



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 010 380 A1** 2005.09.22

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 010 380.1**

(22) Anmeldetag: **03.03.2004**

(43) Offenlegungstag: **22.09.2005**

(51) Int Cl.7: **A61B 17/70**  
**A61B 17/58**

(71) Anmelder:

**Biedermann Motech GmbH, 78054  
Villingen-Schwenningen, DE**

(74) Vertreter:

**PRÜFER & PARTNER GbR, 81545 München**

(72) Erfinder:

**Harms, Jürgen, 76227 Karlsruhe, DE; Matthis,  
Wilfried, 79367 Weisweil, DE; Biedermann, Lutz,  
78048 Villingen-Schwenningen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**US 57 33 284 A**

**US 54 74 555 A**

**EP 02 42 708 A2**

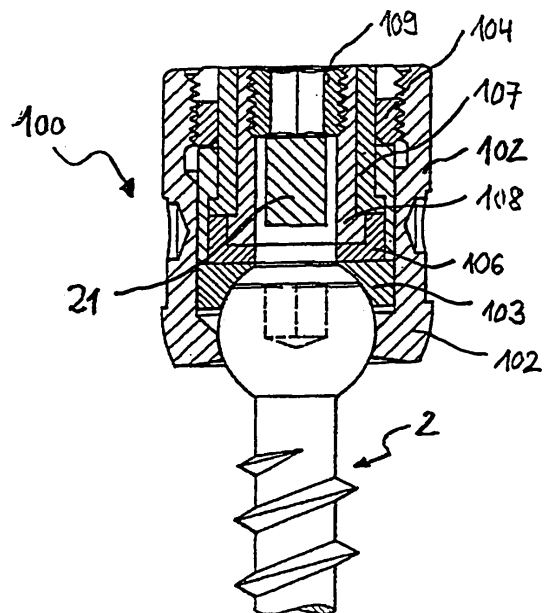
**WO 91/01 115 A1**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verankerungselement und Stabilisierungseinrichtung zur dynamischen Stabilisierung von Wirbeln bzw. Knochen mit einem solchen Verankerungselement**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Knochenverankerungselement (1, 1', 100, 415, 420) für eine Stabilisierungsvorrichtung (200) für Knochen bzw. Wirbel bereitgestellt, mit der ein Knochen bzw. Wirbel mit einem stabförmigen Element (21, 407) verbunden werden kann. Durch mindestens einen Rotationsfreiheitsgrad zwischen dem Stab und einem mit dem Knochen bzw. Wirbel fest verbundenen Verankerungselement (2, 4) kann die Übertragung von Drehmomenten (M) auf das Verankerungselement (2, 4) und damit das Lockern oder gar Lösen der festen Verankerung in dem Knochen bzw. Wirbel verhindert werden. Weiter wird eine Stabilisierungsvorrichtung (200) bereitgestellt, bei der solche Knochenverankerungselemente (1, 100, 415, 420) verwendet werden.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verankerungselement und eine Stabilisierungseinrichtung zur dynamischen Stabilisierung von Wirbeln oder Knochen mit einem solchen Verankerungselement.

### Stand der Technik

**[0002]** Zur Fixierung von Knochenfrakturen oder zur Stabilisierung der Wirbelsäule sind starre Fixations- und Stabilisierungseinrichtungen bekannt, die aus wenigstens zwei jeweils in einem Knochen bzw. Wirbel zu verankernden und über einen starren Stab miteinander verbundenen Knochenschrauben bestehen. Beispielsweise ist aus der EP 0 483 242 ein Verankerungselement nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bekannt, das zusammen mit einem starren Stab für eine solche starre Stabilisierungseinrichtung verwendet wird. Starre Systeme werden dann eingesetzt, wenn eine Relativbewegung der zu stabilisierenden Knochenteile oder Wirbel zueinander nicht erwünscht ist, z.B. beim Vorhandensein von Frakturen oder anderen Fehlstellungen.

**[0003]** Aus der US 5,474,555 ist ein Knochenverankerungselement in Form einer Polyaxial-Knochenschraube mit einem Schraubenelement und einem Aufnahmeteil zur Verbindung mit einem Stab bekannt, bei der das im Knochen zu verankernde Schraubenelement mit dem Aufnahmeteil derart verbunden ist, dass eine begrenzte Bewegung zwischen dem Schraubenelement und dem Aufnahmeteil möglich ist. Die beschriebene Lösung erlaubt jedoch keine Stabilisierung mit einer kontrollierten Bewegungsmöglichkeit.

