

12

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 89111793.9

51 Int. Cl.4: **E02D 5/62** , **E02D 5/54** ,  
**E02D 5/18** , **E02D 5/44**

22 Anmeldetag: 08.01.85

30 Priorität: 23.03.84 DE 3410830

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
20.12.89 Patentblatt 89/51

60 Veröffentlichungsnummer der früheren  
Anmeldung nach Art. 76 EPÜ: 0 151 389

84 Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH FR IT LI NL

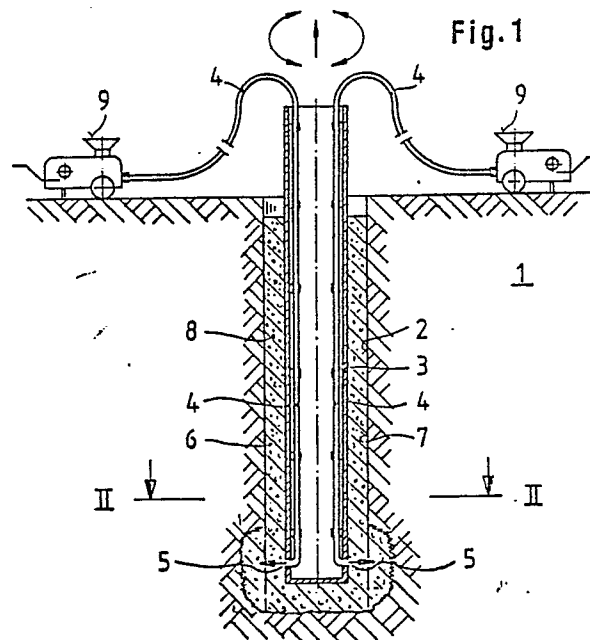
71 Anmelder: **Stump Bohr GmbH**  
**Am Lenzenfleck 1-3**  
**D-8045 Ismaning/Mchn(DE)**

72 Erfinder: **Reichert, Ernst, Dipl.-Ing.**  
**Köhlerstrasse 9**  
**D-8011 Pöding(DE)**

74 Vertreter: **Eder, Eugen, Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwälte Dipl.-Ing. E. Eder Dipl.-Ing. K.**  
**Schieschke Elisabethstrasse 34**  
**D-8000 München 40(DE)**

54 **Verfahren zum Herstellen von Bauelementen im Baugrund, wie Pfählen, Ankern oder dergleichen, sowie Vorrichtung zur Ausführung dieses Verfahrens.**

57 Bei dem Verfahren zum Herstellen von Bauelementen im Baugrund (1), wie Pfählen, Ankern, oder dgl., wird ein Loch (2) im Baugrund (1) hergestellt. Mittels eines in das Loch (2) eingebrachten Strahlrohres (3) mit wenigstens einer seitlichen Strahldüse (5) wird ein erhärtbarer flüssiger Baustoff unter Höchstdruck als kontinuierlicher Hochdruckstrahl unter Ziehen und Drehen des Strahlrohres (3) in die das Loch (2) umgebende Baugrundwand (7) eingepresst. Das Strahlrohr (3) besitzt einen gegenüber dem Loch (2) im Baugrund (1) kleineren Querschnitt. Der Ringraum (6) zwischen Strahlrohr (3) und Lochwandung (7) wird vor dem Ziehen des Strahlrohres (3) und dem damit verbundenen Einpressen des erhärtbaren flüssigen Baustoffes mit einem erhärtbarem Material (8) gefüllt.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Bauelementen im Baugrund, wie Pfählen, Ankern, Schlitzwänden oder dgl., mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruches 1, sowie einen Vorrichtung zur Ausführung dieses Verfahrens mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruches 9.

Aus der DE-AS 21 58 764 ist es bekannt, unterirdische Säulen dadurch herzustellen, daß ein Erdbohrer bis auf Säulenfußtiefe vorangetrieben wird. Während des Zurückziehens desselben wird ein Erdverfestigungsmittel unter hohem Druck über wenigstens eine Düse kontinuierlich eingeleitet, welches in das umgebende Erdreich unter Zerstörung der betroffenen Bodenstruktur eindringt und sich mit diesem mischt. Dabei wird ein Erdbohrer verwendet, der sich infolge seines kleinen Durchmessers relativ leicht einbohren läßt. Durch das Einbringen von Erdverfestigungsmittel unter hohem Druck soll sich ein Säulenquerschnitt bilden, der gegenüber dem Durchmesser des Erdbohrers beträchtlich größer ist. Der Säulenquerschnitt besteht dann im wesentlichen aus einem Gemisch von Erdverfestigungsmittel und Bodenmaterial. Die Festigkeit und Belastbarkeit solcher Säulen ist nicht optimal; das Anordnen einer Stahlbewehrung ist nicht möglich.

