



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 476 446 A1**

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: **91115010.0**

Int. Cl.<sup>5</sup>: **E04G 23/04, E02D 35/00**

Anmeldetag: **05.09.91**

Priorität: **06.09.90 DE 4028342**

Erfinder: **Leitensdorfer, Werner, Dipl. Ing.**  
**Bahnhofstrasse 49**  
**W-8085 Geltendorf(DE)**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**25.03.92 Patentblatt 92/13**

Benannte Vertragsstaaten:  
**DE IT**

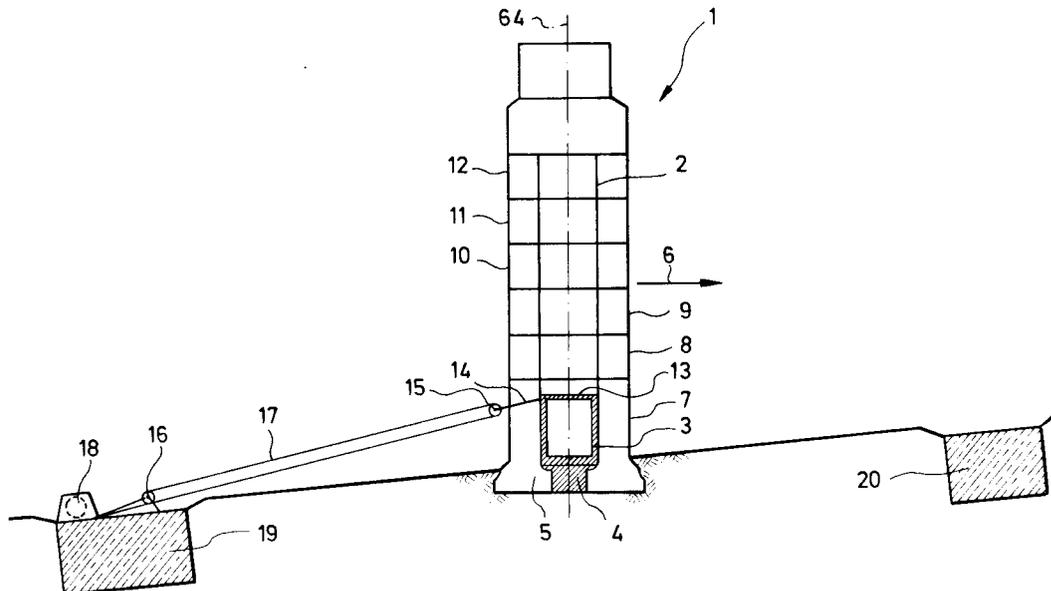
Vertreter: **Patentanwälte Grünecker,**  
**Kinkeldey, Stockmair & Partner**  
**Maximilianstrasse 58**  
**W-8000 München 22(DE)**

Anmelder: **Leitensdorfer, Werner, Dipl. Ing.**  
**Bahnhofstrasse 49**  
**W-8085 Geltendorf(DE)**

**Verfahren zum Sichern von geneigten, turmartigen Gebäuden.**

Bei einem Verfahren zum Sichern von geneigten, turmartigen Gebäuden (1), die wie z. B. der schiefe Turm von Pisa in ihrem Innern einen sich zumindest über einen Teil der Bauhöhe erstreckenden Hohlraum (2) aufweisen, wird durch einfache und kostengünstige Mittel das Gebäude (1) mit einer gewünschten Neigung stabilisiert, ohne dabei das äußere Erscheinungsbild des Gebäudes (1) selbst

wesentlich zu ändern, indem ein Stützkörper in Abschnitten, z. B. etagenweise, bis zu einer vorbestimmten Stützkörperhöhe in dem Hohlraum (2) aufgebaut und mit dem Gebäude verbunden wird, wobei jeder Stützkörperabschnitt (3) vorzugsweise entgegengesetzt zur Neigungsrichtung des Gebäudes (1) verankert wird.



**FIG.1**

**EP 0 476 446 A1**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Sichern von geneigten, turmartigen Gebäuden, die wie z. B. der schiefe Turm von Pisa in ihrem Inneren einen sich zumindest über einen Teil der Bauhöhe erstreckenden Hohlraum aufweisen.

Bei solchen turmartigen Gebäuden, insbesondere dem schiefen Turm zu Pisa, aber auch bei anderen existierenden schiefen Türmen, ist die Erhaltung der Neigung des Gebäudes wünschenswert, da gerade diese Neigung die Attraktion ausmacht und z. B. im Falle des torre pendente, des schiefen Turms zu Pisa, über drei Millionen Besucher im Jahr anlockt. Um diese touristische Sehenswürdigkeit in ihrer Außergewöhnlichkeit zu erhalten, ist es aber notwendig, die Neigung zu stabilisieren. Aufgrund von Unterschieden in der Zusammendrückbarkeit des Untergrundes nimmt bei diesem Turm die Neigung im jährlichen Mittel um 1,2 mm zu. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist der Turmkopf in etwa 4, 5 m aus dem Lot.

Wenn auch bisher noch keine direkte Einsturzgefahr besteht, so ist die Stabilität des Turms doch bei außergewöhnlichen Belastungen wie z. B. infolge eines Erdbebens, schwerer Stürme oder dergleichen gefährdet. So ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt der Zugang zum schiefen Turm von Pisa gesperrt, was zu Mindereinnahmen aufgrund der fehlenden Besucher und damit zu einer erhöhten finanziellen Belastung zur Erhaltung des Turms führt.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Gebäude wie den schiefen Turm zu Pisa sowie andere geneigte, turmartige Gebäude mit einfachen und kostengünstigen Mitteln in ihrer Neigung zu stabilisieren, ohne das äußere Erscheinungsbild des Gebäudes selbst wesentlich zu ändern.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 dadurch gelöst, daß ein Stützkörper in Abschnitten, z. B. etagenweise, bis zu einer vorbestimmten Stützkörperhöhe in dem Hohlraum aufgebaut und mit dem Gebäude verbunden wird, wobei jeder Stützkörperabschnitt vorzugsweise entgegengesetzt zur Neigungsrichtung des Gebäudes verankert wird.

Auf diese Weise erhält das Gebäude ein inneres, stützendes Korsett, das das äußere Erscheinungsbild nicht verändert. Durch den abschnittweisen Aufbau des Stützkörpers und die jeweilige Verankerung eines jeden Abschnittes wird der Turm allmählich und in schonender Weise von innen verstärkt. Die Neigung wird aufgrund der Verankerung des Stützkörpers stabilisiert und das Gebäude so in seiner Lage fixiert.

