

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **89118971.4**

51 Int. Cl.⁵: **E02D 27/28**

22 Anmeldetag: **12.10.89**

30 Priorität: **14.10.88 DE 3835109**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.04.90 Patentblatt 90/16

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR NL

71 Anmelder: **BPI BÜRO FÜR PLANUNG UND
INGENIEURTECHNIK GmbH
Solvayplatz 55
D-7889 Grenzach-Wyhlen(DE)**

72 Erfinder: **Rauer, Manfred, Dipl.-Ing.
Solvayplatz 55
D-7880 Grenzach-Wyhlen(DE)**

74 Vertreter: **Wallinger, Michael Dr.
Maximilianstrasse 58
D-8000 München 22(DE)**

54 **Vorrichtung und Verfahren zur Gründung von Bauwerken und dergleichen.**

57 Die Erfindung betrifft eine Gründungsvorrichtung, insbesondere für die Gründung von Bauwerken und dergleichen, welche zwei oder mehr Einzelpfähle aufweist, die zu einem Pfahlbündel zusammengefaßt sind. Mindestens einer der Einzelpfähle des Pfahlbündels weist einen im wesentlichen in Längsrichtung verlaufenden Spannkanaal mit einer Spanneinrichtung auf. Der Spannkanaal ist derart in bezug auf das Pfahlbündel angeordnet, daß die in die Spanneinrichtung nach dem Abteufen angebrachte Spannung das Pfahlbündel derart verformt, daß die Gesamtquerschnittsfläche des Pfahlbündels in einem oder mehreren Bereichen gegenüber dem Ausgangsquerschnitt vor der Veränderung der Spannkraft nach dem Abteufen erhöht ist.

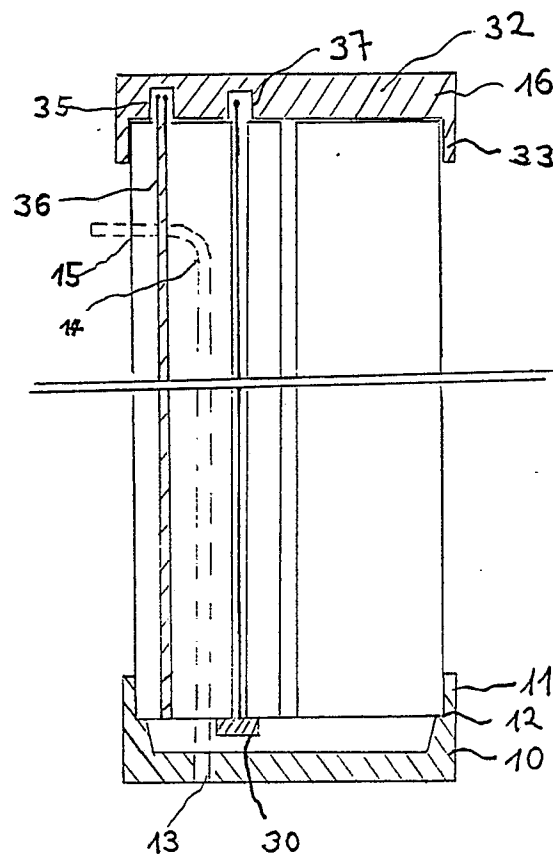


Fig. 2

EP 0 363 952 A2

Vorrichtung und Verfahren zur Gründung von Bauwerken und dergleichen

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Gründung von Bauwerken und dergleichen, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren zum Herstellen von solchen Gründungen.

Pfahlgründungen werden üblicherweise hergestellt, indem entweder eine entsprechende Anzahl von Löchern in das Erdreich gebohrt und mit Beton ausgefüllt wird, oder indem Fertigpfähle, z. B. unter Verwendung einer Ramme, in das Erdreich eingebracht werden.

Bei diesen bekannten Vorrichtungen besteht häufig das Problem, daß die Tragfähigkeit, insbesondere bei schwimmenden Gründungen in lockerem Erdreich unbefriedigend ist. Es müssen dann entsprechend lange Pfähle verwendet werden, oder es müssen sehr viele Pfähle verwendet werden, um die gewünschte vertikale Tragfähigkeit zu erreichen.

Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Gründungsvorrichtung, insbesondere für schwimmende Gründungen, zu schaffen, welche eine gegenüber den bekannten Gründungen erhöhte vertikale Tragfähigkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst. Ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Gründungsvorrichtung ist Gegenstand des Anspruchs 9. Zu bevorzugende Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die erfindungsgemäße Lösung bedeutet einen völlig neuen Weg zur Erhöhung der Tragfähigkeit von Pfahlgründungen. Wie allgemein bekannt, ist die Reibungskraft, durch die die Verschiebung einer ersten Fläche gegenüber einer zweiten Fläche verhindert wird, im wesentlichen proportional zur Andruckkraft der beiden Flächen, d. h. also zur herrschenden Normalkraft bzw. zum Normaldruck. Bei den bekannten Gründungsvorrichtungen wird dieser Normaldruck vom umgebenden Erdreich ausgeübt und wird durch die Gründungsvorrichtung selbst nicht beeinflusst. Durch die erfindungsgemäße Lösung ist nun die Möglichkeit gegeben, diese Normalkraft zu verändern und dadurch die Reibungskraft des Pfahles im Erdreich wesentlich zu erhöhen. Dadurch läßt sich eine wesentliche Änderung der vertikalen Tragfähigkeit der Gründungsvorrichtung erzielen.