Die EP-A-0064663 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Stabilisierung von Rutschhängen durch Anbringen von Pfählen. In ein Bohrloch wird hierbei erhärtender Baustoff eingebracht. In diesem wird bis zum Bohrlochgrund ein Ventilrohr eingeschoben. Dieses besitzt übereinander mehrere Austrittsöffnungen. Nach Erhärten des Baustoffes im Bohrloch wird in das Ventilrohr ein Druckrohr eingeführt, das am unteren Ende seitliche Austrittsöffnungen besitzt. Oberhalb und unterhalb hiervon sind Abdichtungsmanschetten angeordnet. Über dieses Druckrohr wird bei entsprechender Höheneinstellung von einer Hochdruckquelle erhärtender Baustoff eingedrückt. Dieser tritt über die Öffnungen im Ventilrohr aus, sprengt den umgebenden erhärteten Baustoff auf und tritt über die Risse in die Bohrlochumgebung ein. Hierdurch wird der Reibungsschluß des Pfahles mit der Bohrlochumgebung und damit die Tragfähigkeit eines solchen Pfahles erhöht. Nachteilig ist hierbei, daß eine Verdichtung der Wandung der Öffnung im Baugrund bzw. eine Erweiterung dieser Wandung vor Erhärten des Baustoffes nicht möglich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen von Bauelementen im Baugrund, wie Pfählen, Ankern oder dgl. und eine Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens zu schaffen, wobei die Bauelemente wenigstens im Kernquerschnitt weitgehend vom Bodenmaterial frei gehalten werden, wodurch deren Tragkraft und Festigkeit beträchtlich erhöht ist. Zugleich soll es

möglich sein, eine Bewehrung für die Bauelemente einzubringen.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teils der Patentansprüche 1 und 9.

Durch die Merkmale gemäß der Erfindung wird erreicht, daß der Kernquerschnitt des geschaffenen Bauelements im wesentlichen frei bleibt von Baugrundbestandteilen, so daß die volle Tragkraft des erhärtenden Baustoffes über diesen Querschnittsbereich voll aufrechterhalten bleibt. Außerdem wird es möglich, zusätzlich an sich bekannte Bewehrungen beim Herstellen solcher Bauelemente mit einzubringen.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Vertikalschnitt eines unverrohrten Pfahles mit einer Hochdruckstrahleinrichtung mit Strahlrohr zur Durchführung einer kontinuierlichen Hochdruckinjektion;

Fig. 2 einen Querschnitt nach der Linie X-X in Fig. 1;

Fig. 3 einen schematischen Vertikalschnitt eines bewehrten Pfahles mit teilweise gezogener Bohrlochverrohrung mit Rohrkappe und Strahlrohr;

Fig. 4 einen Querschnitt nach der Linie XII-XII in Fig. 3;

Fig. 5 einen schematischen Vertikalschnitt eines Pfahles mit Bewehrung und Strahlrohr;

Fig. 6 eine Draufsicht auf den Pfahl nach Fig. 5;

Fig. 7 einen schematischen Vertikalschnitt eines verrohrten Pfahles während des Verfüllens des Ringraumes zwischen dem Erdreich und dem eingebauten Strahlrohr mit kiesigem Zuschlagstoff, und

Fig. 8 einen Querschnitt eines Pfahles einer weiteren Ausführungsform mit Schutzrohr und separaten Strahllanzen.

Nach Fig. 1 ist im Baugrund 1 ein Pfahlloch 2 durch Bohren, Ausbaggern oder dgl. erstellt.

In das Pfahlloch 2 wird zunächst das unten verschlossene Strahlrohr 3 eingeführt. An der Innenwandung desselben sind Hochdruckleitungen 4 befestigt. Diese enden in Düsen 5, die in der Wandung des Strahlrohres 3 nahe dessen unterem Ende, vorzugsweise mit einem großen Abstand, angeordnet sind.

Vorzugsweise sind zwei einander gegenüberliegende Düsen 5 vorhanden. Jede Düse 5 wird durch eine eigene Hochdruckleitung 4 gespeist. Es wäre auch möglich, die beiden Düsen 5 über nur eine Hochdruckleitung zu versorgen. In diesem Fall müßte eine solche einzige Hochdruckleitung 4 zu-

nächst in eine Ringkammer am unteren Ende des Strahlrohres 3 enden, an die dann die Düsen 5 angeschlossen sind.

Durch die Verwendung von Hochdruckleitungen 4 kann als Strahlrohr 3 selbst ein verhältnismäßig dünnwandiges, nicht hochdruckfestes Rohr als Traggerüst verwendet werden. Mehrere, einander gegenüberliegende Düsen 5 erlauben eine Selbstzentrierung des Strahlrohres 3 im Pfahlloch 2. Das Strahlrohr 3 schützt den Pfahlkern gegen Verunreinigung durch Erdmaterial.

Ein nicht dargestelltes Trägergerät hält das Strahlrohr 3. Es dient zum Absenken, Anheben und zum Drehen bzw. Hin- und Herschwenken des Strahlrohres 3.

Durch ein übliches, nicht dargestelltes Einbringrohr wird dann Beton, z.B. Fließbeton, Pumpbeton oder Schüttnbeton bzw. Zementsuspension, von der Pfahllochsohle beginnend, eingebracht. Der Ringraum 6 zwischen Strahlrohr 3 und Pfahllochwandung 7 wird völlig mit Beton 8 gefüllt.

Mittels zweier Pumpen 9 wird darauffolgend flüssiger Baustoff unter hohem Druck kontinuierlich in die im Strahlrohr 3 befindlichen Hochdruckleitungen 4 gepreßt und über die seitlichen Düsen 5 am Strahlrohr 3 durch den Betonringraum 6 hindurch in den umgehenden Baugrund 1 eingeleitet. Dabei setzt das Trägergerät das Strahlrohr 3 und damit die Düsen 5 in eine Drehbewegung bei gleichzeitigem Heben des Strahlrohres 3. Das Einbringen des flüssigen Baustoffes über die Düsen 5 in den Baugrund 1 erfolgt jeweils auf der Länge des vorgesehenen Krafteinleitungsbereiches des Pfahles.

