraus ist sowohl die Verjüngung des Pfahles von seiner oberen Stirnfläche 6 bis zu seiner unteren Stirnfläche 13 als auch eine rechteckige bzw. quadratische Querschnittsform zu erkennen. Es könnte aber auch eine ovale oder kreisförmige Querschnittsform vorgesehen sein. Der angegossene Zapfen 35 kann zum Erfassen des Pfahles durch einen Kran oder auch zum Verbinden mit dem Vibrator dienen.

Die Figuren 8, 9 zeigen die Schaffung einer Einzelgründung bzw. eines Einzelfundamentes mit der Erfindung. Fig. 8 zeigt in diesem Beispiel in der Draufsicht einen Teil des Bodens 2 mit insgesamt neun Pfählen 1, von denen jeweils die oberen Stirnflächen erkennbar sind. Das hierauf aufzubringende Fundament ist aus Gründen der zeichnerischen Vereinfachung in Fig. 8 nur strichpunktiert angedeutet.

Fig. 9 zeigt hierzu eine Ansicht in Pfeilrichtung 32 mit angegossenem Fundament 33. Das Fundament 33 ist auf die oberen Stirnflächen 6 der Pfähle 1 aufgesetzt, die sich in einer gemeinsamen Ebene befinden. Es kann hierzu mit in das Material der Pfähle 1 eingelassenen Eisenstäben 34 vergossen sein. Diese Eisenstreben 34 sind in einem der Pfähle 1 in Fig. 8 angedeutet. Sie können zum Halt der Pfähle bei ihrem Aufsetzen auf den Erdboden und auch zur Übertragung der Schwingungen vom Vibrator 7 auf die Pfähle dienen. Somit ist ein Fundament 33 geschaffen, das in Fig. 8 von einer Gruppe diese Einzelgründung bildender Pfähle 1, hier von acht Pfählen im Quadrat und einem in der Mitte des Quadrates angeordneten Pfahl 1, gebildet ist. Es versteht sich, daß für die Gründung eines Bauwerkes dessen Gewicht und Größe aufnehmende Anzahl von solchen Einzelgründungen vorzusehen ist. Eine Komprimierung des Bodens zwischen den einzelnen Einzelgründungen braucht hier nicht vorgesehen zu sein. Läßt man aber eine gewisse Bodensetzung des

Bauwerkes zu und ist der zwischen den Pfählen bestehende Boden komprimiert, so kann er auch zur Lastübernahme aus dem Bauwerk mit herangezogen werden. Dazu sind Bodennachuntersuchungen nach dem Pfahlsetzen angebracht.

Ferner kann eine Anordnung der Pfähle gemäß den Figuren 10, 11 vorgesehen sein, die ebenso wie die Pfähle nach dem Ausführungsbeispiel der Figuren 8, 9 gemäß der Lehre der Erfindung in den Erdboden eingebracht werden. Es ist ein Areal 36 gezeigt, in dem eine Anzahl von Tragpfählen 1 in mehreren nebeneinander bzw. übereinander liegenden Reihen C-D und E-F in das Erdreich 2 eingetrieben ist. Die Abstände a zwischen den Tragpfählen (siehe Fig. 10) sind relativ gering. Sie sind so gewählt, beispielsweise 0,5 m, daß entsprechend der jeweiligen Belastung und dem Bodenwert mit dem Eintreiben der Tragpfähle zwischen ihnen Bereiche 37 mit verdichteter Erde entstehen, die kreuzschraffiert in Fig. 11 dargestellt sind. Auch hier verjüngen sich die Tragpfähle 1 von oben, d.h. von ihren Stirnseiten 6 her nach unten zu ihren Stirnflächen 13, und zwar ebenso wie in den übrigen Ausführungsbeispielen in einer bevorzugt konischen Form der Verjüngung. Auch in diesem Ausführungsbeispiel sowie dem zuvor anhand der Fig. 8, 9 erörterten Ausführungsbeispiel können die Pfähle wie zuvor erläutert ausgestaltet sein. Damit entsteht zwischen den Pfählen insgesamt ein Bereich verdichteten Erdreiches. Außerdem dienen auch hier, ebenso wie bei den übrigen Ausführungsbeispielen, die Seitenwände 38 des Erdreiches als Anlage- und Abstützflächen für die sich nach unten verjüngenden Seitenwände 39 der Tragpfähle 1. Die mit den Pfeilen 40 angedeutete Last des Bauwerkes drückt auf die Tragpfähle 1. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel liegt die Länge L der Tragpfähle im Bereich von 8 - 12 m, während die Abmessung der oberen Stirnfläche 6 50 x 50 cm und der unteren Stirnfläche 13 15 x 15 cm ausmacht. Aufnahme und Abstützung der Last 40 erfolgt, wie erläutert, in der gleichen Weise wie bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen. Zusätzlich ist hier noch der o.g. Effekt gegeben, daß durch die geringen Abstände a zwischen den Tragpfählen 1 insgesamt eine verdichtete Erdplatte geschaffen wird. Eine solche Platte ist mit wesentlich geringerem Aufwand herstellbar als eine sonst aus Stahlbeton zu gießende Grundplatte. Die Anordnung nach den Figuren 10, 11 empfiehlt sich insbesondere bei Vorhandensein von weichen und damit kaum tragfähigen Böden. Das Bauwerk kann mit einem Fundament auf die dargestellten Einzelpfähle, hier zwölf Stück, aufgelegt oder mit davon vorragenden Bewehrungen (siehe Ziffer 34 in Fig. 8, 9) vergossen werden.