Die erfindungsgemäße Gründungsvorrichtung besteht aus zwei oder mehr Einzelpfählen. Diese zwei oder mehr Einzelpfähle werden zu einem Pfahlbündel zusammengefaßt, wobei die Einzelpfähle unmittelbar benachbart im Erdreich angeordnet ist. Wenn das Pfahlbündel im Erdreich ein-

gebracht ist, werden die Pfähle verspannt, wobei sich, durch die entsprechende Anordnung der Spannkable bedingt, zumindest die Längsachse eines Pfahles des Pfahlbündels gegenüber der vorherigen Achsrichtung verformt. Dabei wird der Spannkable so angeordnet, daß die Verformung des Pfahles im wesentlichen nach außen, d. h. also von dem anderen Pfahl oder von den anderen Pfählen weg erfolgt. Durch diese Verformung ändert sich der Gesamtquerschnitt des Pfahlbündels, wobei gleichzeitig ein Hohlraum zwischen den einzelnen Pfählen entsteht. Durch diese Verformung werden starke Kräfte auf das umgebende Erdreich ausgeübt, wodurch die Reibkraft, mit der der Pfahl im Erdboden gehalten ist, ansteigt.

Neben dieser kraftschlüssigen Komponente der vertikalen Tragkraft, gibt es aber auch eine formschlüssige Komponente. Durch das Eindringen des vergrößerten Querschnitts in das Erdreich, wird das Erdreich, je nach Beschaffenheit, mehr oder weniger nachgeben und sich dadurch teilweise der Form des verformten Pfahlbündels anpassen. Dadurch entsteht also eine, von der Erdbeschaffenheit, von der Beschaffenheit des Pfahlbündels und von der Lage und den aufgebrachten Kräften abhängiger Anteil einer formschlüssigen Verbindung zwischen Pfahl und Erdreich.

Gemäß einer zu bevorzugenden Ausführungsform werden die im Boden bei der Verformung entstehenden Hohlräume mit Beton oder dergleichen verpreßt. Dadurch wird eine dauerhafte Haltbarkeit der Verspannung erreicht.

Gemäß einer zu bevorzugenden Ausführungsform kann die Gründungsvorrichtung aus zwei Einzelpfählen hergestellt werden. Dabei kann ein runder Querschnitt Verwendung finden. Zu bevorzugen ist jedoch die Verwendung eines solchen Querschnittes, der zumindest an einer Seite abgeflacht ist, so daß die einzelnen Pfähle an dieser Seite unmittelbar anliegen können. Eine solche Gestaltung kann z. B. einen halbrunden, einen dreieckigen oder viereckigen Querschnitt aufweisen. Die Pfähle werden dann so ins Erdreich abgeteufelt, bzw. im Erdreich hergestellt, daß sich die entsprechenden Flächen berühren.

Gemäß einer weiteren zu bevorzugenden Ausführungsform, weist die Gründungsvorrichtung drei Pfähle auf. Diese Pfähle können ebenfalls rund sein, zu bevorzugen ist jedoch ein dreieckiger oder ein viereckiger oder auch ein rautenförmiger Aufbau.

Die erfindungsgemäße Gründungsvorrichtung kann auch Pfahlbündel aufweisen, die aus mehr als drei Pfählen bestehen. Weiterhin soll darauf hingewiesen werden, daß nicht alle Pfähle eines Pfahl-

bündels mit einem Spannkanal versehen sein müssen. So ist es möglich, daß z. B. nur einer der Pfähle des Pfahlbündels einen Spannkanal aufweist, mit dem dann dieser eine Pfahl gegenüber dem zweiten Pfahl bei einer Doppelpfahlanordnung, oder den anderen Pfählen verspannt wird. Im Interesse einer gleichmäßigen Belastung aller Pfähle und einer besonders hohen vertikalen Tragfähigkeit wird man es jedoch bei vielen Anwendungsfällen vorziehen, alle Einzelpfähle eines Pfahlbündels mit einem Spannkanal zu versehen. Dadurch kann dann die Verformung des Gesamtpfahlbündels auf optimale Weise gesteuert werden.

Es soll darauf hingewiesen werden, daß es für die Funktion der Erfindung nicht erforderlich ist, daß alle Pfähle eines Pfahlbündels den gleichen Querschnitt aufweisen. So kann z. B. ein Pfahl mit einem größeren Querschnitt vorgesehen werden, in dessen Nachbarschaft zwei Pfähle mit kleinerem Querschnitt angeordnet sind.

Die Einzelpfähle können bei allen Ausführungsformen sowohl hohl als auch massiv gestaltet sein.