Vorteilhafterweise ist die Drehbewegung nicht ständig rotierend, sondern es erfolgt ein Hin- und Herbewegen des Strahlrohres 3, also eine Schwenkbewegung, so daß die Hochdruckleitungen 4 nicht über einen besonderen Zuführkopf gespeist werden müssen.

Die Zentrierung des Strahlrohres 3 im Pfahlloch 2 erfolgt durch die Anordnung von mindestens zwei gegenüberliegenden Düsen 5, die durch je eine unabhängige Pumpe 9 mit gleicher Verpreßmenge bei gleichem Druck gespeist werden. Der Durchmesser des Strahlrohres 3 wird auf die örtlichen Bodenverhältnisse und Pfahlabmessungen so abgestimmt, daß sich überschüssiges Verpreßgut durch das beim Hochziehen des Strahlrohres 3 freiwerdende Volumen weitgehend kompensiert.

Aus Fig. 2 ist die Behandlung des kompletten Pfahlumfanges durch Hochziehen und ständiges Schwenken des Strahlrohres 3 und der Düsen 5 um einen Schwenkwinkel  $\alpha$  von mindestens  $\pm 90^\circ$  erkennbar.

Nach der in Fig. 3 dargestellten, geänderten Ausführung wird im Baugrund 1 ein Pfahlloch 2 erstellt, das verrohrt gebohrt wurde. In dieser Figur 3 ist die Verrohrung 10 teilweise gezogen darge-

stellt. Vor dem Ziehen der Verrohrung 10 wurde das Strahlrohr 3, die Bewehrung 11 und der Beton 8 eingebracht. Die Bohrlochverrohrung 10 besitzt eine Rohrkappe 12, in der das Strahlrohr 3 beweglich und dichtend geführt ist. Außerdem besitzt diese Kappe 12 noch zwei Ventile 13, 14 zum Ein- bzw. Auslassen eines Druckmediums. Das Druckmedium, bestehend z.B. aus Zementmilch, Wasser oder Luft, verhindert oder behindert zumindest das Ausbrechen des durch die Strahldüse 5 kontinuierlich zugeleiteten, flüssigen Baustoffes durch die Betonsäule hindurch nach aufwärts. Dadurch wird der flüssige Baustoff verstärkt veranlaßt, in das Erdreich des Baugrundes 1 einzudringen. Der Pfahlbeton wird von einer Vermischung mit Erdreich freigehalten.

Aus Fig. 4 ist die Behandlung eines Teils des Pfahlumfanges über einander gegenüberliegende Umfangssegmente ersichtlich. Solche Pfahlelemente ergeben überlappend aneinandergereiht Wände, die neben anderen Funktionen, z.B. Dichtigkeit, dank des bewehrten Kernpfahles auch eine hohe Tragkraft oder Biegesteifigkeit besitzen können.

Nach Fig. 5 ist im Baugrund 1 ein unverrohrtes Pfahlloch 2 z.B. durch Bentonit-Spülung, hergestellt worden.

Die Bewehrung 11 befindet sich innerhalb eines geänderten Strahlrohres 3'. Dieses ist nun unten offen. Es erfüllt zugleich eine Schutzfunktion und hält den bewehrten Kernquerschnitt des Pfahles mit Sicherheit frei von Baugrundeinschlüssen.

Die Hochdruckleitungen 4 mit den Düsen 5 können auch außen am Strahlrohr 3' angeordnet sein.

Der Außenringraum 2 zwischen Strahlrohr 3' und Baugrund 1 kann eng gehalten werden. Die Mündungen der Strahldüsen 5 befinden sich dann unmittelbar vor der Pfahllochwandung 7. Der kontinuierliche Hochdruckstrahl kann entsprechend optimal wirken.

Das Pfahlloch 2 wird zunächst unverbohrt, evtl. mit Zement- oder Bentonit-Spülung gebohrt. Das Strahlrohr 3' wird einschließlich der damit verbundenen Strahlverpreßeinrichtung abgesenkt bis zur Bohrlochsohle eingebaut. Hierauf wird die Bewehrung 11 eingebracht. Innerhalb des Strahlrohres 3' wird nun mittels eines Verfüllrohres Beton von unten nach oben eingebracht, bis die Bohrspülung völlig verdrängt und oben weggeflossen ist.

Über die Strahlverpreßeinrichtung wird der Außenringraum 15 mit pumpfähigem Zement oder Zement-Sandmörtel bei geringem Druck von unten nach oben verfüllt, bis auch hier die Bohrspülung, z.B. die Bentonit-Suspension, völlig verdrängt und oben weggeflossen ist. Nun erfolgt die kontinuierliche Hochdruckstrahlzuleitung unter ständigem Hin- und Zurückdrehen und Hochziehen, so daß jeweils der einer Strahldüse 5 zugeordnete Bereich dem

Hochdruckstrahl ausgesetzt wird. Der Verpreßvorgang wird bis zum Ende der gewünschten Krafteintragungsstrecke des Pfahles ausgeführt.