Um das Gebäude insbesondere im Bereich seines Fundamentes abzustützen und zu sichern, ist es von Vorteil, wenn ein erster Stützkörperabschnitt in einem unteren Teil des Gebäudes, insbe-

sondere zumindest teilweise in dessen Fundament, eingebaut wird.

Weiterhin ist von Vorteil, wenn der Stützkörper konzentrisch zur Gebäudelängsachse und mit einem dem Hohlraum entsprechenden Querschnitt im Gebäude aufgebaut wird. Entsprechend der Symmetrie des Gebäudequerschnittes bzw. des Gebäudehohlraums ist in diesem Fall auch der Stützkörperquerschnitt ausgebildet.

Wegen der unterschiedlichen Dehnungen von Stützkörpermaterial und z. B. Mauerwerk des Gebäudes sollte der Stützkörper nicht direkt mit dem Gebäude in Verbindung stehen, so daß bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Stützkörper mit dem Gebäude durch eine dauerelastische Fuge kraftschlüssig verbunden wird. Für die Fuge ist z. B. ein Material wie Bitumen, Kunststoff oder ähnliches oder auch ein bindemittelarmer Verputz verwendbar.

Es erweist sich weiterhin als günstig, wenn der Stützkörper aus Hohlkörperabschnitten aufgebaut wird. Mit Hilfe dieser Hohlkörperabschnitte wird im Hohlraum des Gebäudes eine Innenröhre aufgebaut, die bei minimalem Materialaufwand das Gebäude abstützt und sichert. Außerdem kann der hohle Stützkörper teilweise durchbrochen sein, so daß sein Inneres zugänglich ist und z. B. eine Verbindung von Teilen des Gebäudes gewährleistet bzw. eine zusätzliche Aufstiegshilfe in Form einer Treppe oder eines Fahrstuhls aufnimmt.

In diesem Zusammenhang ist es weiterhin von Vorteil, wenn in die Hohlkörperabschnitte Versteifungseinsätze eingesetzt werden. Auf diese Weise kann die Wandstärke des Hohlkörpers reduziert werden. Außerdem können diese Versteifungseinsätze den gesamten Querschnitt des Hohlkörpers abdecken und z. B. etagenweise angeordnet werden. Durch entsprechend angeordnete Öffnungen im Hohlkörper ist es so möglich, die Versteifungseinsätze zu betreten und mit im Gebäude angeordneten Durchgängen, Treppen oder dergleichen zu kombinieren.

Um eine einfache Verankerung des Stützkörpers zu erzielen, ist es von Vorteil, wenn dieser mit außerhalb der Gebäude angeordneten Widerlagern durch Seile verbunden wird. Die Widerlager sind im gewissen Abstand zum Gebäude angeordnet und jeder Stützkörperabschnitt wird durch ein Seil mit dem Widerlager verbunden und so in seiner Lage fixiert. Je nach mechanischer Beanspruchung werden für die Seilverankerung Drahtseile oder dergleichen verwendet. Die Widerlager selbst bestehen z. B. aus Stahlbeton und sind zum größten Teil im Erdboden versenkt. Nach Fertigstellung einer jeden Etage wird der entsprechende Stützkörperabschnitt durch das Mauerwerk des Gebäudes hindurch mit den Seilverankerungen verbunden.

Zur Erleichterung des Spann- und Fixiervor-

ganges der Seilverankerungen ist es günstig, wenn die Seile über Seilwinden gespannt und fixiert werden.

Um eine gleichmäßige Spannung und Fixierung der einzelnen Stützkörperabschnitte zu erzielen, ist es von Vorteil, wenn alle den Stützkörper in eine Richtung sichernden Seile zu einem Flaschenzug zusammengefaßt werden. Auf diese Weise wird das Gebäude bei vollständig aufgebautem Stützkörper durch ein mehrfach umgelenktes, den Flaschenzug bildendes Seil gehalten und ist in einfacher Weise über eine Seilwinde gesichert.

Je nach Gebäude bzw. nach Neigung des Gebäudes erweist es sich als günstig, wenn der Stützkörper durch zwei Flaschenzüge im wesentlichen entgegengesetzt zur Neigungsrichtung des Gebäudes gehalten wird. Jeder Stützkörperabschnitt wird in diesem Fall gleichzeitig über beide Seilverankerungen gesichert und somit das Gebäude in seiner Neigung fixiert.

In diesem Zusammenhang ist es von Vorteil, wenn die beiden Flaschenzüge jeweils in etwa unter einem Winkel von 45° entgegengesetzt zur Neigungsrichtung des Gebäudes angeordnet werden.

Nachdem das Gebäude in seiner Lage mit Hilfe der Seilverankerungen fixiert ist, erweist es sich als günstig, wenn eine Spundwand aus einer Vielzahl von um das Fundament des Gebäudes in den Boden eingetriebenen, röhrenförmigen Spundelementen gebildet wird. Die Spundelemente werden in diesem Fall zur Vermeidung von Erschütterungen des Gebäudes z. B. langsam in den Boden gepreßt. Nach Bildung der gesamten Spundwand ist einer Vergrößerung der Neigung aufgrund geringer Unterschiede der plastischen Zusammendrückung des Untergrundes zum Teil verhindert und damit kann weiteres Bodenmaterial unter der Last des Gebäudes nicht mehr seitlich herausgedrückt werden.

Um die Spundwand insgesamt zu stabilisieren, ist es in diesem Zusammenhang günstig, die einzelnen Spundelemente von Bodenmaterial zu leeren und z. B. mit Stahlbeton zu füllen.

Weiterhin kann die fertige Spundwand z. B. in Höhe der Fundamentsohle des Turms mit einem Ringanker umgeben werden.

Um das Fundament des Gebäudes oder den Untergrund zu untersuchen, ist es von Vorteil, wenn mindestens eine Arbeitskammer an der Spundwand ausgehoben wird, so daß mit Hilfe dieser Arbeitskammer das Bodenmaterial unterhalb des Fundaments zugänglich wird.

In diesem Zusammenhang ist es insbesondere von Vorteil, wenn von der Arbeitskammer ein Bindemittel in das Bodenmaterial zumindest unterhalb des Fundaments zum Stabilisieren der Gebäude- neigung eingepreßt wird. Durch das Bindemittel wird der Untergrund verfestigt und die Standfestig-

keit des Gebäudes an sich erhöht.