Es können Fertigpfähle verwendet werden, die zur Baustelle gebracht und dort dann eingerammt werden. Bei diesen Pfählen ergibt sich der Vorteil, daß die Verspannung gleichzeitig dazu dient, die beim Transport und beim Rammen erforderlichen Spannkraft aufzunehmen, wie dies z. B. in der DE-AS 11 44 653 beschrieben ist. Für das Einbringen der Pfähle können alle bekannten Verfahren verwendet werden, also z. B. das Einrammen oder das Rütteln mit Spülhilfe usw.

Bei der Herstellung der Pfähle vor Ort kann entweder einer verrohrte Bohrung oder eine unverrohrte Bohrung verwendet werden.

Von wesentlicher Bedeutung für den erzielten Erfolg ist die Wahl des Bereiches, in dem die Querschnittsverformung stattfinden soll.

Gemäß einer zu bevorzugenden Ausführungsform wird die Längsverformung der Einzelpfähle so gesteuert, daß die größte Querschnittsänderung, d. h. der größte Querschnitt etwa in der Mitte der Pfähle (in Längsrichtung gesehen) eintritt. Diese Ausführungsform ist besonders zu bevorzugen, wenn mit einer Bodenplatte gearbeitet wird.

Eine andere zu bevorzugende Form der Verspannung sieht vor, daß der größte Querschnitt des Pfahlbündels am unteren, im Erdreich eingebrachten Ende des Pfahlbündels entsteht. Bei dieser Ausführungsform wird üblicherweise keine Bodenplatte verwendet.

Es sind auch gänzlich andere Formen der Verspannung möglich, wobei diese Form von einer entsprechenden Abstimmung der Einzelpfahlquerschnitte, der Lage der Einzelpfähle zueinander, der Lage und der Anzahl der Spannkanaäle pro Einzelpfahl und der Spanneinrichtungen abhängt.

Es wird darauf hingewiesen, daß die in der

nachfolgenden Beschreibung enthaltenen Merkmale durchweg als zur Erfindung gehörig anzusehen sind. In diesem Teil der Beschreibung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung in bezug auf die Zeichnung erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2 einen Längsschnitt durch das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1;

Fig. 3 die Anordnung der Pfähle nach dem Verspannen (wobei die Horizontalverformung hier der Deutlichkeit wegen übertrieben dargestellt ist);

Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung in der Längsansicht;

Fig. 5 bis 8 verschiedene Querschnittsformen und Anordnung von Einzelpfählen zu einem Pfahlbündel.

Die Figuren 1, 2 und 3 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Gründungsvorrichtung, wobei die Figuren 1 und 2 ein Pfahlbündel der Vorrichtung im unverspannten und die Figur 3 das Pfahlbündel im verspannten Zustand zeigt.

Es soll darauf hingewiesen werden, daß alle diese Darstellungen schematisiert sind, um die Erfindung auf einfache Weise erläutern zu können.

Das Pfahlbündel der Gründungsvorrichtung besteht im gezeigten Ausführungsbeispiel aus drei Pfählen 1, 2 und 3, die einen rautenförmigen Querschnitt haben. Der Querschnitt der Pfähle ist so gewählt, daß sich beim Zusammensetzen der Pfähle zum Pfahlbündel ein gleichmäßiges Sechseck ergibt.

Die Pfähle haben jeweils eine gemeinsame Kontaktfläche 4, 5 und 6, dies bedeutet, daß sich jeder einzelne Pfahl über zwei Flächen an den beiden anderen Pfählen abstützen kann.

Jedes Pfahlbündel der dargestellten Gründungsvorrichtung weist ferner eine Bodenplatte 10 und eine Deckplatte 16 auf. Die Bodenplatte 10 besteht aus einer im wesentlichen sechseckigen Platte, die einen erhöhten Rand 11 aufweist. An diesem erhöhten Rand 11 ist ein Absatz 12 angeordnet, auf dem sich die Einzelpfähle des Pfahlbündels abstützen. Die Bodenplatte 12 weist weiterhin einen Durchgang 13 auf, der ein Spülrohr 14 aufnimmt, welches seitlich aus dem Pfahlbündel an der Stelle 15 herausgeführt ist, und durch welches Spülflüssigkeit zum Einrütteln des Pfahlbündels und der Bodenplatte in das Erdreich eingebracht werden kann.

Jeder der Einzelpfähle 1, 2 und 3 weist einen Spannkanal 20, 21 und 22 auf, in dem ein Spannstahl 23, 24, 25 angeordnet ist. Unterhalb jedes Einzelpfahles befindet sich ein Spannkopf 30, der fest mit dem Spannstahl 23 verbunden ist. In gleicher Weise befinden sich auch unter den Pfählen 2 und 3 entsprechende Spannköpfe, die mit den

Spannstählen 24 und 25 fest verbunden sind. Die Deckplatte 16 weist eine Grundplatte 32 und einen umlaufenden Rand 33 auf. Der umlaufende Rand 33 ermöglicht eine Abstützung der Einzelpfähle in horizontaler Richtung an der Deckplatte.

Die Deckplatte weist Aussparungen 35 auf, in denen das Ende eines Verpreßrohres 36 aufgenommen wird. Weiterhin weist die Deckplatte Aussparungen 37 auf, die jeweils das Ende der Spannstelle 23, 24 und 25 aufnehmen.