Bei einer geänderten, nicht dargestellten Ausführungsform kann direkt mit dem Strahlrohr 3 mit angesetzter Bohrkronen gebohrt werden. Zu diesem Zweck kann das Strahlrohr 3 doppelwandig sein, damit die Hochdruckleitungen 4 im Schutz dieser Doppelwandung geführt werden können.

Aus Fig. 6 ist ersichtlich, daß vier Hochdruckleitungen 4 mit Düsen 5 von vier Hochdruckpumpen 9 gespeist werden. Bei einem Schwenkwinkel des Strahlrohres 3' von 90° wird dann ein Gesamtumfang von 360° bestrichen.

Nach Fig. 7 ist im Baugrund ein Bohrloch mit Verrohrung 10 hergestellt worden. Die Bewehrung 11 befindet sich innerhalb des unten offenen Strahlrohres 3', das zugleich eine Schutzfunktion hat. Der Ringraum 15 zwischen Baugrund 1 und Strahlrohr 3' wird bis oben mit kiesigen Betonzuschlagstoffen ausgefüllt (Fig. 7 zeigt den Arbeitsgang bei der Verfüllung).

Der kiesige Betonzuschlagstoff wird von dem flüssigen, durch die Strahldüse 5 ausgestoßenen Baustoff durchdrungen und wird dadurch Teil des Pfahlbetons. Der von der Strahldüse 5 ausgestoßene Baustoff dringt anschließend in den umgebenden Baugrund ein.

Der kiesige Betonzuschlagstoff ist einerseits hervorragend geeignet, das Ausbrechen des durch die Strahldüse 5 ausgestoßenen Baustoffes nach oben zu ver- oder zu behindern und erfüllt andererseits eine Schutzfilterfunktion zur Reinhaltung des Pfahlkernquerschnittes.

Bei diesem Ausführungsbeispiel erfolgt zunächst das Lochbohren mit Verrohrung. Das Strahlrohr 3' einschließlich der damit verbundenen Strahlverpreßeinrichtung wird bis zur Bohrlochsohle ragend eingebaut. Hierauf wird die Bewehrung 11 eingesetzt. Darauf wird Beton innerhalb des Strahlrohres 3' eingebracht. Die Bohrlochverrohrung 10 wird gezogen und dabei in den äußeren Ringraum Zuschlagstoff eingefüllt. Die Zuleitung des Hochdruckstrahles erfolgt nun kontinuierlich unter Drehen und Hochziehen des Strahlrohres 3' und der Verrohrung 10. Das Strahlrohr 3' wird um einen Schwenkwinkel von 90° hin- und herbewegt.

Der Verpreßvorgang wird bis zum Ende der gewünschten Krafteintragungsstrecke des Pfahles ausgeführt.

Wie aus Fig. 8 ersichtlich, können auch separate, lanzenförmige Strahlrohre 3'' verwendet werden. Um den Pfahlkernquerschnitt gegen Durchmischungen mit dem Erdreich zu sichern, kann ein davon getrenntes Schutzrohr 16 verwendet werden.

## Ansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Bauelementen im Baugrund, wie Pfählen, Ankern oder dergleichen, bei dem ein Loch im Baugrund hergestellt wird und bei dem mittels eines in das Loch eingebrachten Strahlrohres mit wenigstens einer seitlichen Strahldüse ein erhaltbarer flüssiger Baustoff unter Höchstdruck als kontinuierlicher Hochdruckstrahl wirkend unter Ziehen und Drehen des Strahlrohres in die das Loch umgebende Baugrundwand eingepreßt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlrohr (3) mit einem gegenüber dem Loch (2) im Baugrund kleinerem Querschnitt in das Loch eingebracht wird und daß der Ringraum (6) zwischen Strahlrohr (3) und Lochwandung (7) vor dem Ziehen des Strahlrohres und dem damit verbundenen Einpressen des erhaltbaren flüssigen Baustoffes mit einem erhaltbarem Material (8) gefüllt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringraum (6) zwischen Strahlrohr (3) und Lochwandung (7) mit Beton, wie Fließbeton, Pumpbeton oder Schüttnbeton gefüllt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Loch (2) im Baugrund (1) verbohrt gebohrt wird und das Füllen des Ringraumes (6) zwischen Strahlrohr (3) und Lochwandung (7) mit Beton unter Ziehen der Verrohrung (10) verfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in den Ringraum (6) zwischen Strahlrohr (3) und der Verrohrung (10) vor dem Füllen mit dem erhaltbarem Material eine Bewehrung (11) eingebracht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein nach unten offenes Strahlrohr (3') verwendet wird und daß der Innenraum dieses Strahlrohres ebenso wie der Ringraum (15) mit einem erhaltbarem Material gefüllt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in den Innenraum des zum Lochgrund hin offenen Strahlrohres (3') vor dem Füllen mit dem erhaltbaren Material eine Bewehrung (11) eingebracht wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Loch (2) im Baugrund (1) verbohrt gebohrt wird und daß unter Ziehen der Verrohrung der Ringraum (15) zwischen Strahlrohr (3') und Lochwandung (7) mit kiesigem Betonzuschlagstoff ausgefüllt wird, der anschließend von dem durch die seitliche Strahldüse ausgestoßenen flüssigen Baustoff durchdrungen wird und zusammen mit diesem das erhaltbare Material bildet.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlrohr (3,3') während des Ziehens hin- und her-geschwenkt wird.

9. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit wenigstens einer kontinuierlich arbeitenden Hochdruckquelle, an die ein Strahlrohr mit wenigstens einer seitlichen Austrittsdüse für erhärtbaren, flüssigen Baustoff angeschlossen ist, welche senk- und hebbar, sowie drehbar gehalten ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlrohr (3) einen gegenüber dem Loch (2) im Baugrund (1) kleineren Querschnitt besitzt, so daß zwischen der Wandung des Loches (2) im Baugrund (1) und dem Strahlrohr ein Ringraum (6, 15) sich bildet, der mit Beton ausfüllbar ist.

5

10

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlrohr (3, 3') innenseitig oder außenseitig wenigstens eine druckfeste Hochdruckleitung (4) besitzt, die in eine seitliche Strahldüse (5) endet.

15

11. Vorrichtung nach den Ansprüchen 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlrohr (3) am Boden geschlossen ist.

20

12. Vorrichtung nach den Ansprüchen 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlrohr (3') am Boden offen ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Bewehrung (11) innerhalb oder außerhalb des Strahlrohres (3, 3') im Loch (2) im Baugrund (1) angeordnet ist.

25

14. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Loch (2) im Baugrund (1) verrohrt gebohrt ist und daß die Verrohrung (10) oben durch einen Deckel (12) abschließbar ist, welcher gegen das innenliegende Strahlrohr (3, 3') abdichtet und wenn Ventile (12, 13) aufweist, über die ein Druckmedium in das Innere der Verrohrung (10) zuführbar ist.

30

35

15. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Strahlrohre (3'') mit nach außen gerichteten Düsen am Außenumfang eines Schutzrohres (16) verteilt angeordnet sind.

40

16. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlrohr (3, 3') hin- und herschwenkbar antreibbar ist.

45

50

55

5

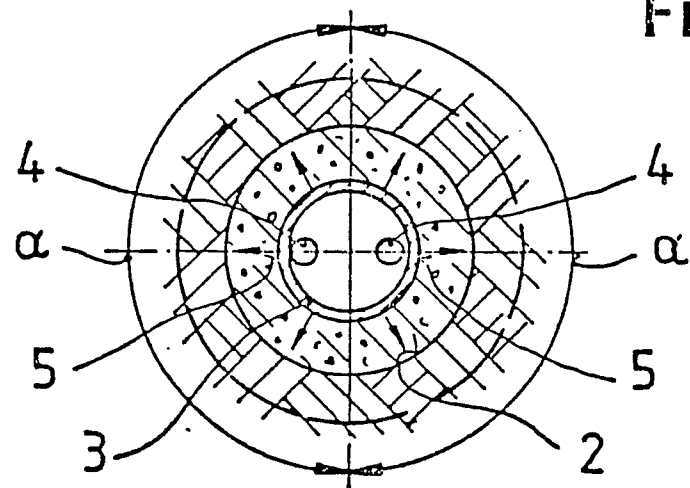
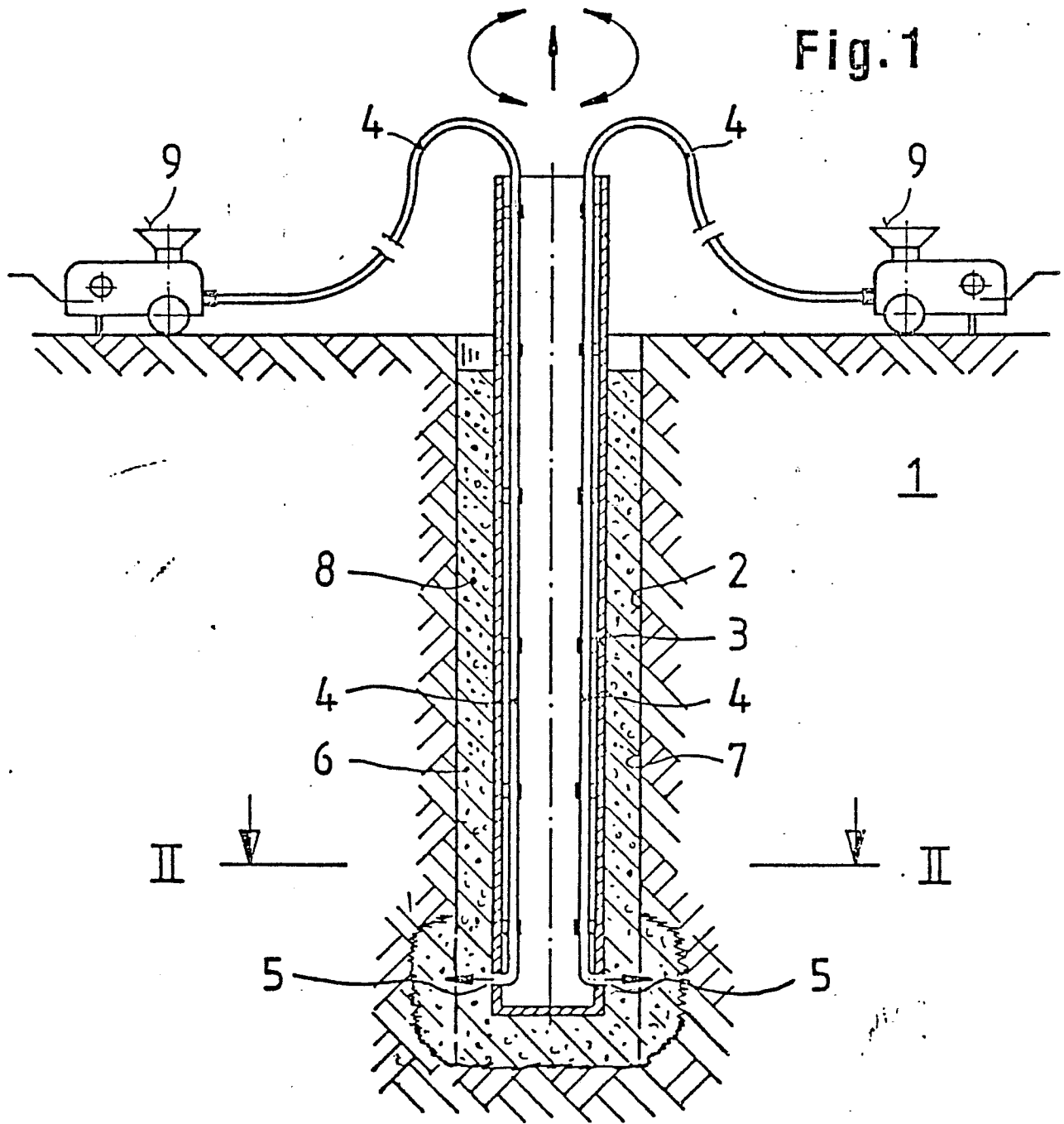