**[0004]** Bei bestimmten Indikationen, z.B. bei einer geschädigten Bandscheibe oder bei Vorhandensein einer künstlichen Bandscheibe ist eine Stabilisierungseinrichtung wünschenswert, die eine begrenzte Bewegung der zu stabilisierenden Wirbel ermöglicht. Eine derartige dynamische Stabilisierungseinrichtung ist beispielsweise aus der US 5,733,284 bekannt.

**[0005]** Bei den bekannten Stabilisierungsvorrichtungen, insbesondere den dynamischen, besteht die Gefahr, dass über den Stab ein Drehmoment auf das Verankerungselement ausgeübt wird. Dies kann dazu führen, dass es zu einem Lockern oder gar Lösen des Verankerungselementes im Knochen kommt.

**[0006]** In **Fig. 9** ist das Zustandekommen eines Drehmomentes **M** um die Schraubenachse bei einer der Anmelderin bekannten dynamischen Stabilisierungseinrichtung **200** dargestellt. Bei der hier dargestellten Stabilisierungseinrichtung **200** sind zwei Knochenverankerungselemente **202, 202'** über einen ge-

krümmten Stab **201** mit einer vorbestimmten Biege-Elastizität miteinander verbunden. Die Knochenverankerungselemente **202, 202'** sind mit Knochenschrauben fest in zwei benachbarten Wirbeln (hier nicht dargestellt) verankert. In **Fig. 9** ist der Fall dargestellt, dass die beiden Knochenverankerungselemente **202, 202'** mit einer Kraft **F** zusammengedrückt werden. Durch die Kraft **F** wirkt ein Biegemoment auf den Stab, das zu einem Drehmoment **M** auf die Knochenverankerungselemente **202, 202'** um die Schraubenachse führt. Entsprechend führt Auseinanderziehen der Knochenverankerungselemente mit einer Kraft **F** zu einem Drehmoment **M** in entgegengesetzter Richtung um die Schraubenachse.

### Aufgabenstellung

**[0007]** Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verankerungselement und eine dynamischen Stabilisierungseinrichtung zur Stabilisierung und zur Bewegungsbegrenzung von benachbarten Wirbeln oder Knochen bereitzustellen, bei dem bzw. der ein Lockern oder Lösen des Verankerungselementes im Betrieb verhindert wird.

**[0008]** Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verankerungselement nach Patentanspruch 1 und durch eine Stabilisierungsvorrichtung nach Patentanspruch 12.

**[0009]** Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0010]** Die Erfindung weist den Vorteil auf, dass durch eine drehbare Verbindung des im Knochen verankerten Abschnitts des Verankerungselementes relativ zu dem Stab ein Lockern oder Lösen des Verankerungselementes durch an dem Verankerungselement angreifende Drehmomente effektiv verhindert werden kann. Die Stabilisierungseinrichtung ist vorteilhaft anwendbar zur Entkoppelung der Schaffrotation von Kopf- bzw. Stabfixierung bei der dynamischen Stabilisierung von Wirbeln.

### Ausführungsbeispiel

**[0011]** Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren.

**[0012]** Von den Figuren zeigen:

**[0013]** **Fig. 1a** eine Explosionsdarstellung eines Verankerungselementes nach einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

**[0014]** **Fig. 1b** eine teilgeschnittene Ansicht des Verankerungselements nach der ersten Ausführungsform der Erfindung mit einem eingelegten Stab;

**[0015]** **Fig. 2** eine perspektivische Ansicht eines La-

gerteils, das bei der ersten Ausführungsform der Erfindung verwendet wird;

[0016] [Fig. 3](#) Eine Abwandlung des Verankerungselementes nach der ersten Ausführungsform;

[0017] [Fig. 4](#) eine Explosionsdarstellung eines Verankerungselementes nach einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

[0018] [Fig. 5](#) eine teilgeschnittene Darstellung des Verankerungselementes nach der zweiten Ausführungsform der Erfindung;

[0019] [Fig. 6a](#) eine Seitenansicht der Stabfassung des Verankerungselementes nach der zweiten Ausführungsform mit eingelegtem Stab und mit noch nicht vollständig eingeschraubter Innenschraube;

[0020] [Fig. 6b](#) eine Schnittdarstellung der Stabfassung des Verankerungselementes nach der zweiten Ausführungsform mit eingelegtem Stab und mit vollständig eingeschraubter Innenschraube;

[0021] [Fig. 7a](#) und [Fig. 7b](#) ein Verankerungselement nach der zweiten Ausführungsform der Erfindung in zwei verschiedenen Winkelstellungen des stabförmigen Elements relativ zum Aufnahmeteil;

[0022] [Fig. 8a](#) eine Explosionsdarstellung eines Verankerungselementes nach einer dritten Ausführungsform der Erfindung;

[0023] [Fig. 8b](#) Knochenschraube mit drehbarer Verbindung zwischen Kopf und Verankerungsabschnitt die bei der dritten Ausführungsform der Erfindung verwendet wird;