Bei Ton- oder Schluffböden ist es günstiger, zur endgültigen, dauerhaften Stabilisierung des Turms kastenförmige Biegeträger von einer Seite der Spundwand zur anderen Seite, z.B. im Tunnel- Vortriebsverfahren, einzubauen.

Bei genügender Verfestigung des Untergrunds ist es möglich, die Seilverankerungen zu entfernen. Weiterhin ist es möglich, den Stützkörper durch das Fundament des Gebäudes hindurch bis in den verfestigten Untergrund fortzusetzen und so den Stützkörper zu verankern. Nach entsprechender Überprüfung der Standsicherheit des Gebäudes aufgrund des verfestigten Untergrunds ist es ebenso möglich, den Stützkörper teilweise, im günstigsten Fall sogar vollständig, zu entfernen. Auf diese Weise wären die Sicherungsmaßnahmen mit Hilfe des Stützkörpers und der Seilverankerungen nur so lange nötig, bis das Bindemittel in den Untergrund eingepreßt ist, bzw. kastenförmige Biegeträger eingebaut sind, und der Turm wieder selbständig steht und in seiner Neigung fixiert ist.

Je nach Neigung des Gebäudes kann außer den Sicherungsmaßnahmen das Gebäude zusätzlich aufgerichtet werden. Im Extremfall erfolgt eine Rückstellung des Gebäudes bis der Schwerpunkt desselben in der Mitte des Fundaments wirkt. Dabei ist von Vorteil, wenn nach dem Sichern des Gebäudes unterhalb desselben, insbesondere unterhalb eines hohen Teils seines Fundaments, der Untergrund z. B. durch Entnahme von Bodenmaterial aufgelockert wird, und das Gebäude infolge seines Eigengewichts den aufgelockerten Untergrund zusammenpreßt und selbsttätig entgegen seiner Neigungsrichtung aufgerichtet wird.

Auf diese Weise kann ein beliebiger Neigungswinkel eingestellt werden, um z. B. im Falle des schiefen Turms zu Pisa die Attraktivität zu bewahren. Das Bodenmaterial unter dem Gebäudefundament kann z. B. durch Schneckenbohrer, Druck- und Saugbohrer, Spülrohre oder dergleichen entfernt werden, wobei die kleinen entstandenen Hohlräume allmählich durch das Eigengewicht zusammengepreßt werden. Bei einer Entnahme bzw. Auflockerung des Bodenmaterials, die auf der oberen Seite des Fundaments, d. h. auf der der Neigungsrichtung entgegengesetzten Seite erfolgt, neigt sich das Gebäude langsam zurück.

In diesem Zusammenhang ist es günstig, wenn der Stützkörper flexibel zur Neigung des Gebäudes verankert wird. Durch die Ausbildung der Seilverankerungen, insbesondere als Flaschenzüge, ist in einfacher Weise ein Nachspannen der Seile und damit eine Sicherung der jeweiligen Neigung des Gebäudes gewährleistet.

Um das Aufrichten des Gebäudes zu kontrollieren, ist es in diesem Zusammenhang weiterhin von Vorteil, wenn das Gebäude durch einen weiteren,

in Neigungsrichtung des Gebäudes angeordneten Flaschenzug gesichert wird. Durch das Zusammenwirken der zwei entgegengesetzt zur Neigungsrichtung angeordneten Flaschenzüge mit dem in Neigungsrichtung angeordneten Flaschenzug ist die Neigung des Gebäudes über die Fixierung des Stützkörpers kontrollierbar.

Um eine Auflockerung des Bodenmaterials insbesondere am hohen Teil des Fundamentes zu gewährleisten, werden die Arbeitskammern zumindest entlang der hohen Seiten des Fundaments ausgehoben. In diesen Arbeitskammern, deren Tiefe durch die Zusammensetzung des Untergrundes bestimmt wird, wird dann kontrolliert Bodenmaterial unter dem Gebäudefundament entfernt.

Nachdem die Neigung z. B. so weit zurückgeholt wird, wie es die Standsicherheit erfordert, wird der Turm in einer der weiter oben geschilderten Art und Weise im Untergrund stabilisiert.

Natürlich ist es auch möglich, die Gebäude vertikal, d. h. ohne Neigung, zu fixieren. Allerdings ist im Falle des schiefen Turms zu Pisa sicher eine gewisse Neigung wünschenswert.

Nachdem das Gebäude wieder sicher steht und in seiner Neigung fixiert ist, ist es insbesondere von Vorteil, wenn alle Mittel und Maßnahmen, die zur Sicherung bzw. zum Aufrichten des Gebäudes dienten, entfernt werden. So werden die Flaschenzüge und Winden entfernt und die Widerlager und Arbeitskammern mit Bodenmaterial überfüllt bzw. bedeckt. Die Widerlager und Arbeitskammern können auf diese Weise erhalten bleiben, um sowohl Kosten zu sparen als auch gegebenenfalls wieder benutzt zu werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird im folgenden anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren weiter erläutert und beschrieben.

Es zeigt:

- Figur 1** einen geneigten Turm in der ersten Bauphase aufgrund des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Figur 2** den geneigten Turm in einer mittleren Bauphase;
- Figur 3** den geneigten Turm mit vollständig aufgebautem Stützkörper;
- Figur 4** eine Draufsicht auf den gesicherten Turm und
- Figur 5** in Draufsicht die Spundwand mit einer Anzahl von Arbeitskammern.

In Figur 1 ist ein geneigtes, turmartiges Gebäude 1 in einer ersten Ausbauphase dargestellt. Dieses Gebäude ist in Neigungsrichtung 6 zum Untergrund hin geneigt, so daß die Gebäudelängsachse 64 einen Winkel kleiner als 90° mit der Horizontalen in Richtung 6 einschließt. Das Gebäude 1 weist an dem im Untergrund befindlichen Ende ein Fundament 5 auf. Dieses hat im Querschnitt eine etwas größere Breite als der restliche sich in Längsrichtung

64 erstreckende, turmartige Teil des Gebäudes. Im Gebäude 1 ist ein röhrenförmiger Hohlraum 2 konzentrisch zur Längsachse 64 ausgebildet. Dieser erstreckt sich über die Etagen 7, 8, 9, 10, 11 und 12.