Fig. 3

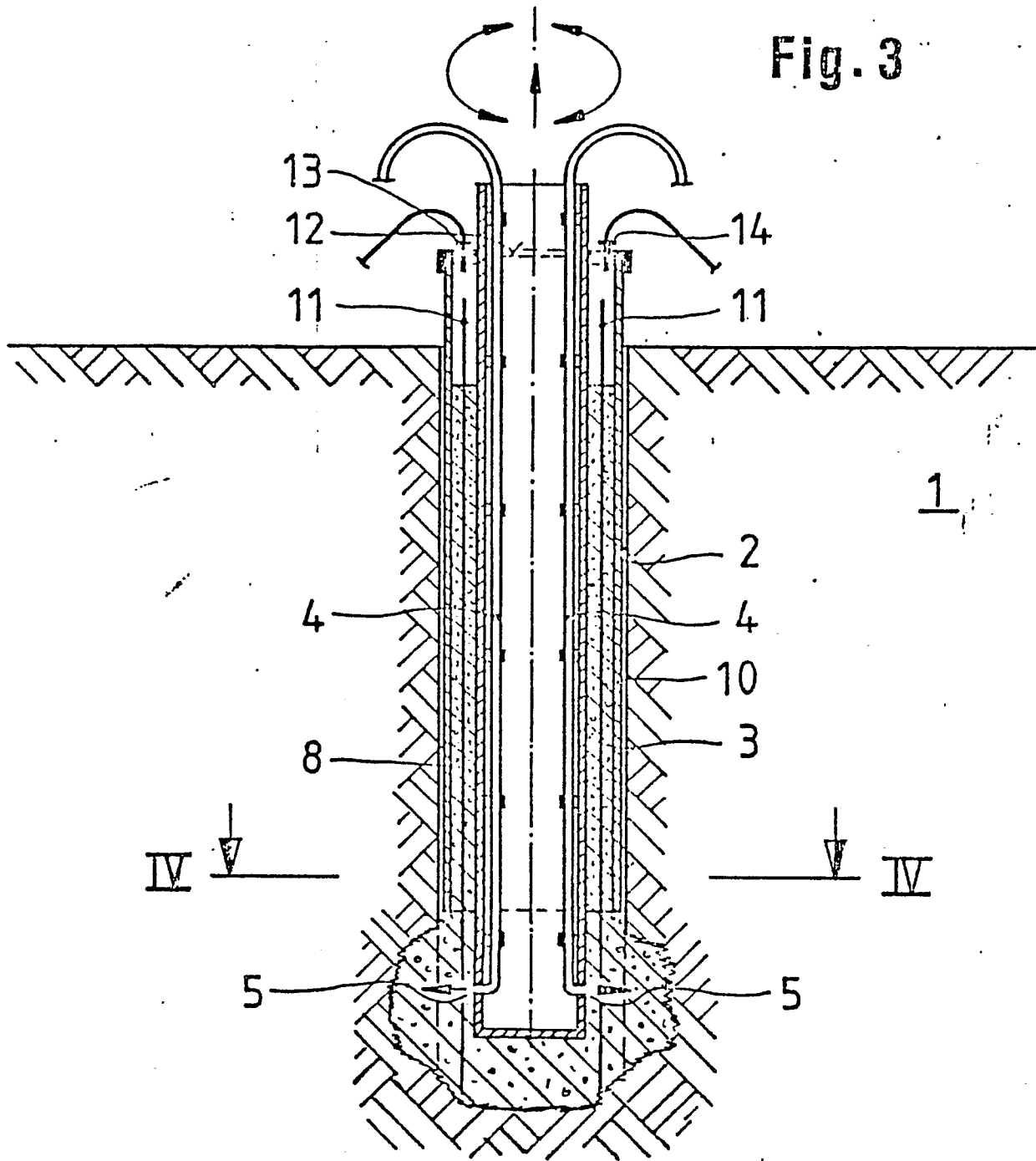
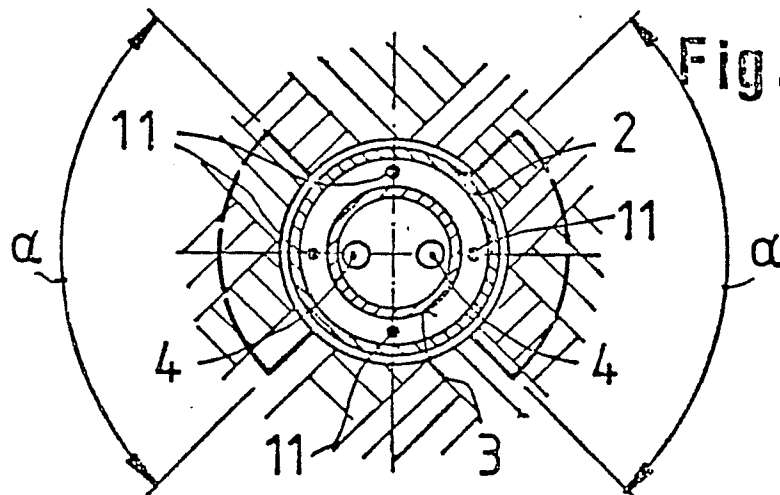