Alle dargestellten und beschriebenen Merkmale, sowie ihre Kombinationen miteinander, sind erfindungswesentlich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Einbringung von sich in Einbringrich-

- tung verjüngenden Pfählen (1) in den Erdboden (2), die zur Abstützung bzw. dem Tragen von Bauwerken oder Bauwerksteilen, insbesondere von Bauwerksfundamenten dienen, dadurch gekennzeichnet, daß die Pfähle (1) in in ihrer Längsrichtung (A-B) hin- und hergehende Schwingungen (9) versetzt und in dieser Weise zunächst in den Erdboden (2) bis zu einer Position eingetrieben werden, die kurz vor Erreichen ihrer endgültigen Tiefenlage gelegen ist, daß danach die Schwingungen abgestellt werden und dann eine Endphase des Eintreibvorganges durch Aufbringen einer in Eintreibrichtung (4) wirkenden, schwingungsfreien Zug- oder Druckkraft (10) auf den Pfahl erfolgt, bis dieser mit einer gewissen Vorspannung im Erdboden fest gehalten ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige Pfahl (1) zunächst schwingungslos über einen Teilbereich (5) seiner Länge (L) in den Erdboden (2) eingezogen oder eingedrückt wird und daß erst danach dem Pfahl die Schwingungen (9) zugeführt werden.
 3. Betonpfähle zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Betonpfähle (1) mit einer konisch oder bogenförmig nach unten verlaufenden Verjüngung versehen sind.
 4. Betonpfähle nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch eine Ausgestaltung der Verjüngung der Außenseiten (1') der Pfähle (1) derart, daß sie nach ihrem Eintreiben und endgültigen Eindringen in den Erdboden (2) an diesem haften.
 5. Betonpfähle nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verjüngung der Pfähle in Abhängigkeit von der Konsistenz des jeweiligen Erdbodens gewählt ist und zwar derart, daß bei härterem Erdboden die Neigung der Außenseiten (1') des Betonpfahles zu dessen Längsmittelachse (A-B) kleiner und bei einem weicheren Erdboden demgegenüber größer ist.
 6. Betonpfähle nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Neigung jeder der Außenseiten (1') des betreffenden Pfahles (1) zu seiner Längsmittelachse (A-B) etwa 2 - 6 % beträgt.
 7. Betonpfähle nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächen der Außenseiten (1') der Pfähle (1) aufgerauht oder mit Vertiefungen versehen sind.
 8. Betonpfähle nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Pfähle (1) einen etwa quadratischen oder run-

den oder etwa elliptischen Querschnitt aufweisen.

9. Betonpfähle zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, sowie nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 - 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Betonpfähle aus einem porösen Betonmaterial bestehen und innenseitig hohl sind.
10. Betonpfähle zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, sowie nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 - 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Pfähle (1) von ihrem unteren Ende (13) her nach oben über den größeren Teil ihrer Länge (L) mit der Verjüngung versehen sind.
11. Betonpfähle zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, sowie nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 - 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Pfähle (1) in ihrem oberen Bereich (8) eine von der oberen Stirnfläche (6) her zugängliche Halterung (35; 34) für das Anbringen eines Vibrators aufweisen.
12. Pfähle zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, sowie nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 - 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge (L) der Pfähle (1) etwa 8 - 12 m beträgt.
13. Aus mehreren Pfählen sowie nach dem Verfahren gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche hergestellte Einzelgründung, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere, nebeneinander angeordnete Pfähle (1) die Gründung für ein Einzelfundament (33) bilden, wobei die oberen Stirnflächen (6) der Pfähle (1) in der gleichen Horizontalebene liegen und in etwa über den Bereich der unteren Aufsatzfläche des Einzelfundamentes verteilt sind.
14. Einzelgründung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Einzelfundament (33) mit Trageisen (34) vergossen ist, die von den oberen Bereichen (8) der Pfähle (1) her über deren oberen Stirnflächen (6) nach oben vorragen.
15. Aus mehreren Pfählen sowie nach dem Verfahren gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche hergestellte Flächengründung, dadurch gekennzeichnet, daß eine Anzahl von in den Erdboden (2) eingetriebenen Pfählen (1) vorgesehen ist, wobei die oberen Stirnflächen (13) der Pfähle (1) mit der Erdoberfläche etwa bündig sind und daß diese Pfähle benachbart und in relativ geringem Abstand (a) voneinander angeordnet sind und somit ein Feld bilden, auf welches das Fundament oder das jeweilige Gebäude aufsetzbar ist.
16. Einzelgründung nach Anspruch 15, dadurch

gekennzeichnet, daß der Abstand (a) der Pfähle (1) voneinander etwa 0,5 m beträgt.