In der ersten Etage 7 ist ein Stützkörperabschnitt 3 angeordnet. Der Stützkörperabschnitt 3 ist als Hohlkörper ausgebildet und konzentrisch zum Hohlraum 2 angeordnet. An seinem unteren Ende weist der Stützkörperabschnitt 3 einen in das Fundament 5 des Gebäudes 1 eindringenden Fundamentteil 4 auf. Am oberen Ende ist ein Versteifungseinsatz 13 mit einem Hohlraum entsprechenden Querschnitt angeordnet.

Einseitig entgegengesetzt zur Neigungsrichtung 6 ist am oberen Ende des Stützkörperabschnitts 3 eine Seilverankerungsverbindung 14 angeordnet, an der außerhalb des Gebäudes 1 eine Umlenkrolle 15 gelagert ist. Mit Hilfe dieser Umlenkrolle 15 ist der Stützkörperabschnitt 3 über ein Seil 17 mit einer weiteren Umlenkrolle 16 verbunden. Das Seil 17 ist an der Umlenkrolle 16 befestigt, verläuft in Richtung des Gebäudes 1, ist über die Umlenkrolle 15 zur Umlenkrolle 16 umgelenkt und dort mit Hilfe einer Seilwinde 18 eingespannt. Seilwinde 18 und Umlenkrolle 16 sind auf einem im Untergrund eingelassenen, zum Gebäude 1 beabstandeten Widerlager 19 angeordnet.

Ein dem Widerlager 19 entsprechendes Widerlager 20 ist auf der anderen, in Neigungsrichtung 6 liegenden Seite des Gebäudes 1 im Untergrund eingelassen.

In Figur 2 ist das geneigte, turmartige Gebäude 1 mit einem weiter aufgebauten Stützkörper dargestellt. Teile, die Teilen aus Figur 1 entsprechen, sind mit den gleichen Bezugsziffern versehen.

Oberhalb des ersten Stützkörperabschnitts 3 sind in Figur 2 weitere Stützkörperabschnitte 21, 22 und 23 dargestellt. Sie weisen einen dem ersten Stützkörperabschnitt 3 entsprechenden Querschnitt auf und bilden insgesamt eine entlang des Hohlraums angeordnete Stützkörperöhre. Während der Stützkörperabschnitt 3 in der ersten Etage 7 des Gebäudes 1 angeordnet ist, erstrecken sich die Stützkörperabschnitte 21, 22 und 23 in der zweiten Etage 8, der dritten Etage 9 und der vierten Etage 10. Zwischen jeweils benachbarten Stützkörperabschnitten sind Versteifungseinsätze 13 angeordnet.

Entsprechend der Seilverankerungsverbindung 14 sind weitere Seilverankerungsverbindungen an den Stützkörperabschnitten 21, 22 und 23, jeweils in der Nähe des Vertiefungseinsatzes angeordnet. Ebenso sind der Umlenkrolle 15 entsprechende Umlenkrollen 24, 25 und 26 außerhalb des Gebäudes 1 an den Seilverankerungsverbindungen 14 in der Vertikalen drehbar gelagert.

Mit Hilfe der Umlenkrollen 15, 24, 25 und 26 und der auf dem Widerlager 19 angeordneten Um-

lenkrolle 16 ist ein durchgehendes Seil 17 mit jedem der Stützkörperabschnitte 3, 21, 22 und 23 zu deren Fixierung gespannt verbunden. Entsprechend zu Figur 1 ist der Anfang des Seils 17 mit der Umlenkrolle 16 fest verbunden und das Ende mit der Seilwinde 18 verbunden.

In Figur 3 ist in dem Gebäude 1 der vollständige Stützkörper 60 aufgebaut. Zusätzlich zu Figur 2 sind die Stützkörperabschnitte 27 und 28 angeordnet, so daß der Stützkörper 60 den Hohlraum 2 im wesentlichen vollständig bekleidet.

Durch eine weitere Seilverankerungsverbindung 14 sind die Stützkörperabschnitte 27 und 28 über Umlenkrollen 29 und 30 und Seil 17 durch die Umlenkrolle 16 und die Seilwinde 18 gespannt gehalten. Insgesamt ist durch die Seilführung des Seils 17 über die Umlenkrollen 15, 16, 24, 25, 26, 29 und 30 ein Flaschenzug gebildet, der mit Hilfe der Seilwinde 18 betätigbar ist.

In der Darstellung der Figur 3 sind auf dem Widerlager 20 eine Seilwinde 38 und eine Umlenkrolle 37 angeordnet, die der Seilwinde 18 und der Umlenkrolle 16 des Widerlagers 19 entsprechen. Mit Hilfe der Umlenkrolle 37 und der Seilwinde 38 ist ein Seil 31 entsprechend zum Seil 17 über Umlenkrollen 32, 33, 34, 35 und 36 unter Bildung eines Flaschenzugs umgelenkt und gespannt.

Der Stützkörper 60 ist auf diese Weise entgegengesetzt zur Neigungsrichtung 6 durch den durch das Seil 17 gebildeten Flaschenzug nach links gesichert, während er durch den durch das Seil 31 gebildeten Flaschenzug in Neigungsrichtung 6 gesichert ist.

Am unteren Ende des Gebäudes 1 ist dessen Fundament 5 von einer Spundwand 39 umgeben. Sie verläuft in direkter Nachbarschaft zum Fundament 5. Es erstreckt sich im wesentlichen von der Erdoberfläche vertikal in den Untergrund. Die Spundwand 36 ist dabei tiefer in den Untergrund eingebracht als die Fundamentsohle des Gebäudes 1. In etwa in Höhe der Fundamentsohle des Fundaments 5 ist die Spundwand 39 von einem Ringanker 40 umschlossen.

Außerhalb des von der Spundwand umschlossenen Fundaments 5 bzw. des darunter befindlichen Untergrunds erstrecken sich zwei Arbeitskammern 41 und 42. Diese weisen einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt auf und sind unmittelbar an der Spundwand 39 angeordnet. Beide Arbeitskammern sind außerdem unterhalb der Bodenoberfläche ausgebildet.

In Figur 4 ist das Gebäude 1 in Draufsicht dargestellt.