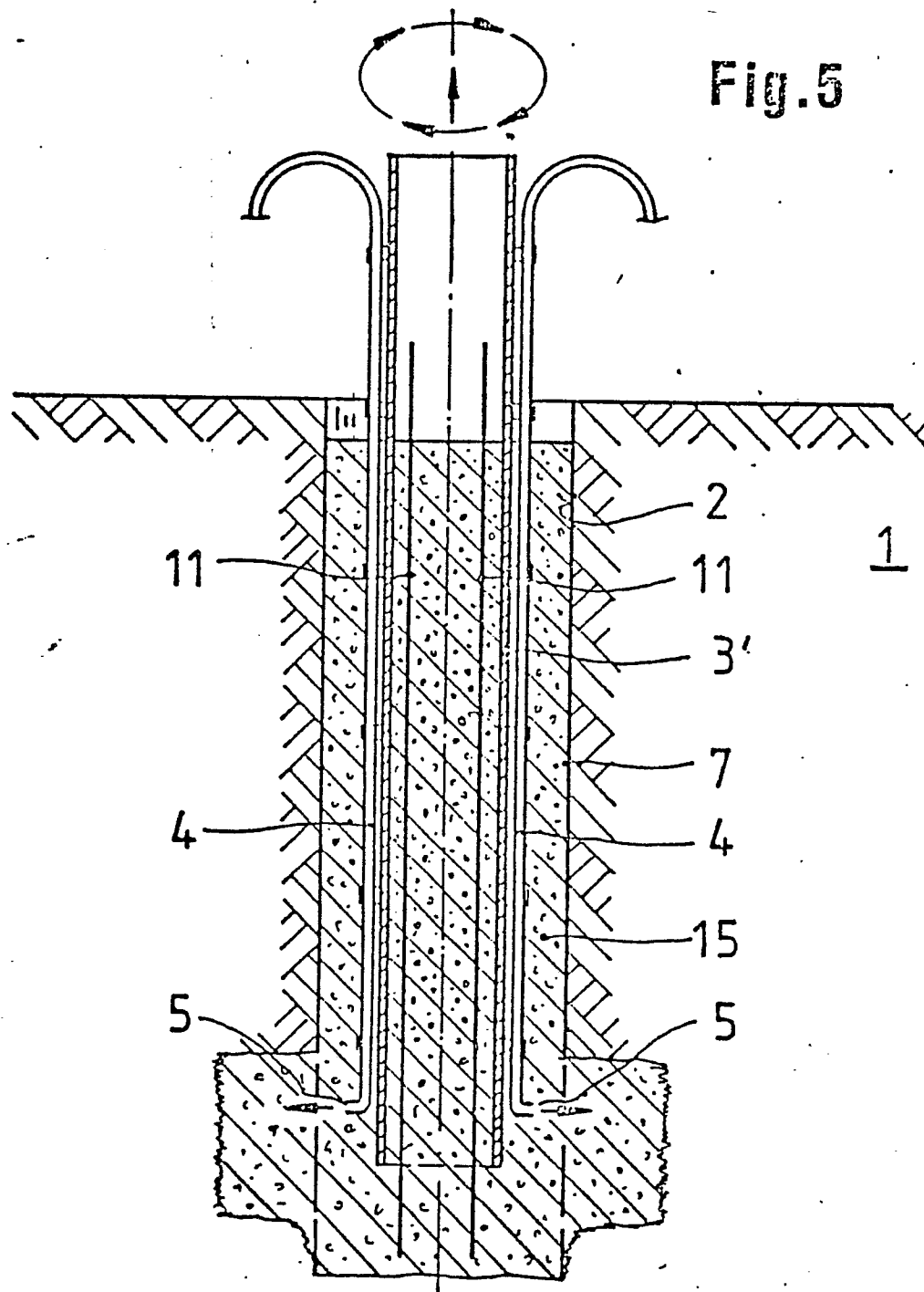
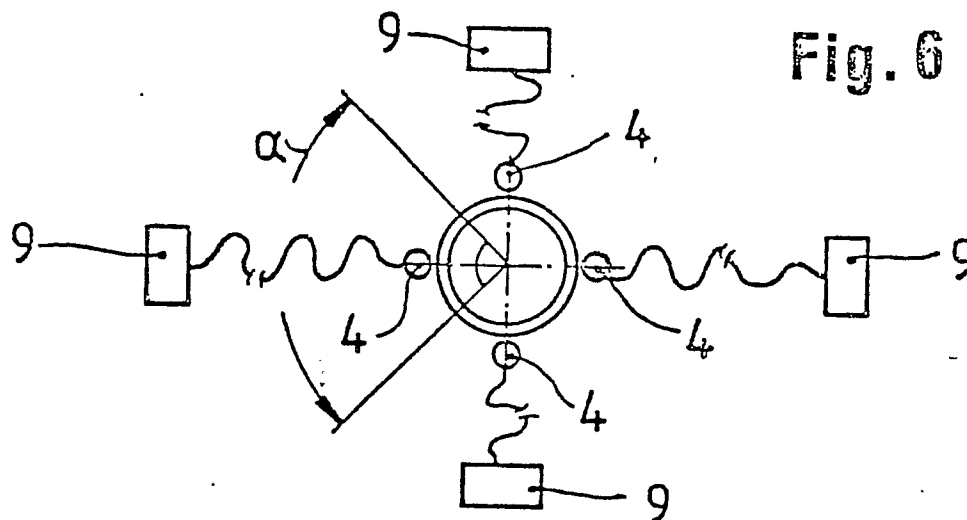