17. Einzelgründung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß über das geschaffene "Feld" eine Fundamentplatte gelegt und damit verbunden, insbesondere vergossen ist. 5
18. Einzelgründung nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 - 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Pfähle (1) in sich kreuzenden Reihen (C-D) und (E-F) und dabei jeweils im Abstand (a) voneinander angeordnet sind. 10

15

20

25

30

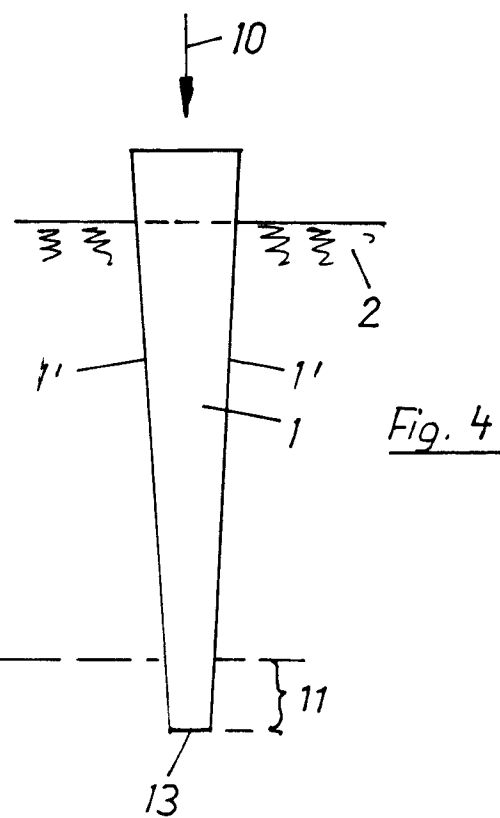
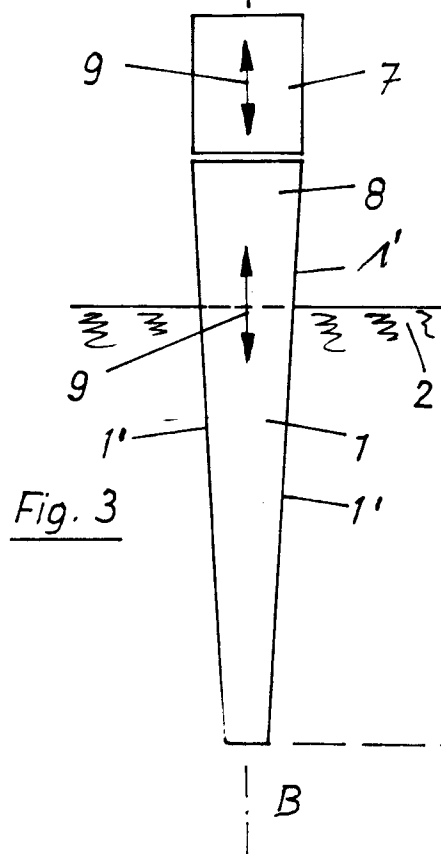
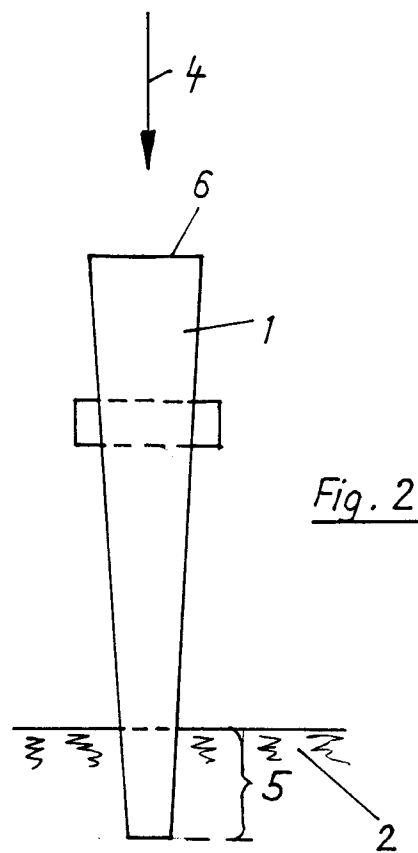
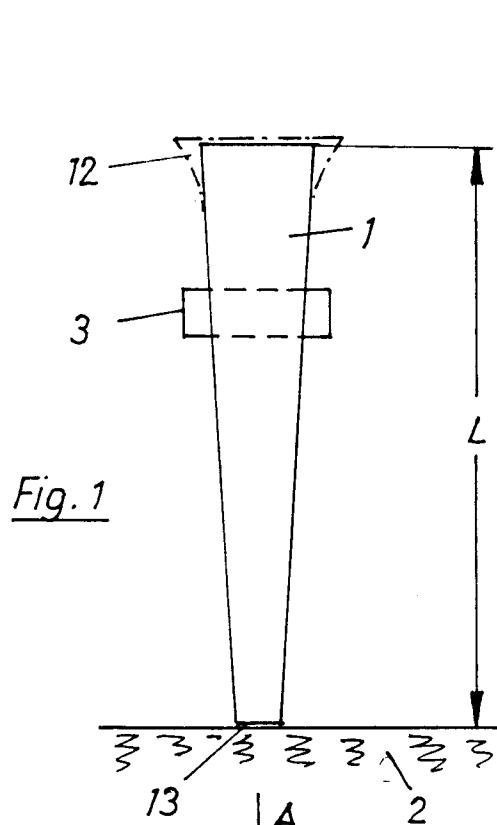
35