Im wesentlichen abstandsgleich zum Gebäude 1 sind die Widerlager 19, 20 und 58 angeordnet. Während Widerlager 20 mit Hilfe des Seils 31 in Neigungsrichtung 6 mit dem Stützkörper 60 verbunden ist, sind die Widerlager 19 und 58 mit Hilfe

der Seile 17 und 57 unter einem Winkel 43 bzw. 44 von jeweils 45° entgegengesetzt zur Neigungsrichtung 6 mit dem Stützkörper 60 verbunden. Jedes der drei Widerlager 19, 20 und 58 weist zum Spannen und Fixieren der zugehörigen Seile 17, 31 und 57 eine Umlenkrolle 16, 37 und 45 und eine Seilwinde 18, 38 und 59 auf. Durch entsprechendes Verkürzen bzw. Verlängern der Seile 17, 57 bzw. 31 ist das Gebäude 1 in den Positionen 61, 62 oder 63 fixiert und eingespannt.

In Figur 5 ist in Draufsicht ein Querschnitt durch die Spundwand 39 dargestellt. Diese ist im wesentlichen kreisförmig ausgebildet und weist eine Vielzahl die Spundwand 39 bildende, röhrenförmige Spundelemente 56 auf. Radial nach außen sind am Umfang der Spundwand 39 voneinander beabstandete Arbeitskammern 46 bis 55 angeordnet. Jede dieser Arbeitskammern ist im Querschnitt im wesentlichen rechteckförmig, wobei eine kürzere Rechtecksseite am Umfang der Spundwand 39 angeordnet ist. Die Arbeitskammern 46, 47 und 48 sind im wesentlichen entgegengesetzt zur Neigungsrichtung 6 angeordnet und auf der hohen Seite des in Figuren 1 bis 3 dargestellten Fundamentes 5 an der Spundwand 39 ausgebildet. Die Arbeitskammern 49 und 50 bzw. 51 und 52 sind im wesentlichen senkrecht zur Neigungsrichtung angeordnet, während die Arbeitskammern 53, 54 und 55 in Neigungsrichtung und entsprechend der Figuren 1 bis 3 am tiefen Teil des Fundaments 5 des Gebäudes 1 angeordnet sind.

In jeder der Arbeitskammern 46 bis 55 ist ein in dieser Darstellung stabförmig gezeichnetes Bodenentnahmegesetz 65 angeordnet. Diese Geräte sind in radialer Richtung bewegbar und durch die Spundwand 39 bis zu deren Innenraum 66 durchgeführt.

Im folgenden soll das erfindungsgemäße Verfahren unter Berücksichtigung der Figuren 1 bis 5 erläutert werden.

In dem geneigten, turmartigen Gebäude 1 wird entsprechend der Figuren 1 bis 3 ein Stützkörper 60 aus den Abschnitten 3, 21, 22, 23, 27 und 28 in dem Hohlraum 2 des Gebäudes 1 aufgebaut. Mit Hilfe von Seilwinden 18, 38 und 59 wird der Stützkörper 60 insgesamt gesichert und in seiner Position fixiert. Dabei ist jeder Stützkörperabschnitt über eine Seilverankerung mit den entsprechenden Seilwinden verbunden. Da jede der Seilverankerungen als Flaschenzug 17, 31 und 57 ausgebildet ist, wird der Stützkörper 60 über seine gesamte Längsausdehnung insbesondere durch die Seilwinden 18 und 59, die entgegengesetzt zur Neigungsrichtung 6 angeordnet sind, gesichert.

Durch die Arbeitskammern 41, 42 bzw. 46 bis 55 ist der Untergrund unter dem Fundament 5 des Gebäudes 1 zugänglich und mit Hilfe der Bodenentnahmegesetze 65 wird dieser Untergrund insbe-

sondere unter dem hohen Teil des Fundamentes 5 aufgelockert, so daß das Gebäude 1 durch sein Eigengewicht den aufgelockerten Untergrund zusammendrückt und sich langsam entgegengesetzt zur Neigungsrichtung 6 zurückneigt. Mit Hilfe von den Bodenentnahmegeräten 65 entsprechenden Geräten ist es jederzeit möglich, bei einer gewünschten Stellung bzw. Rückstellung des Gebäudes 1 Bindemittel in den Untergrund zu pressen, z.B. im Tunnel-Vortriebs-Verfahren kastenförmige Biegeträger einzubauen, um diesen zu verfestigen und auf diese Weise die Standfestigkeit des Gebäudes zu erhöhen.

Ebenso ist es natürlich möglich, auf eine Entnahme bzw. Auflockerung des Bodenmaterials unterhalb des Fundaments 5 zu verzichten, und die bestehende Neigung des Gebäudes 1 nach einem Sichern des Gebäudes zu fixieren und aufgrund der wie oben beschriebenen Verfahren den Untergrund zu verfestigen und die Standfestigkeit des Gebäudes zu gewährleisten.

Nachdem die gewünschte Stellung des Gebäudes 1 bzw. die Ausgangsstellung auf diese Weise fixiert ist, werden alle Sicherungsmaßnahmen, wie Flaschenzüge 17, 31 und 57, Seilwinden 18, 38 und 59, alle Umlenkrollen und alle Seilverankerungsverbindungen entfernt. Die verbleibende Spundwand 39 sowie die Arbeitskammern 41, 42 bzw. 46 bis 55 und die Widerlager 19, 20, 58 verbleiben an Ort und Stelle und werden überschüttet bzw. mit Bodenmaterial bedeckt.

Auf diese Weise wird durch das erfindungsgemäße Verfahren ein geneigtes, turmartiges Gebäude ohne verbleibende äußere Einrichtungen in seiner gegenwärtigen Neigung bzw. in einer gewünschten Neigung fixiert und mit einem verfestigten Untergrund versehen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Sichern von geneigten, turmartigen Gebäuden (1), die wie z. B. der schiefe Turm von Pisa in ihrem Inneren einen sich zumindest über einen Teil der Bauhöhe erstreckenden Hohlraum (2) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Stützkörper (60) in Abschnitten (3, 21, 22, 23, 27, 28), z. B. etagenweise, bis zu einer vorbestimmten Stützkörperhöhe in den Hohlraum (2) aufgebaut und mit dem Gebäude (1) verbunden wird, wobei jeder Stützkörperabschnitt vorzugsweise entgegengesetzt zur Neigungsrichtung (6) des Gebäudes (1) verankert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein erster Stützkörperabschnitt (3) in einem unteren Teil des Gebäudes (1), insbesondere zumindest teilweise in dessen