[0024] [Fig. 8c](#) Abwandlung des Verankerungselementes aus [Fig. 8a](#) und [Fig. 8b](#); und

[0025] [Fig. 9](#) das Zustandekommen eines Drehmomentes auf eine Knochenschraube bei einer der Anmelderin bekannten dynamischen Stabilisierungsvorrichtung.;

#### Erste Ausführungsform

[0026] Wie in den [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) zu sehen ist, beinhaltet ein Verankerungselement **1** zum Verbinden eines Knochenteils oder eines Wirbels und eines Stabs **21** mit bevorzugt rechteckigem Querschnitt nach einer ersten Ausführungsform ein Schraubenelement **2**, ein Aufnahmeteil **3**, eine in das Aufnahmeteil einzuschraubende Innenschraube **4** und ein Lagerteil **5**.

[0027] Das Schraubenelement **2** weist einen Kopf **6** in der Form eines Kugelsegments und einen Gewindeschacht **7** zum Verankern in dem Knochen oder Wir-

bel auf. Auf der dem Gewindeschacht **7** abgewandten Seite ist der Kopf **6** des Schraubenelementes **2** abgeflacht und weist eine Ausnehmung **8** zum Ineingriffbringen eines Inbusschlüssels auf.

[0028] Das Aufnahmeteil **3** ist ein im wesentlichen zylinderförmiger Körper mit einem ersten Ende **9** und einem diesem gegenüberliegenden zweiten Ende **10**. Koaxial zu seiner Hauptachse weist das Aufnahmeteil eine Bohrung **11** auf. Angrenzend an das erste Ende **9** ist zum Aufnehmen des Stabs **21** eine rechteckige Ausnehmung **12** vorgesehen, durch die zwei freie Schenkel **40**, **41** gebildet sind. Die Breite der Ausnehmung ist dabei etwas größer als die Länge der schmalen Seite des Stabs, während die Tiefe der Ausnehmung größer als die Länge der breiten Seite des Stabs ist. Auf der Innenseite der Schenkel **40**, **41** ist angrenzend an das erste Ende **9** in der Bohrung **11** ein Innengewinde **13** vorgesehen. In einem an das erste Ende angrenzenden ersten Abschnitt weist die Bohrung einen im wesentlichen konstanten Innendurchmesser auf, der größer als der Durchmesser des Kopfes **6** des Schraubenelementes **2** ist. An den ersten Abschnitt angrenzend weist das Aufnahmeteil **3** einen sich in Richtung von dem ersten Ende **9** zu dem zweiten Ende **10** hin derart verjüngenden Abschnitt auf, dass ein an das zweite Ende angrenzender sphärischer Sitz **14** ausgebildet ist. Die Öffnung **32** auf der Seite des zweiten Endes ist größer als der Durchmesser des Gewindeschachtes **7** des Schraubenelementes **2**.

[0029] Das Lagerteil **5** weist einen zylindrischen Abschnitt mit flacher Stirnseite **15** auf. Der Durchmesser des zylindrischen Abschnittes ist so gewählt, dass im zusammengebauten Zustand dieser Abschnitt mit Presspassung in dem ersten Abschnitt des Aufnahmeteils **3** sitzt. Das Lagerteil **5** weist weiter einen an den zylindrischen Abschnitt angrenzenden kugelschalenförmigen Abschnitt **31** auf, dessen äußere Form an die Form des sphärischen Sitzes **14** angepasst ist. Im Inneren des Lagerteils **3** ist eine sphärische Ausnehmung **17** vorgesehen, die der Aufnahme des Kopfes **6** des Schraubenelementes **2** dient und an dessen sphärische Form angepasst ist. Der Innendurchmesser der Ausnehmung **17** ist, je nach gewünschter Schwergängigkeit der Dreh- und Schwenkbewegung des Schraubenelementes relativ zu dem Lagerteil, in einem Bereich von etwa gleich oder gerade etwas größer als der Durchmesser des Kopfes des Schraubenelementes. von der flachen Stirnseite **15** ist eine in die Ausnehmung **17** einmündende Bohrung **18** mit einem Durchmesser vorgesehen, der das Durchführen eines Inbusschlüssels zum Festschrauben des Schraubenelementes **2** erlaubt, aber geringer ist als der Durchmesser des Kopfes **6** des Schraubenelementes **2**. In dem kugelschalenförmigen Abschnitt ist eine in die Ausnehmung **17** einmündende koaxiale Bohrung **19** vorgesehen, deren Durchmesser kleiner als der Durchmesser des Kop-