40

45

50

55



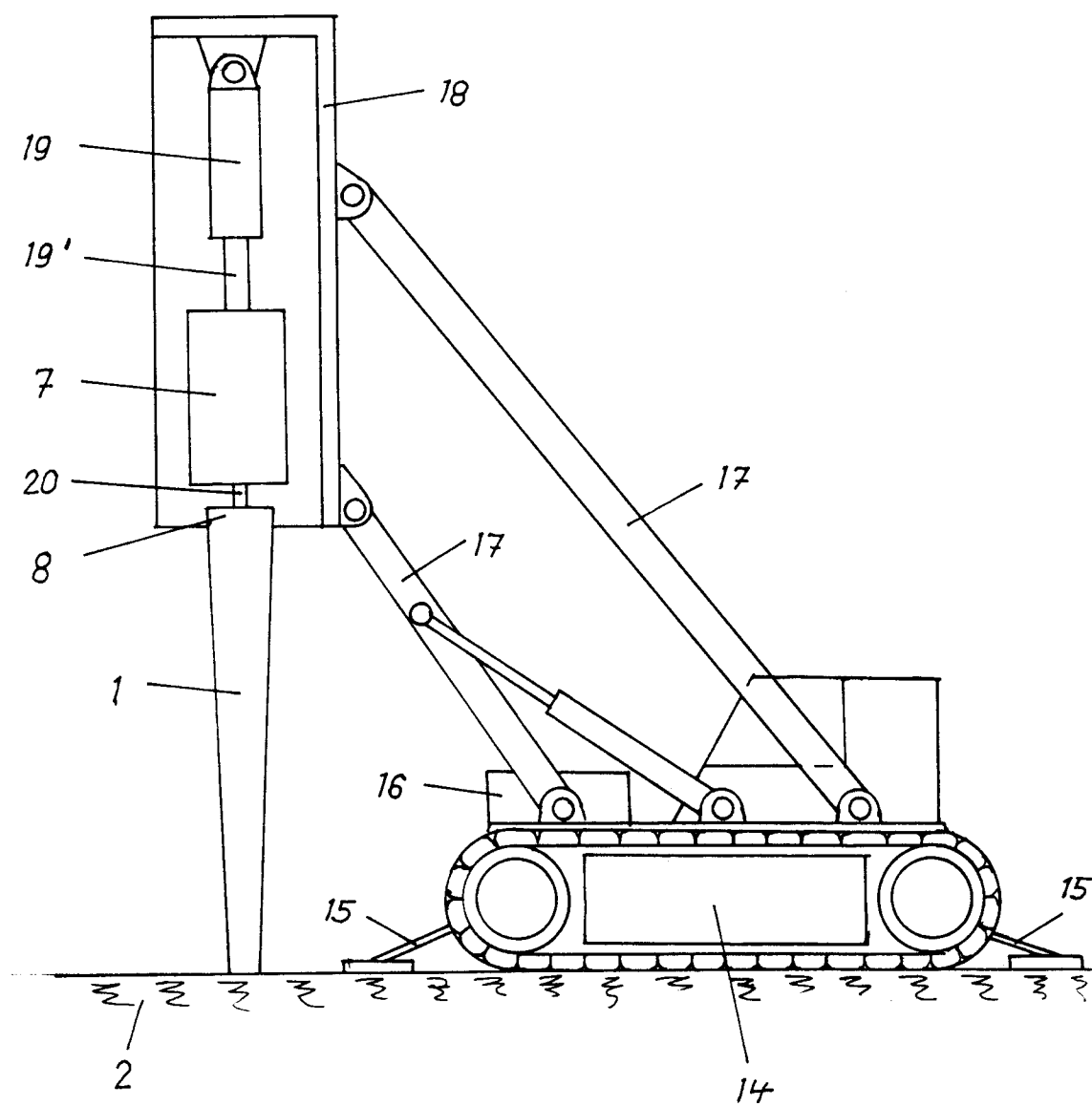


Fig. 5