An der Schnittlinie der drei Berührungsflächen der Pfähle, die um 120° gegeneinander angeordnet sind, d. h. also punktsymmetrisch zum Mittelpunkt, befindet sich ein zylindrischer Hohlraum 40, der sich parallel zu der Längsachse der Einzelpfähle erstreckt und der ein perforiertes Verpreßrohr 41 aufnimmt.

Die Funktion dieser Vorrichtung ist nun wie folgt:

Zunächst wird das Pfahlbündel abgeteuft und anschließend die Pfahlkopphaube abgenommen. Im Anschluß daran werden die einzelnen Spannstähle vorgespannt, wodurch sich die einzelnen Pfähle in Richtung ihrer nach außen liegenden Kante durchbiegen, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist. Da sich jeder dieser Einzelpfähle an zwei Führungsflächen abstützt, die im Winkel zueinander geneigt sind, hat jeder Pfahl eine Führung, die den Verlauf der Biegelinie des Pfahles in einfacher Weise sicherstellt. Während des Verspannens bzw. im Anschluß daran wird in das perforierte Rohr 41 ein Verfüllrohr eingeführt, und der durch die Verspannung entstehende Hohlraum gefüllt. Als Füllmaterial wird vorzugsweise eine Zementit-Betonit-Sand-Wasser-Suspension verwendet. Vorzugsweise ist diese Suspension so zusammengesetzt, daß sie in etwa die gleiche Steifigkeit und Festigkeit wie der Boden hat, der das Pfahlbündel umgibt.

Im Anschluß daran wird dann durch eines der Verpreßrohre 36 ein Zementschlamm eingefüllt, der die Spannköpfe der einzelnen Spannstähle im Hohlraum der Grundplatte 10 vor Korrosion schützt. Die in den beiden anderen Pfählen befindlichen Verpreßrohre dienen dabei als Entlüftung.

Fig. 4 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Hier werden ebenfalls 3 Pfähle verwendet, diese Pfähle sind aber ohne gemeinsame Grundplatte in das Erdreich eingebracht worden. Die Spannkäule befinden sich bei diesen Pfählen auf der nach außen gerichteten Seite des Querschnitts des einzelnen Pfahles. Dadurch wird erreicht, daß der größte, beim Verspannen entstehende Querschnitt nicht im mittleren Bereich der Längsachse der Pfähle liegt, wie beim Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1 bis 3, sondern, daß sich dieser maximale Querschnitt an der untersten Seite der Pfähle einstellt. Aufgrund der Gesetzmäßigkeiten, die aus der Lehre von der

Biegung der Balken bekannt sind, kann dadurch eine nach außen gerichtete Verformung der Pfähle erreicht werden, die bei gleicher Spannkraft größer ist, als die Verformung im Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1 - 3. Dadurch wird eine erhöhte Fläche geschaffen, auf der sich das Pfahlbündel abstützen kann, weiterhin wird auch eine vermehrte Druckkraft nach außen zur Erhöhung der Reibkraft erzielt.

Die Figur 5 zeigt ein Pfahlbündel 50, welches aus zwei halbrunden Einzelpfählen 51 und 52 zusammengesetzt ist. An der gemeinsamen Berührungsfläche 53 stützen sich beide Pfähle aneinander ab. Neben dieser halbrunden Konfiguration kann selbstverständlich auch eine rechteckige oder dreieckige Konfiguration von zwei Einzelpfählen zu einem Pfahlbündel zusammengesetzt werden.

Die Figur 6 zeigt ein Pfahlbündel 55 mit einem kreisförmigen Querschnitt, welches aus drei Einzelpfählen 56, 57 und 58 zusammengesetzt ist. Die Einzelpfähle weisen zueinander einen Winkel von 120° auf.

Die Figur 7 zeigt ein Pfahlbündel 60, das aus vier Einzelpfählen 61, 62, 63 und 64 besteht. Die Einzelpfähle in diesem Ausführungsbeispiel haben einen kreisförmigen Querschnitt.

Ein anderes Ausführungsbeispiel eines aus vier Einzelpfählen zusammengesetzten Pfahlbündels zeigt Figur 8. Das Pfahlbündel 65 mit rechteckigem Querschnitt besteht aus den Einzelpfählen 66, 67, 68 und 69.

In ähnlicher Weise können weitere Querschnittsformen zu Pfahlbündeln zusammengesetzt werden, die aus zwei, drei, vier oder mehr Einzelpfählen bestehen. Wesentlich ist in jedem Fall, daß mindestens einer der Pfähle einen Spannkanal mit einem Spannstahl aufweist, der so verspannt werden kann, daß sich eine nach außen gerichtete Querschnittsänderung des Pfahlbündels ergibt.