fes **6** des Schraubenelementes **2**, aber größer als der Durchmesser des Gewindeabschnittes **7** ist. Wie in [Fig. 2](#) zu sehen weist das Lagerteil **5** in dem kugelschalenförmigen Abschnitt angrenzend an die der flachen Stirnseite gegenüberliegende Seite des Lagerteils Schlitz **20** auf, durch die die Elastizität des Lagerteils erhöht ist. Vorzugsweise ist das Lagerteil **5** aus einem körpverträglichen Kunststoff gefertigt, der gute Gleiteigenschaften aufweist. Bevorzugt wird Polyethylen (PE) eingesetzt. Hierbei können verschiedene Vernetzungsgrade mit daraus resultierenden verschiedenen Molekulargewichten, wie z.B. LDPE und LLDPE mit Molekulargewichten von bis zu 50.000 g/mol, HDPE mit Molekulargewichten bis zu 200.000 g/mol oder UHMWP (Ultra-Height Molecular Weight Poly Ethylen) mit Molekulargewichten um 6.000.000 g/mol, verwendet werden. Bevorzugt wird für das Lagerteil aufgrund seines geringen Langzeitverschleißes UHMWP eingesetzt.

**[0030]** Die Innenschraube **4** weist eine koaxiale Ausnehmung **42** zum Ineingriffbringen eines Inbuschlüssels auf.

**[0031]** Im Betrieb wird zunächst der Kopf **6** des Schraubenelementes **2** in die Ausnehmung **17** des Lagerteils **5** eingebracht und dann das Schraubenelement **2** zusammen mit dem Lagerteil **5** in das Aufnahmeteil **3** eingeführt. Anschließend an diese Vormontage wird das Schraubenelement **2** in den Knochen bzw. Wirbel eingeschraubt. Danach wird das stabförmige Element **21** in das Aufnahmeteil **3** eingelegt, wodurch sich das Aufnahmeteil **3** selbst richtig zum stabförmigen Element **21** hin ausrichtet. Anschließend wird das stabförmige Element **21** durch die Innenschraube **4** relativ zu dem Aufnahmeteil **3** fixiert.

**[0032]** Auf die oben beschriebene Art und Weise wird eine Verbindung zwischen dem fest in den Knochen bzw. Wirbel eingeschraubten Schraubenelement **2** und dem stabförmigen Element **21** hergestellt, bei der der Kopf **6** des Schraubenelementes **2** in dem Lagerteil **5** in einem vorbestimmten Raumwinkelbereich drehbar gelagert ist. Dabei ist der Raumwinkelbereich einerseits durch den Durchmesser des Gewindeschafes **7** und andererseits durch den Durchmesser der Öffnung **32** auf der Seite des zweiten Endes **10** des Aufnahmeteils **3** oder den Durchmesser der koaxialen Bohrung **19** in dem Aufnahmeteil **5** festgelegt. Je nachdem, wie der Durchmesser der sphärischen Ausnehmung **17** und der Durchmesser des Kopfes **6** zueinander gewählt werden, ist die Einstellung unterschiedlich starker Reibungskräfte zwischen Kopf und Lagerteil und somit die Einstellung der Kräfte möglich, die überwunden werden müssen, um den Kopf **6** des Schraubenelementes **2** in der Ausnehmung **17** des Lagerteils **3** zu drehen bzw. zu schwenken.

**[0033]** In [Fig. 3](#) ist eine Abwandlung **1'** des Verankerungselementes **1** nach der ersten Ausführungsform dargestellt, bei der das Lagerteil **5'** zweiteilig aus einem ersten Lagerelement **5a'** und einem zweiten Lagerelement **5b'** ausgebildet ist. Das zweiteilige Lagerteil **5'** ist wie das Lagerteil **5**, jedoch parallel zur Stirnseite in zwei Teile geschnitten ausgebildet. Durch die zweiteilige Form kann der Kopf **6** des Schraubenelementes **2** in die Ausnehmung **17'** eingebracht werden, ohne die Öffnung **19'** aufzuspreizen. Das Lagerteil **5'** kann daher aus einem steifen Material ohne Schlitz ausgebildet sein.

#### Zweite Ausführungsform

**[0034]** In den [Fig. 4](#) bis 7 ist ein Verankerungselement **100** nach einer zweiten Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Elemente, die gleich denjenigen der ersten Ausführungsform sind, sind mit gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0035]** Wie am besten in den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) zu sehen ist, beinhaltet das Verankerungselement **100** nach der zweiten Ausführungsform ein Schraubenelement **2**, ein Aufnahmeteil **102**, ein Druckelement **103**, einen ersten Ring **104**, einen zweiten Ring **105**, ein erstes Lagerteil **106**, ein zweites Lagerteil **107**, eine Stabfassung **108** und eine Innenschraube **109**.