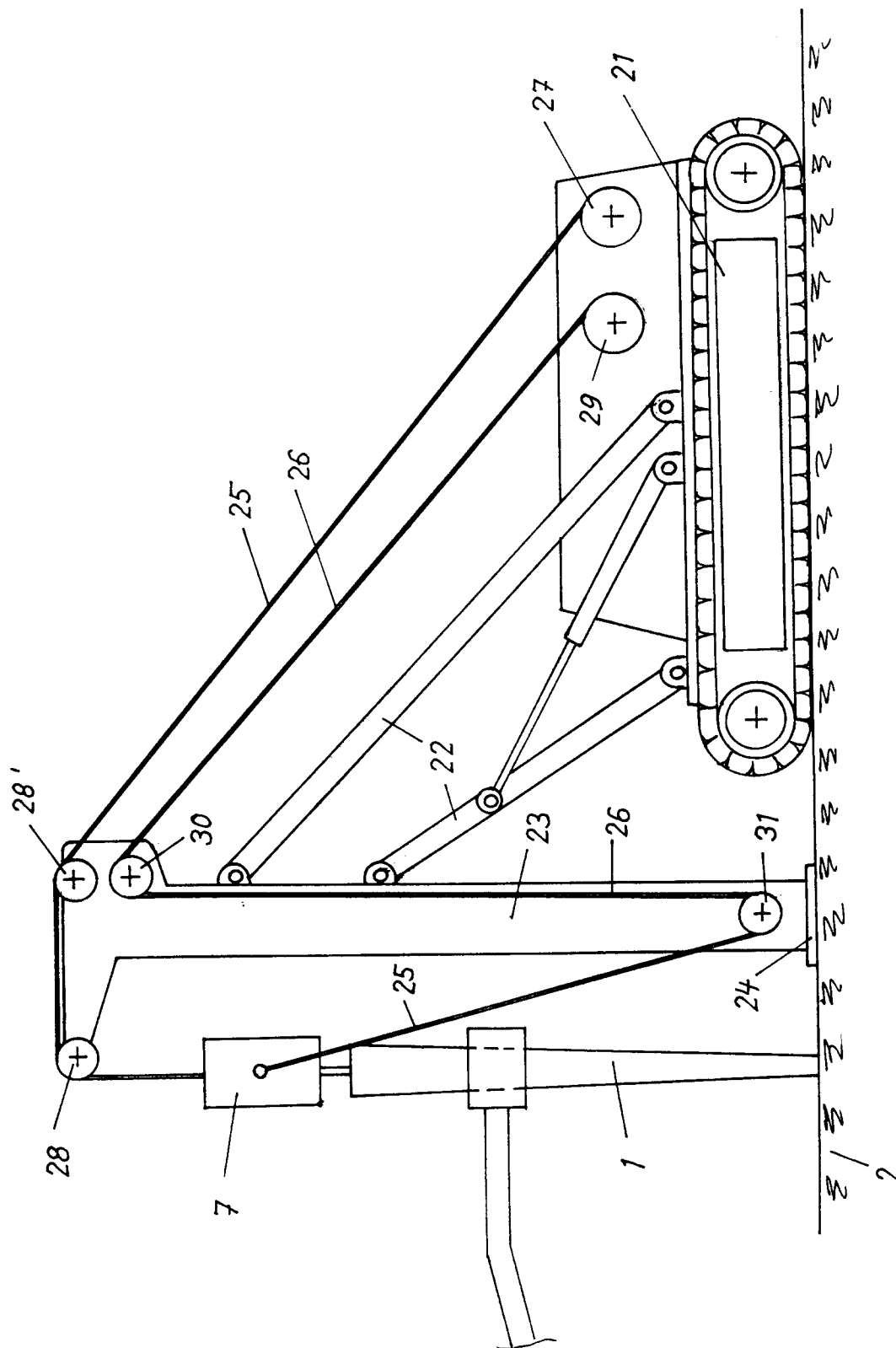


Fig. 6

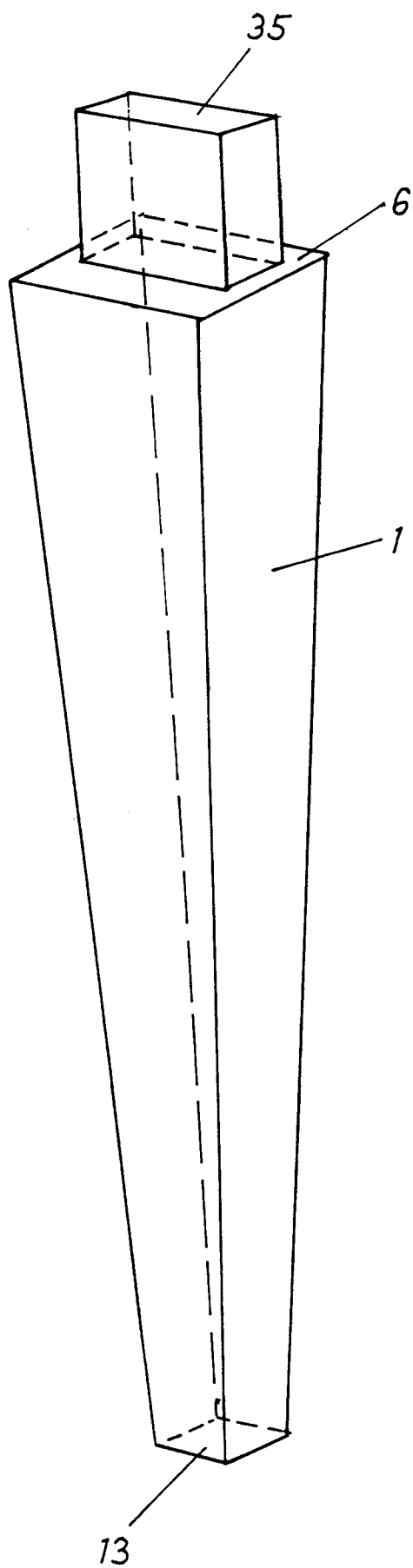