Ansprüche

1. Gründungsvorrichtung, insbesondere für die Gründung von Bauwerken und dergleichen, welche zwei oder mehr Einzelpfähle aufweist, die zu einem Pfahlbündel zusammengefaßt sind,

dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Einzelpfähle des Pfahlbündels einen im wesentlichen in Längsrichtung verlaufenden Spannkanal mit einer Spanneinrichtung aufweist, wobei der Spannkanal derart in bezug auf das Pfahlbündel angeordnet ist, daß die in die Spanneinrichtung nach dem Abteufen eingebrachte Spannung das Pfahlbündel derart verformt, daß die Gesamtquerschnittsfläche des Pfahlbündels in einem oder mehreren Bereichen gegenüber dem Ausgangsquerschnitt vor der Veränderung der Spannkraft

nach dem Abteufen erhöht ist.

2. Gründungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Verpreßeinrichtungen, vorzugsweise ein oder mehrere Verpreßrohre zwischen oder benachbart zu den Einzelpfählen angeordnet sind, durch welche Hohlräume im Boden, die insbesondere durch die Verformung des Pfahlbündelquerschnittes entstehen, mit Beton oder dergleichen verpreßbar sind.

3. Gründungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Pfahlbündel aus drei Einzelpfählen besteht.

4. Gründungsvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelpfähle einen rautenförmigen Querschnitt aufweisen.

5. Gründungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Pfahlbündel aus vier Einzelpfählen besteht.

6. Gründungsvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelpfähle einen rechteckigen, vorzugsweise einen quadratischen Querschnitt aufweisen.

7. Gründungsvorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem Einzelpfahl mindestens ein Spannkana mit einer Spanneinrichtung vorgesehen ist.

8. Gründungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Pfahlbündel eine an seinem unteren Ende angeordnete gemeinsame Fußplatte und/oder eine an seinem oberen Ende angeordnete gemeinsame Kopfplatte aufweist.

9. Verfahren zum Herstellen von von Gründungen für Bauwerke und dergleichen im Erdreich, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst mindestens zwei Einzelpfähle in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander in das Erdreich eingebracht werden, wobei mindestens einer dieser Pfähle mit einem längsverlaufenden Spannkana zur Aufnahme einer Spanneinrichtung versehen ist, und daß anschließend die Spanneinrichtung(en) in der Weise verspannt werden, daß sich die Längsachse von mindestens einem dieser einander zugeordneten Pfähle gegenüber dem Ausgangszustand bleibend verformt, so daß sich der Gesamtquerschnitt des Pfahlbündels gegenüber dem Ausgangsquerschnitt ändert.

10. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß drei Pfähle verwendet werden, wobei die Pfähle vorzugsweise symmetrisch zueinander angeordnet sind.

11. Verfahren gemäß Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Verspannung in der Weise erfolgt, daß die Längsachse von mindestens einem Pfahl ausgebaucht wird, wobei das obere Ende und das untere Ende der Längsachse des Pfahles im wesentlichen ortsfest bleiben.

12. Verfahren gemäß Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Verspannung in der Weise erfolgt, daß das untere Ende der Längsachse von mindestens einem Pfahl von dem oder den anderen Pfählen weg verformt wird, wobei das obere Ende der Längsachse dieses Pfahles im wesentlichen ortsfest verbleibt.