Fig. 4





**Fig. 5**



**Fig. 6**



Fig.7

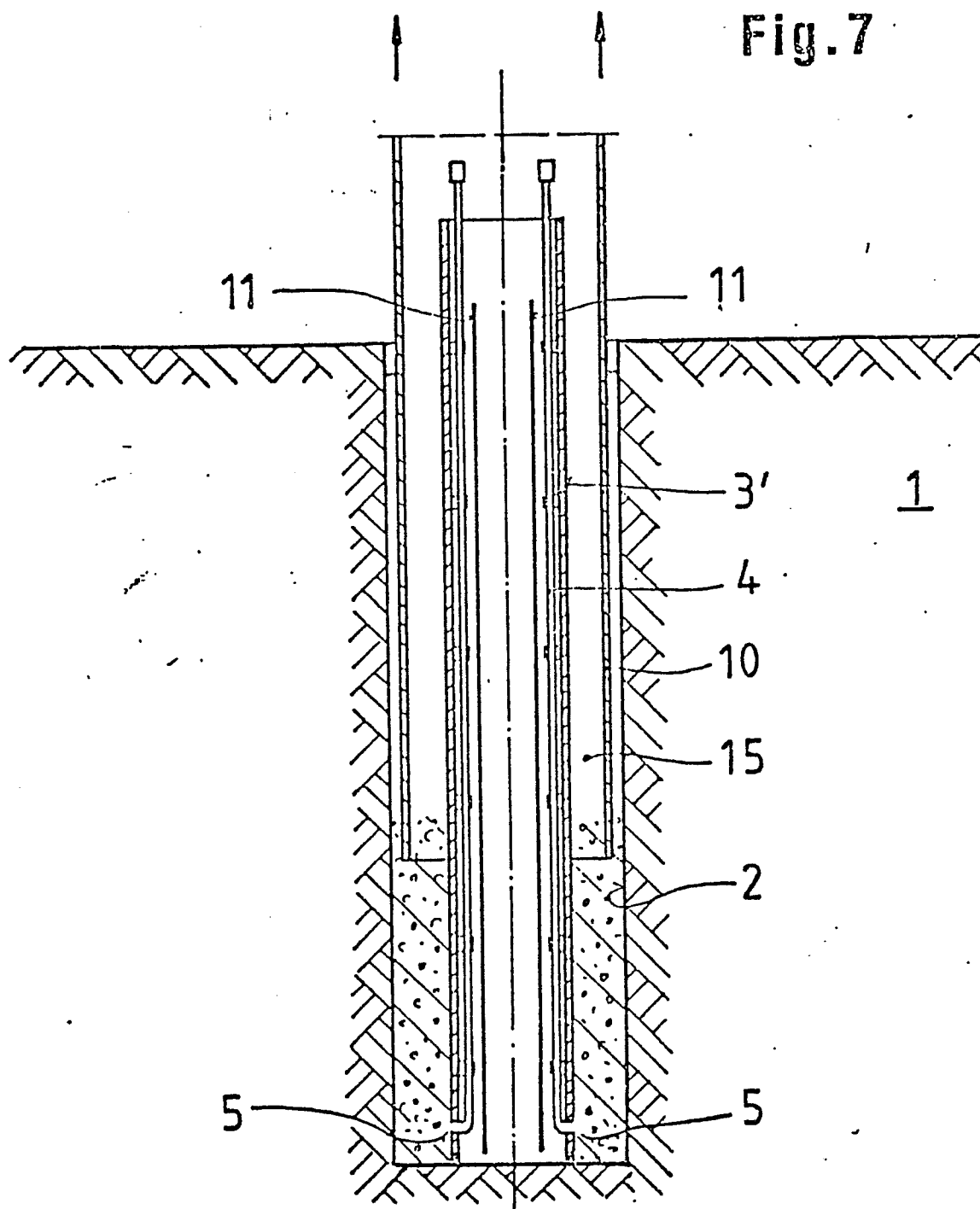


Fig.8