Fundament (5), eingebaut wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stützkörper (60) konzentrisch zur Gebäudelängsachse (64) und mit einem dem Hohlraum (2) entsprechenden Querschnitt im Gebäude (1) aufgebaut wird.
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stützkörper (60) mit dem Gebäude (1) durch eine dauerplastische Fuge kraftschlüssig verbunden wird.
5. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stützkörper (60) aus Hohlkörperabschnitten (3, 21, 22, 23, 27, 28) aufgebaut wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die Hohlkörperabschnitte Versteifungseinsätze (13) eingesetzt werden.
7. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stützkörper (60) mit außerhalb des Gebäudes (1) angeordneten Widerlagern (19, 20, 58) durch Seile (17, 31, 57) verbunden wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Seile (17, 31, 57) über Seilwinden (18, 38, 59) gespannt und fixiert werden.
9. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß alle den Stützkörper (60) in einer Richtung sichernde Seile (17, 31, 57) zu einem Flaschenzug zusammengefaßt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stützkörper (60) durch zwei Flaschenzüge (17, 57) im wesentlichen entgegengesetzt zur Neigungsrichtung (6) des Gebäudes (1) gehalten wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Flaschenzüge (17, 57) jeweils in etwa unter einem Winkel (43, 44) von 45° entgegengesetzt zur Neigungsrichtung des Gebäudes (1) angeordnet werden.
12. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Spundwand (39) aus einer Viel-

- zahl von um das Fundament (5) des Gebäudes (1) in den Boden eingetriebenen röhrenförmigen Spundelementen (56) gebildet wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die einzelnen Spundelemente (56) von Bodenmaterial geleert und z. B. mit Stahlbeton gefüllt werden. 5
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spundwand (39) mit einem Ringanker (40) umgeben wird. 10
15. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens eine Arbeitskammer (41, 42) an der Spundwand (39) ausgehoben wird, so daß mit Hilfe dieser Arbeitskammer das Bodenmaterial unterhalb des Fundaments (5) zugänglich wird. 15  
20
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß von der Arbeitskammer (41, 42) ein Bindemittel oder Biegeträger in das Bodenmaterial zumindest unterhalb des Fundaments (15) zum Stabilisieren der Gebäudeneigung eingepreßt werden. 25
17. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Gebäude (1) zusätzlich aufgerichtet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach dem Sichern des Gebäudes (1) unterhalb desselben, insbesondere unterhalb eines hohen Teils seines Fundaments (5), der Untergrund z. B. durch Entnahme von Bodenmaterial aufgelockert wird und das Gebäude (1) infolge seines Eigengewichts den aufgelockerten Untergrund zusammenpreßt und selbsttätig entgegen seiner Neigungsrichtung (6) aufgerichtet wird. 30  
35  
40
18. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stützkörper (60) flexibel zur Neigung des Gebäudes (1) verankert wird. 45
19. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Gebäude (1) durch einen weiteren, in Neigungsrichtung (6) des Gebäudes (1) angeordneten Flaschenzug (31) gesichert wird. 50
20. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Arbeitskammern (46 bis 52) zumindest entlang der hohen Seiten des Fundaments (5) ausgehoben werden. 55
21. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Stabilisieren einer gewünschten Gebäudeneigung das Bindemittel oder die Biegeträger in den Untergrund, insbesondere unterhalb des Gebäudes (1), gepreßt werden.
22. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach Stabilisieren des Gebäudes (1) die Flaschenzüge (17, 31, 57) und Winden (18, 38, 59) entfernt werden und die Widerlager (19, 20, 45) und Arbeitskammern (41, 42; 46 bis 55) mit Bodenmaterial überfüllt bzw. bedeckt werden.