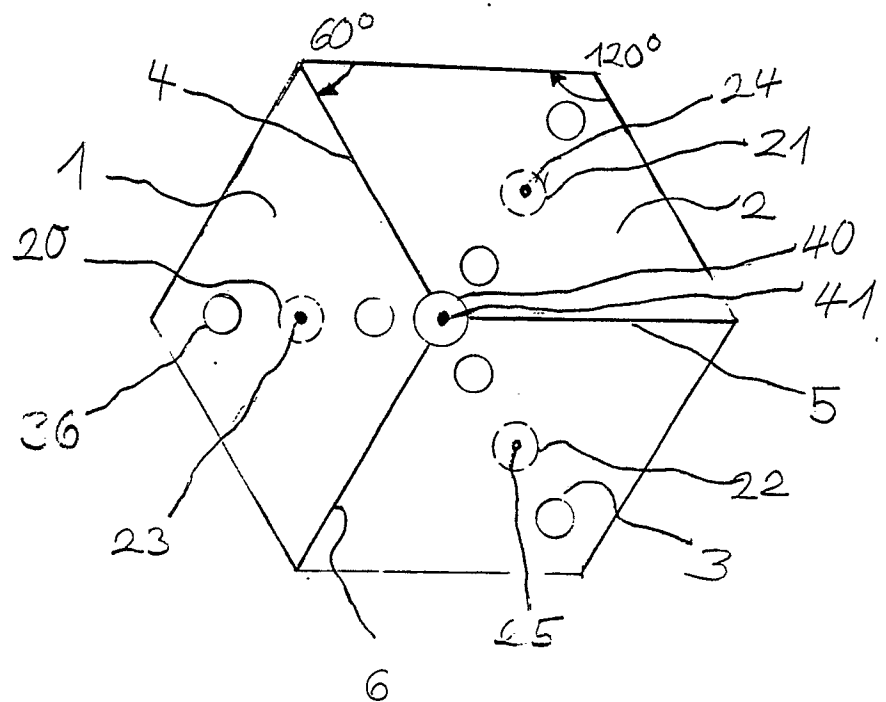


Fig. 1

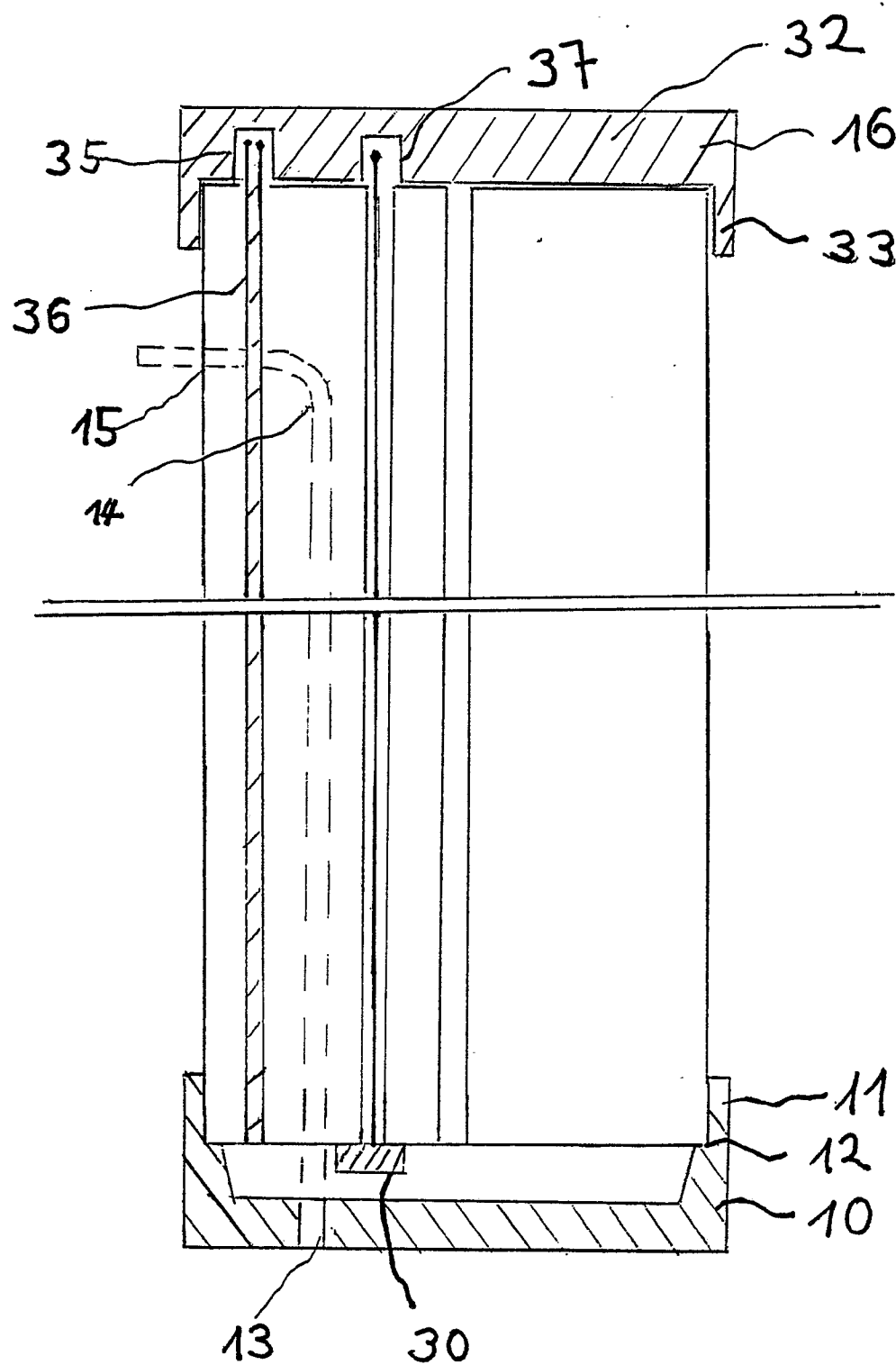


Fig. 2

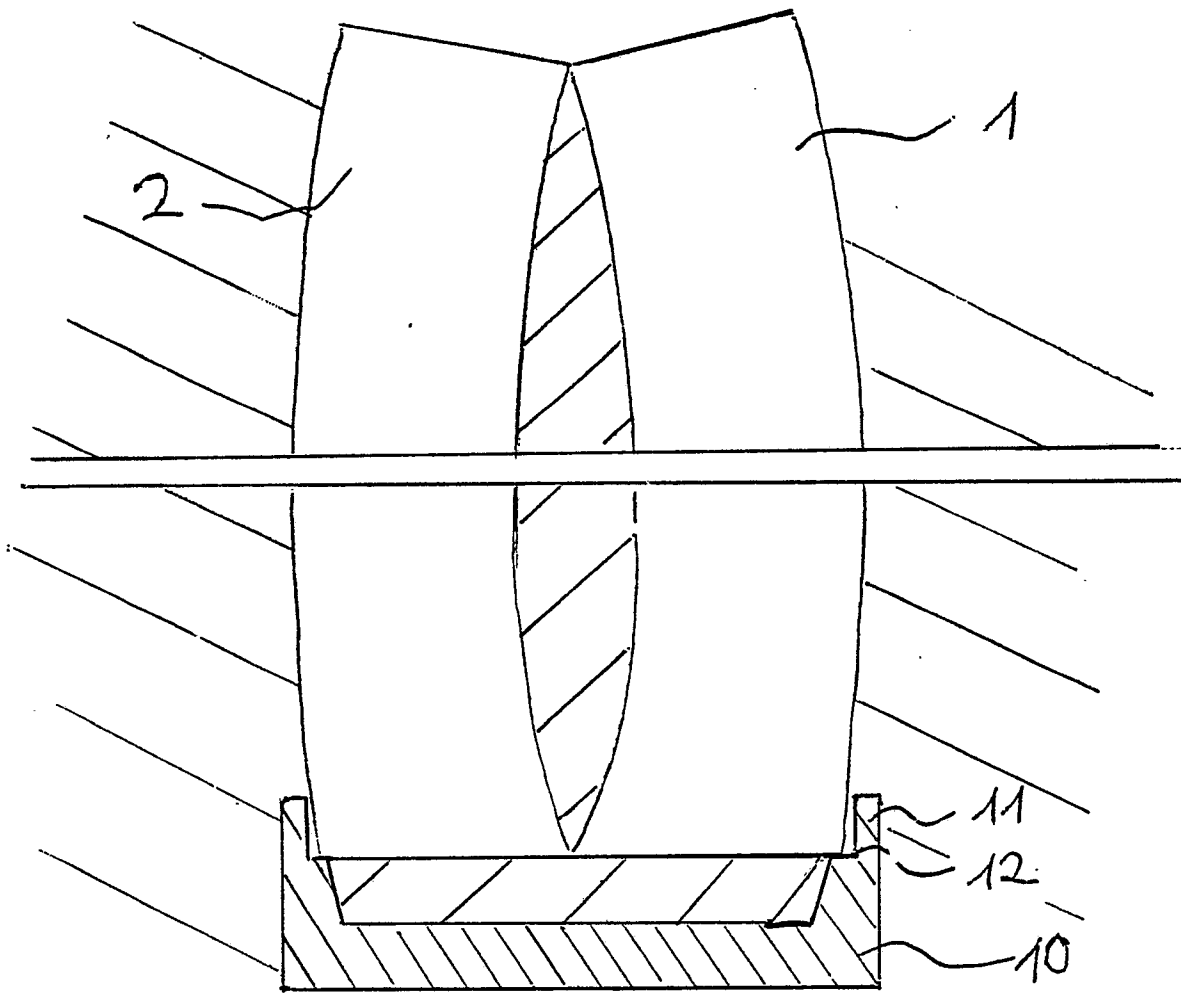