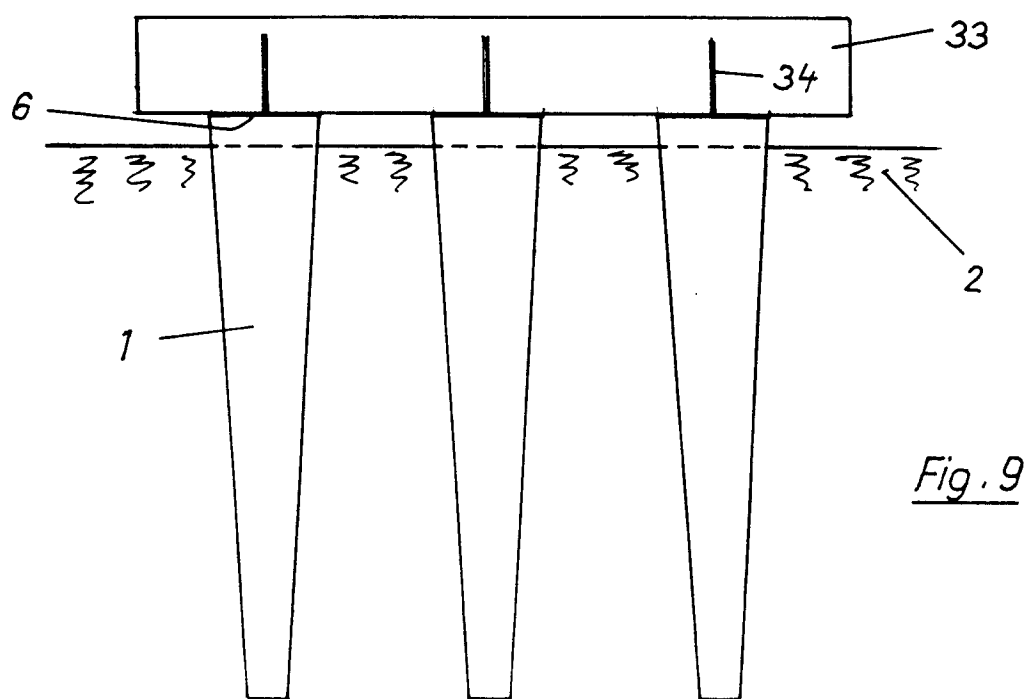
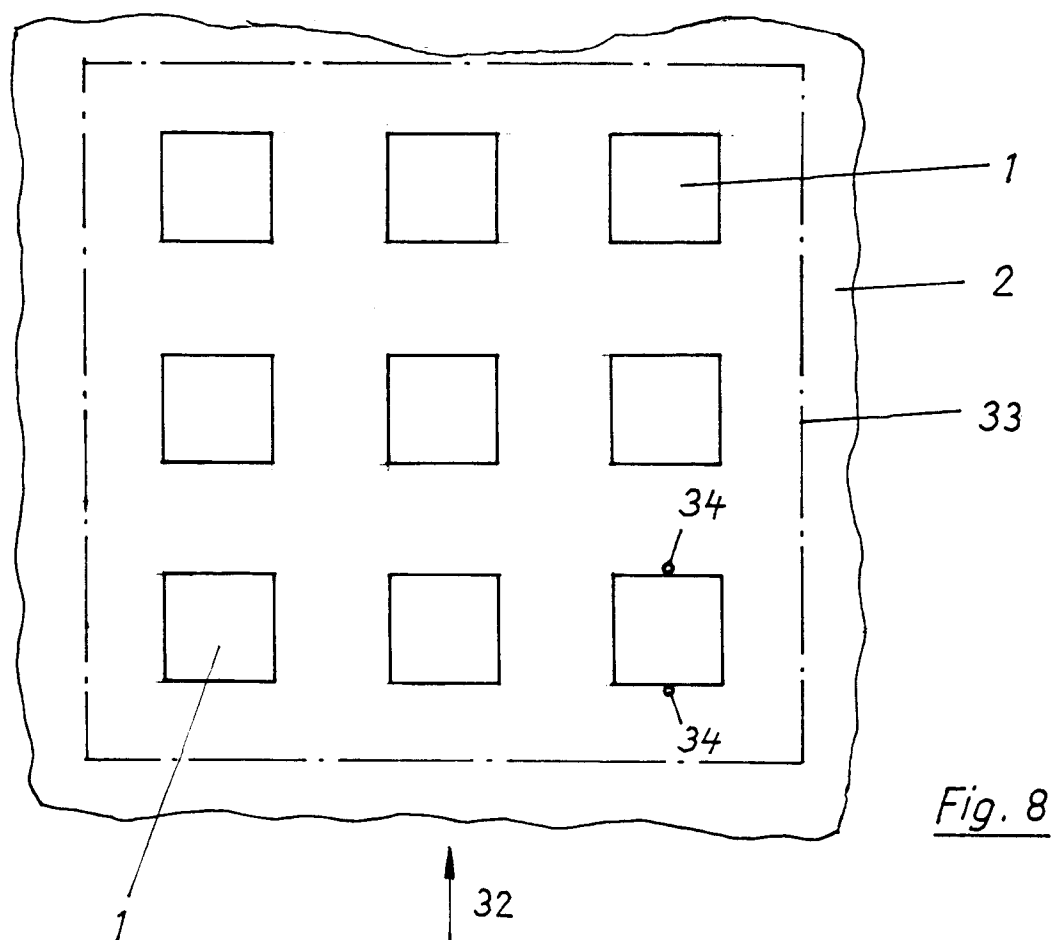