**[0036]** Das Schraubenelement **2** in dem Verankerungselement **100** nach der zweiten Ausführungsform ist identisch mit dem Schraubenelement **2** des Verankerungselementes **1** nach der ersten Ausführungsform.

**[0037]** Das Aufnahmeteil **102** ist ein im wesentlichen zylindrischer Körper mit einem ersten Ende **112** und einem diesem gegenüberliegenden zweiten Ende **113**. Eine koaxiale Bohrung **120** erstreckt sich von dem ersten Ende **112** bis zu dem zweiten Ende **113** des Aufnahmeteils **102**. Angrenzend an das erste Ende **112** ist eine im wesentlichen U-förmige Ausnehmung **140** vorgesehen, wodurch zwei freie Schenkel **114** und **115** gebildet sind. Angrenzend an das erste Ende **112** ist auf der Innenseite der freien Schenkel **114** und **115** ein Innengewinde **122** vorgesehen. In einem an das erste Ende **112** des Aufnahmeteils **102** angrenzenden Abschnitt hat die Bohrung **120** einen im wesentlichen konstanten Durchmesser, der größer ist, als der Durchmesser des Kopfes **6** des Schraubenelementes **2**. In einem sich an den ersten Abschnitt anschließenden und bis zum zweiten Ende des Aufnahmeteils **102** erstreckenden zweiten Abschnitt verjüngt sich die Bohrung **120** in Richtung des zweiten Endes **113**. Angrenzend an das zweite Ende **113** ist ein sphärischer Abschnitt **121** gebildet, dessen Form an die Form des Kopfes **6** des Schraubenelementes **2** angepasst ist. Der Durchmesser der Bohrung in dem zweiten Abschnitt ist so gewählt, dass er angrenzend an das zweite Ende kleiner als

der Durchmesser des Kopfes **6** des Schraubenelementes **2**, aber größer als der Durchmesser des Gewindeschafftes **7** des Schraubenelementes **2** ist.

**[0038]** Der erste Ring **104** weist auf seiner Außenseite ein Außengewinde **123** auf, das mit dem Innengewinde **122** auf der Innenseite der freien Schenkel **114** und **115** des Aufnahmeteils **102** zusammenwirkt. An einer Stirnseite **146** des ersten Rings **104** sind sich in radialer Richtung erstreckende Ausnehmungen **124** vorgesehen, in die ein Werkzeug zum Einschrauben des ersten Rings **104** in das Aufnahmeteil **102** eingreifen kann.

**[0039]** Der zweite Ring **105** ist rohrförmig ausgebildet mit konstantem Außendurchmesser mit einem an ein erstes Ende **141** angrenzenden ersten Abschnitt mit einem ersten Innendurchmesser und mit einem an ein zweites Ende **142** angrenzenden zweiten Abschnitt mit einem zweiten Innendurchmesser, der größer ist als der Innendurchmesser des ersten Abschnitts, so dass dadurch eine Schulter **147** ausgebildet ist. Der Außendurchmesser des zweiten Ringes **105** ist über die gesamte Länge des Ringes konstant und etwas kleiner als der Durchmesser der Bohrung **120** in dem an das erste Ende **112** des Aufnahmeteils **102** angrenzenden Abschnitt, sodass der Ring **105** in die Bohrung **120** einschiebbar ist. An das erste Ende **141** angrenzend ist eine rechteckige Ausnehmung **143** vorgesehen, durch die zwei freie Schenkel **144**, **145** gebildet sind. Die Breite der Ausnehmung **143** ist wie die Breite der U-förmigen Ausnehmung **140** des Aufnahmeteils **102** größer als die schmale Seite des rechteckigen Querschnittes des Stabes, sodass der in diese Ausnehmungen eingelegte Stab **21** in einem vorbestimmten Winkelbereich, bevorzugt etwa  $\pm 10^\circ$ , hin und her geschwenkt werden kann.

**[0040]** Das Druckelement **103** hat im wesentlichen die Form eines flachen Zylinders mit einer sphärischen Ausnehmung **111** auf der dem Schraubenkopf zugewandten Seite, deren Form an die Form des Kopfes **6** des Schraubenelementes **2** angepasst ist, und mit einer in diese Ausnehmung **111** einmündenden coaxialen Bohrung **110** zum Hindurchführen eines Schraubendrehers versehen. Der Außendurchmesser des Druckelementes **103** ist etwas geringer als der Durchmesser der Bohrung **120** in dem Aufnahmeteil **102**, sodass das Druckelement **103** in die Bohrung des Aufnahmeteils einschiebbar ist.

**[0041]** Der erste und der zweite Ring **104**, **105** dienen zum Ausüben von Druck auf das Druckelement **103** und damit zum Fixieren des Kopfes **6** des Schraubenelementes **2** in dem sphärischen Abschnitt **121**.