Fig. 3

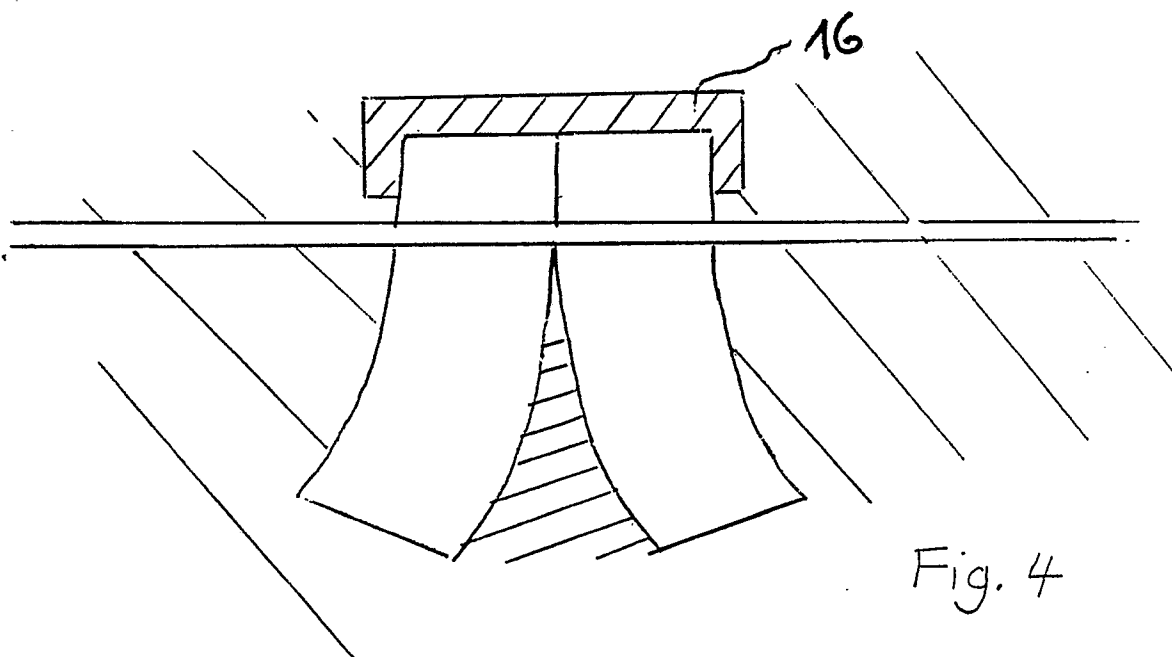


Fig. 4

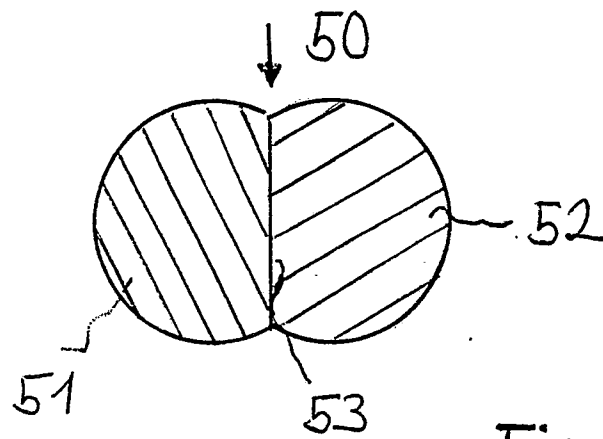


Fig. 5