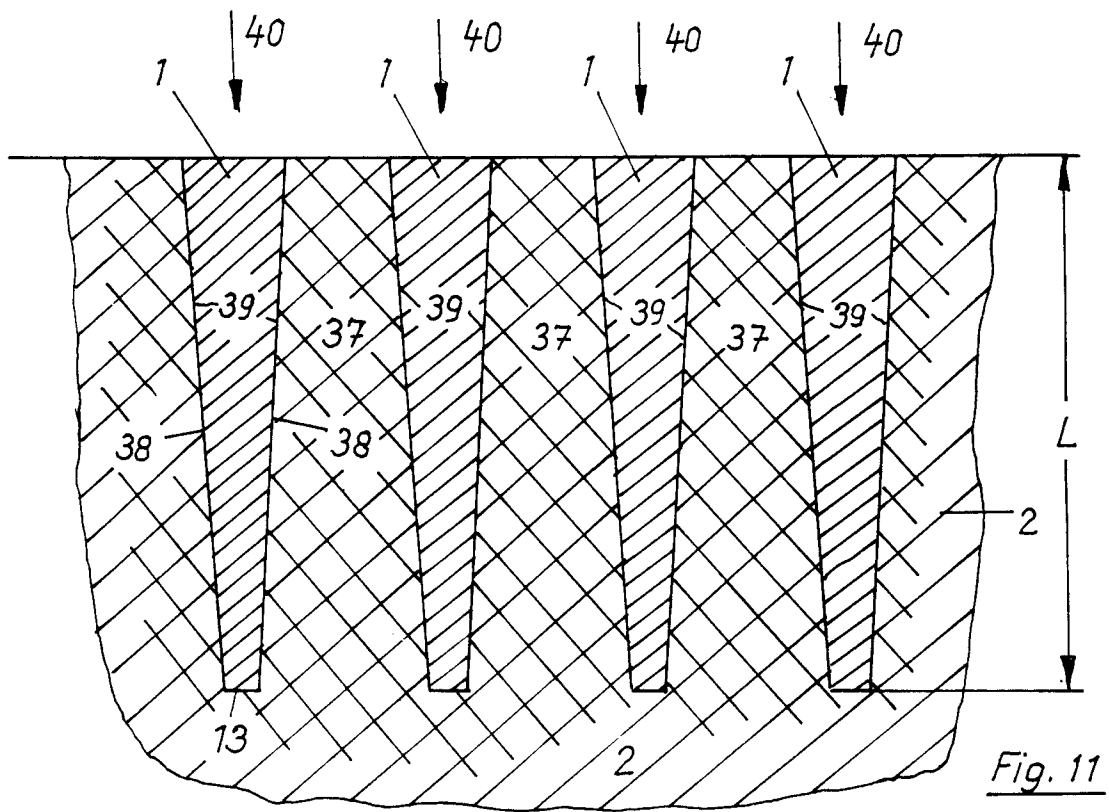
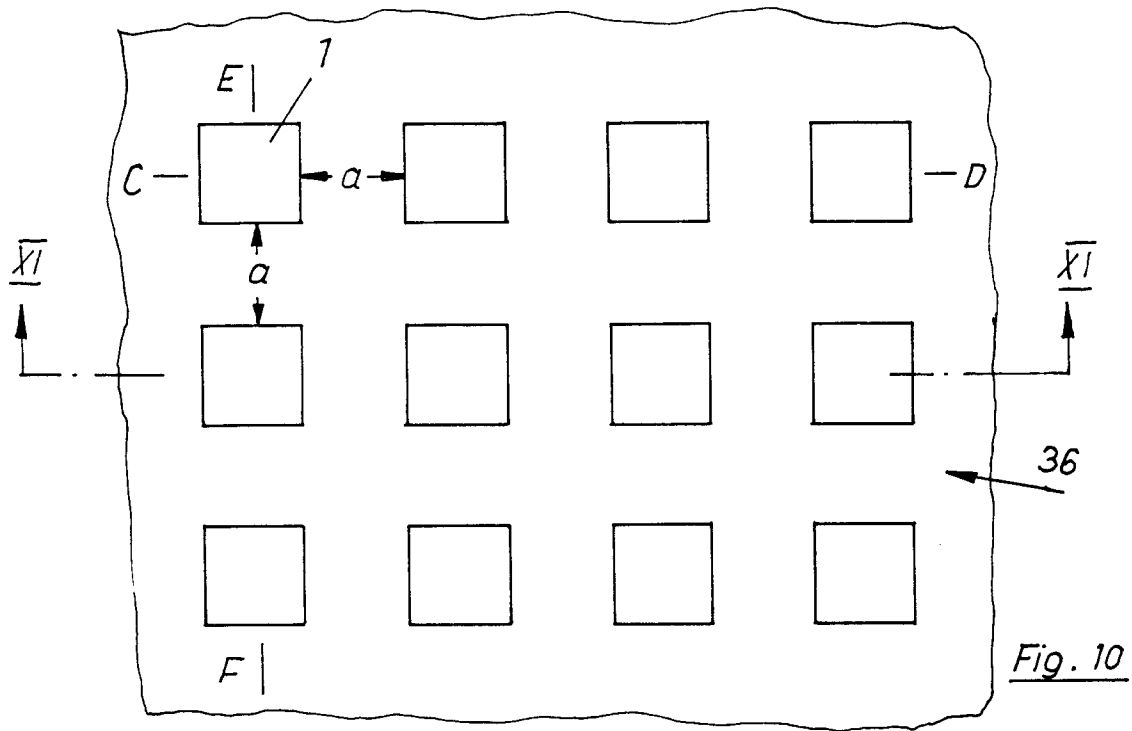