**[0042]** Das erste Lagerteil **106** hat die Form einer Kreisscheibe mit einer coaxialen Bohrung **135** zum Hindurchführen eines Schraubendrehers und mit ei-

nem in Umfangsrichtung verlaufenden ringförmigen Vorsprung **148**, der im eingesetzten Zustand auf der dem Druckelement abgewandten Seite liegt. Der ringförmige Vorsprung weist zwei gegenüberliegende rechteckige Ausnehmungen **149** auf.

**[0043]** Das zweite Lagerteil **107** ist als ein rohrförmiger Abschnitt mit einem flanschartigen Ansatz **151** ausgebildet, wobei der Durchmesser des rohrförmigen Abschnittes geringer ist als der Durchmesser des ersten Lagerteils **106**. Der äußere Durchmesser des flanschartigen Ansatzes **151** des zweiten Lagerteils **107** ist gleich dem Durchmesser des ersten Lagerteils **106**. Angrenzend an die Seite mit dem flanschartigen Ansatz **151** sind zwei sich gegenüberliegende rechteckige Ausnehmungen **150** vorgesehen.

**[0044]** Das erste und das zweite Lagerteil **106**, **107** sind im eingesetzten Zustand coaxial so angeordnet, dass der ringförmige Vorsprung **148** des ersten Lagerteils **106** an den flanschartigen Ansatz **151** des zweiten Lagerteils **107** angrenzt, wobei die rechteckigen Ausnehmungen **149**, **150** in den beiden Lagerteilen **106**, **107** jeweils aneinander ausgerichtet sind, sodass in dem durch die beiden Lagerteile **106**, **107** gebildeten Lager zwei sich gegenüberliegende, in das Innere des Lagers mündende Öffnungen zum Aufnehmen des Stabes ausgebildet sind. In der Breite sind die durch die Ausnehmungen **149**, **150** im zusammengesetzten Zustand ausgebildeten Öffnungen so ausgelegt, dass der durch diese Öffnungen eingelegte Stab **21** in einem vorbestimmten Winkelbereich, bevorzugt etwa  $\pm 10^\circ$ , hin und her geschwenkt werden kann. Die Höhe der durch die Ausnehmungen **149**, **150** im zusammengesetzten Zustand gebildeten Öffnungen ist etwas größer als die entsprechende Querschnittsseite des Stabs **21**. Der Außendurchmesser des Lagers ist gerade so bemessen, dass eine Presspassung des Lagers in dem ersten und zweiten Klemmring möglich ist. Im zusammengebauten Zustand liegt der flanschartige Ansatz **151** an der Schulter **147** des zweiten Rings **105** an.

**[0045]** Das erste und das zweite Lagerteil **106**, **107** sind vorzugsweise aus einem körperverträglichen Kunststoff gefertigt, der gute Gleiteigenschaften aufweist. Bevorzugt wird Polyethylen (PE) eingesetzt. Hierbei können verschiedene Vernetzungsgrade mit daraus resultierenden verschiedenen Molekulargewichten, wie z.B. LDPE und LLDPE mit Molekulargewichten von bis zu 50.000 g/mol, HDPE mit Molekulargewichten bis zu 200.000 g/mol oder UHMWP (Ultra-Height Molecular Weight Poly Ethylen) mit Molekulargewichten um 6.000.000 g/mol, verwendet werden. Bevorzugt wird für das Lagerteil aufgrund seines geringen Langzeitverschleißes UHMWP eingesetzt. Die übrigen Teile des Verankerungselementes sind bevorzugt aus einem körperverträglichen Material mit guten mechanischen Eigenschaften, wie z.B. Titan, gefertigt.



[0046] Wie aus den [Fig. 5](#), [Fig. 6a](#) und [Fig. 6b](#) ersichtlich ist, ist die Stabfassung **108** als zylinderförmiger Körper mit einem ersten Ende **130** und einem zweiten Ende **131** ausgebildet. Von dem ersten Ende **130** ist bis zu dem zweiten Ende **131** eine durchgehende koaxiale Bohrung **132** vorgesehen. Angrenzend an das erste Ende **130** ist in der Bohrung **132** ein Innengewinde **155** vorgesehen, in das die Innenschraube **109** eingeschraubt werden kann. Der Außendurchmesser der Stabfassung **108** ist etwas geringer als der Innendurchmesser des zweiten Lagerteils **107**. An seinem zweiten Ende **131** weist die Stabfassung **108** einen flanschartigen Ansatz **152** auf, dessen Außendurchmesser etwas geringer als der Innendurchmesser des ersten Lagerteils **106** ist. An den Seitenwänden der Stabfassung **108** sind zwei sich gegenüberliegende Öffnungen **133** mit rechteckigem Querschnitt vorgesehen. Die Breite B der Öffnung ist etwas größer als die Breite des Stabes. Die Höhe H der Öffnung ist größer als die Höhe des Stabes.