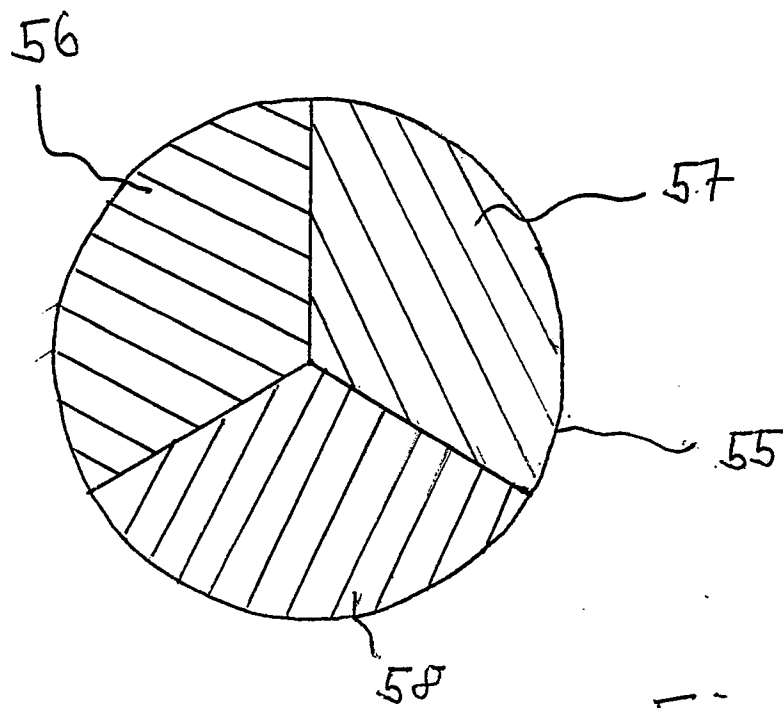


Fig. 6

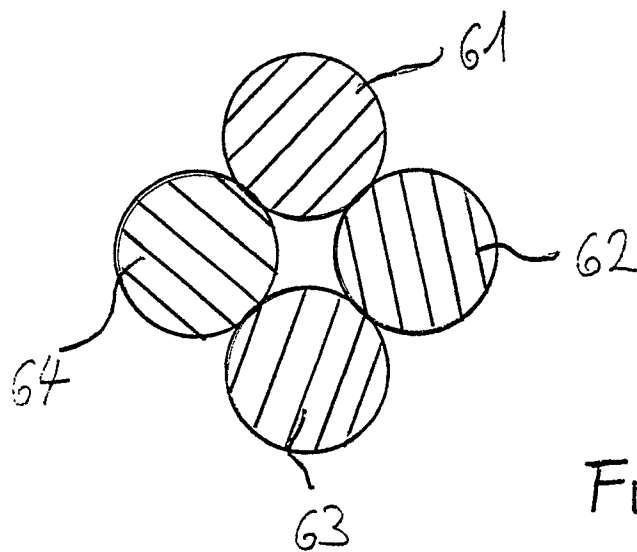


Fig. 7

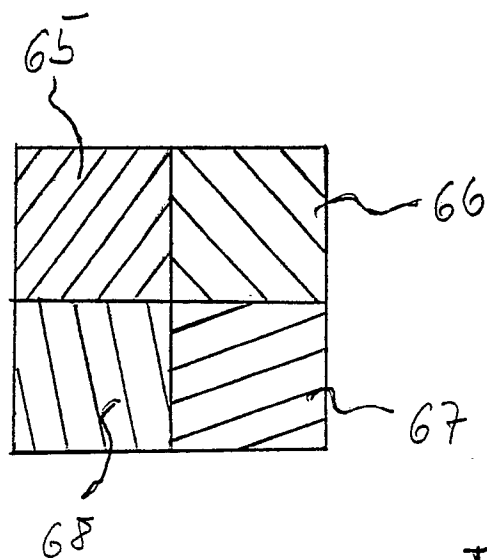


Fig. 8