Fig. 7







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 11 1806

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US-A-3 820 347 (MEDEMA W) 28.Juni 1974	3,8,10,13,18	E02D5/30 E02D27/12 E02D7/26
Y	* das ganze Dokument *	9,14,17	
A	---	4,6,11,12,15,16	
Y	WO-A-94 17252 (ROXBURY LTD ;BULLIVANT ROGER ALFRED (GB)) 4.August 1994	14,17	
A	* Seite 7, Zeile 4 - Seite 17, Zeile 5; Abbildungen 2-9 *	3-13,15-18	

A	NL-A-8 701 500 (RINGVAART B V DE) 16.Januar 1989	4,8,9,11-18	
	* Seite 2, Zeile 25 - Seite 6, Zeile 7; Abbildungen 1-12 *		

Y	DE-C-194 125 (KOSSEL) 20.Januar 1908	9	
A	* das ganze Dokument *	3-8,10-18	

A	DE-C-230 436 (BECHTEL) 5.Februar 1910	3-6,8-10,12-17	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) E02D
	* das ganze Dokument *		

D,A	CH-A-622 570 (FIETZ & LEUTHOLD AG) 15.April 1981	1-6,8-10,12-14,17	
	* Spalte 1, Zeile 66 - Spalte 2, Zeile 67; Abbildungen 1-3 *		

A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 1 (M-550) [2448] , 6.Januar 1987 & JP-A-61 179920 (OHBAYASHIGUMI LTD), 12.August 1986, * Zusammenfassung *	11	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 8.November 1996	Prüfer Tellefsen, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 01.82 (P0403)