[0047] Die Innenschraube **109** weist ein Außengewinde **154** auf, das mit dem Innengewinde **155** der Stabfassung **108** zusammenwirkt. Eine koaxiale Bohrung **134** durch die Innenschraube **109** weist einen Querschnitt auf, der zum Ineingriffbringen mit einem Inbusschlüssel geeignet ist.

[0048] Wie aus den [Fig. 6a](#) und [Fig. 6b](#) ersichtlich ist, ist die axiale Länge des Innengewindeabschnitts **155** der Stabfassung **108** und die Höhe der Öffnungen **133** so gewählt, dass der Stab durch Festziehen der Innenschraube **109** von einer Position, in der er in der Öffnung verschiebbar ist, in eine Position, in der er gegen den unteren Rand **153** der Öffnung **133** gedrückt und so fixiert wird, verschiebbar ist.

[0049] Im Betrieb wird zum Vormontieren des Verankerungselements zuerst das Schraubenelement **2** mit dem Gewindenschaft **7** voran in das Aufnahmeteil **102** eingeführt, sodass der Kopf **6** an der sphärischen Fläche **121** anliegt. Im Anschluss daran wird von dem ersten Ende **112** des Aufnahmeteils **102** her in die koaxiale Bohrung **120** des Aufnahmeteils **102** zuerst das Druckelement **103** mit der sphärischen Ausnehmung **111** gegen den Kopf hin eingeführt, dann wird das erste Lagerteil **106** mit der koaxialen Bohrung voran in das Aufnahmeteil **102** eingeführt und anschließend wird die Stabfassung **108** mit zuvor leicht eingeschraubter Innenschraube **109** in das erste Lagerteil **106** eingelegt. Hierauf wird nacheinander das zweite Lagerteil **107** und der zweite Ring **105** zwischen Seitenwand des Aufnahmeteils **102** und das erste und zweite Lagerteil **106**, **107** eingebracht. Schließlich wird der erste Ring **104** in das Aufnahmeteil **102** gerade soweit eingeschraubt, dass ein Herausfallen der in das Aufnahmeteil **102** eingebrachten Elemente verhindert wird. Hiermit ist die Vormontage des Verankerungselements **100** abgeschlossen.

[0050] Alternativ dazu können aber auch die Stabfassung **108**, das erste und das zweite Lagerteil **106**, **107**, der erste und der zweite Ring **104**, **105** und die Innenschraube **109** auch zuerst außerhalb des Aufnahmeteils zusammengesetzt und erst dann in das Aufnahmeteil eingeführt werden. Weitere Arten des Zusammenbaus sind möglich.

[0051] Im Betrieb bei der Operation wird mit einem Inbusschlüssel durch die Bohrungen **134**, **132**, **135** und **110** hindurch das Schraubenelement **2** zuerst in den Wirbel bzw. Knochen eingeschraubt. Danach wird von der Seite des Aufnahmeteils **102** her der Stab zwischen den beiden freien Schenkeln **114** und **115** des Aufnahmeteils **102** durch die Öffnungen **133** in der Stabfassung **108** und durch die Öffnungen in dem ersten und zweiten Lagerteil **106** und **107**, sowie durch die Ausnehmungen in dem ersten Ring **105** eingeschoben. Anschließend wird durch Festziehen des ersten Rings **104** auf das Druckelement **103** eine Kraft ausgeübt und so das Aufnahmeteil **102** relativ zu dem Schraubenelement **2** fixiert. Dann wird durch Einsetzen und Festziehen der Innenschraube **109** der Stab **21** in der Stabfassung **108** fixiert.

[0052] So entsteht eine Verbindung zwischen dem stabförmigen Element **21** und dem Knochen bzw. Wirbel, bei der sich die Stabfassung **108** mit dem fixierten stabförmigen Element **21** um die Hauptachse des Aufnahmeteils **102** in einem vorbestimmten Winkelbereich drehen kann. Der Winkelbereich ist dabei durch die Abmessung des Stabes **21** und die Breite der Ausnehmung **140** in dem Aufnahmeteil **102**, die Breite der rechteckigen Ausnehmungen **149**, **150** in dem ersten bzw. dem zweiten Lagerteil **106**, **107** der Öffnungen **149** und die Breite der Ausnehmungen **143** in dem zweiten Ring **105** festgelegt. Die Stabfassung **108** dreht sich mit dem Stab **21** mit, während das Lagerteil **106**, **107** durch Presspassung fest in dem ersten und zweiten Ring **104**, **105** sitzt. Die Winkelstellung der Schraubenachse relativ zu dem Aufnahmeteil **102** bleibt erhalten.