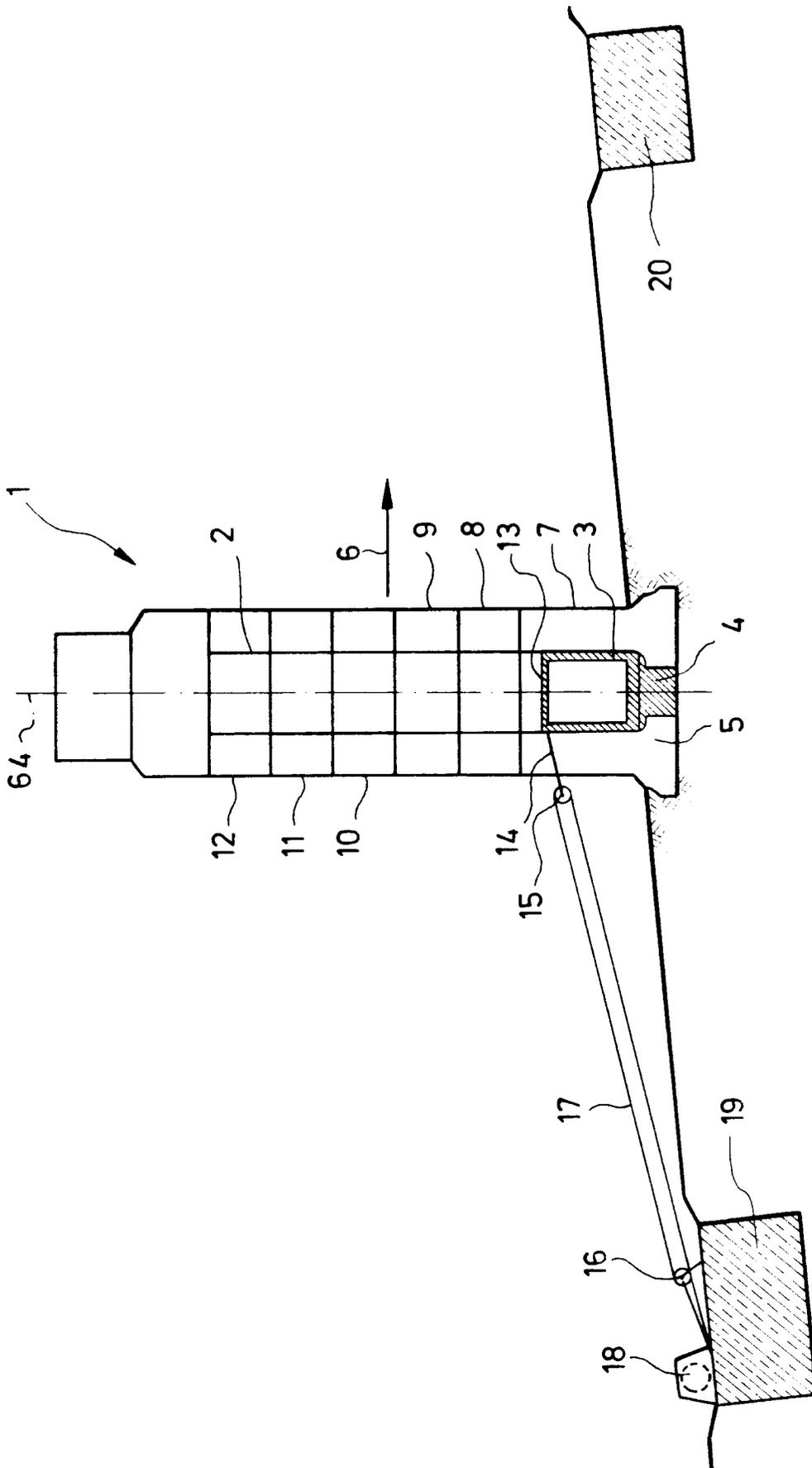


FIG.1

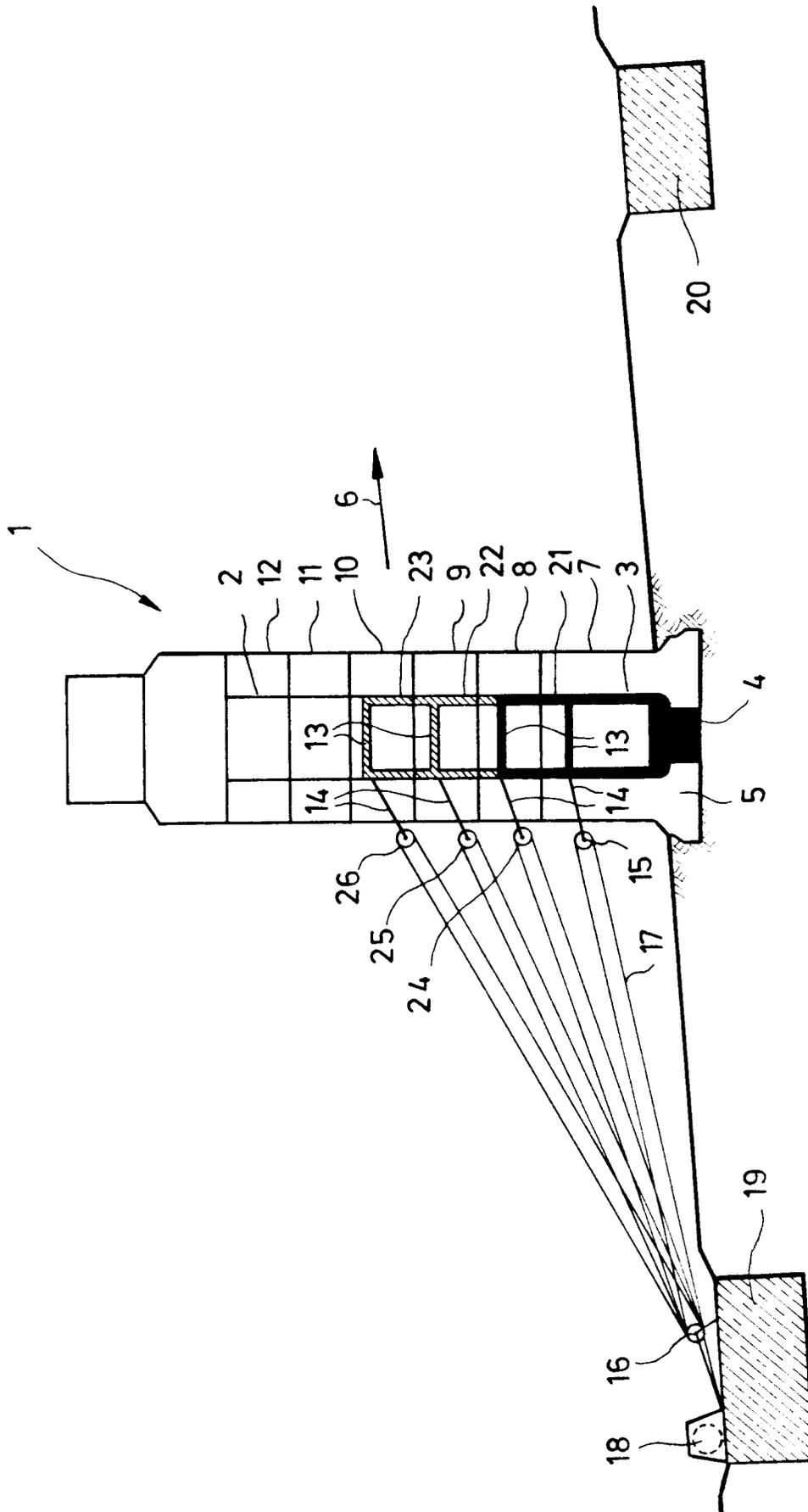


FIG.2



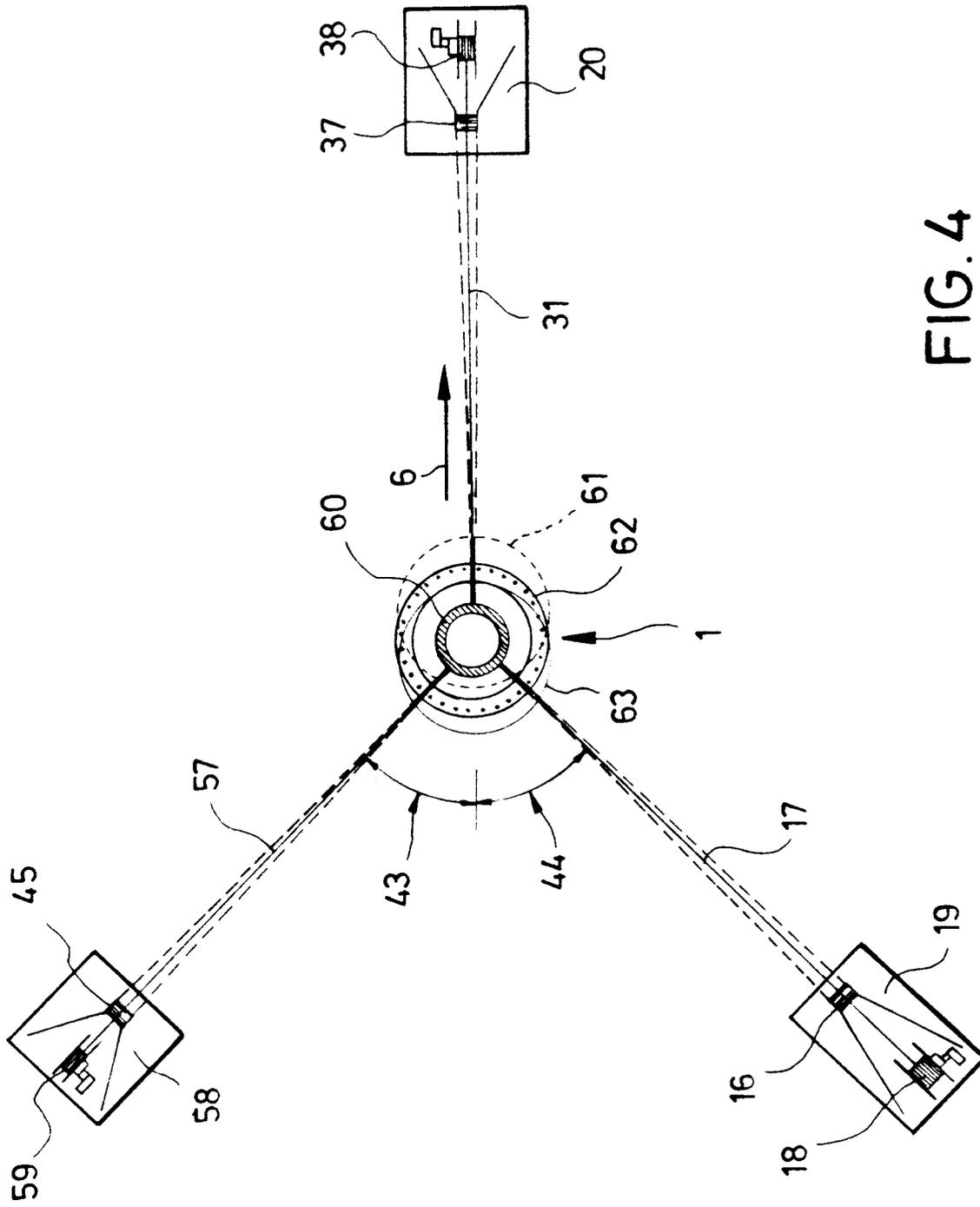


FIG. 4

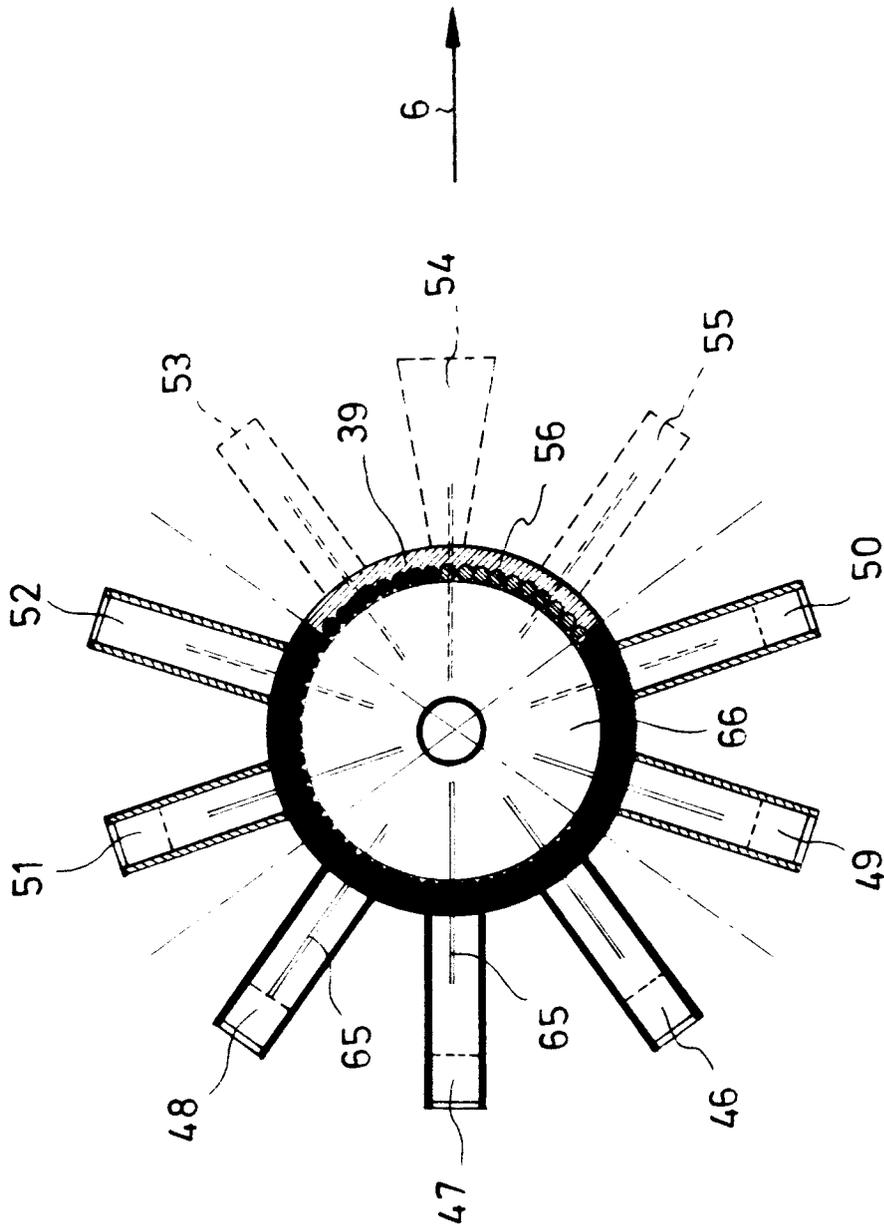


FIG. 5



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	CEMENT Bd. 26, Nr. 1, Januar 1974, AMSTERDAM Seiten 40 - 42; 'DE SCHEVE TOREN VAN PISA' * Seite 40, Spalte 3, Zeile 44 - Seite 42, Spalte 1, Zeile 17 ** *Abbildungen Seite 41** -----	1-3,5,12	E 04 G 23/04 E 02 D 35/00
A	DE-B-1 634 402 (HOLZMANN) * Anspruch 1; Abbildung 1 ** -----	17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			E 04 G E 02 D E 04 H E 04 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	19 Dezember 91	PORWOLL H.P.	
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> 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 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	