[0053] In den [Fig. 7a](#) und [Fig. 7b](#) sind zwei verschiedene Grenzwinkelstellungen  $\alpha$ ,  $\beta$  des stabförmigen Elements **21** gegenüber dem Aufnahmeteil **102** dargestellt.

[0054] Im Gegensatz zum Verankerungselement **1** nach der ersten Ausführungsform, das drei Rotationsfreiheitsgrade des Stabes relativ zum Schraubenelement aufweist, weist die Verbindung mit einem Verankerungselement **100** nach der zweiten Ausführungsform nur einen Rotationsfreiheitsgrad auf.

#### Dritte Ausführungsform

[0055] Nach einer dritten Ausführungsform der Erfindung wird eine drehbare Verbindung zwischen einem Stab und einem Knochen bzw. Wirbel dadurch

hergestellt, indem wie in [Fig. 8a](#) dargestellt in einer Polyaxialschraube, bei der der Winkel zwischen Stab **407** und Aufnahmeteil **408**, sowie zwischen Schraubenelement und Aufnahmeteil fixiert ist, ein zweiteiliges Schraubenelement **400** verwendet wird, bei dem der Kopf **401** des Schraubenelementes drehbar mit dem Gewindeschaf **412** verbunden ist. Die Polyaxialschraube beinhaltet wie in [Fig. 8a](#) dargestellt ein Aufnahmeteil **408**, ein Druckelement **409**, eine Innenschraube **410** und eine Außenschraube **411**.

[0056] Wie aus [Fig. 8b](#) ersichtlich ist besteht der Kopf **401** des Schraubenelementes **400** aus einem kugelsegmentförmigen Kopfabschnitt **402** mit einem zylindrischen Hals **403**. An der Seitenfläche des Halses **403** ist weiter ein Stift **404** vorgesehen, der entlang seiner Längsachse gegen eine Federkraft in den Hals **403** eindrückbar ist.

[0057] Der Gewindeschaf **412** weist an seiner dem Kopf **401** des Schraubenelementes **400** zugewandten Seite eine koaxiale Ausnehmung **405** auf, in welche der Hals **403** eingreift. In der Seitenwand dieser Ausnehmung **405** ist ein Langloch **406** vorgesehen, in welches der Stift **404** eingreift.

[0058] Im Betrieb wird der Stift in den Hals soweit eingedrückt, dass der Hals **403** in die Ausnehmung **405** des Gewindeschafes **412** eingeschoben werden kann. Der Hals **403** wird dann derart in die Ausnehmung **405** eingeschoben, dass der Stift **404** von der Federkraft nach außen gedrückt in das Langloch **406** in der Wand der Ausnehmung **405** eingreift. Dadurch wird eine Verbindung zwischen dem Kopf **401** und dem Gewindeschaf **412** des Schraubenelementes **400** gebildet, bei der der Kopf **401** gegen den Gewindeschaf **412** des Schraubenelementes innerhalb eines durch die Länge des Langlochs **406** vorbestimmten Winkelbereichs koaxial gegeneinander gedreht werden können.

[0059] Das Schraubenelement **400** wird dann in ein Aufnahmeteil **408** eingeführt und in den Knochen eingeschraubt. Anschließend wird in bekannter Weise die Stellung des Schraubenelementes zum Aufnahmeteil fixiert, sowie der Stab **407** eingelegt und fixiert.

[0060] Die Verbindung mit einem Verankerungselement nach der dritten Ausführungsform weist wie bei der zweiten Ausführungsform einen Rotationsfreiheitsgrad auf.

[0061] In einer in [Fig. 8c](#) dargestellten Abwandlung der dritten Ausführungsform ist das Knochenverankerungselement **420** als Monoaxialschraube ausgebildet, bei der das Aufnahmeteil **421** fest mit dem Kopf des zweiteiligen Schraubenelementes verbunden ist bzw. ein integraler Bestandteil desselben ist. Im übrigen ist das Knochenverankerungselement **420** wie die zuvor beschriebene dritte Ausführungs-

form ausgebildet.

[0062] Abwandlungen der zuvor beschriebenen Ausführungsformen sind möglich.

[0063] Die Öffnung **19** des Verankerungselementes nach der ersten Ausführungsform wurde so beschrieben, dass ihr Durchmesser kleiner als der des Kopfes **6**, aber größer als der Durchmesser des Gewindeabschnittes **7** ist. Der Durchmesser der Öffnung **19** kann aber auch kleiner als der Durchmesser des Gewindeschafes **7** sein, wenn das Schraubenelement **2** zweiteilig ausgebildet ist, sodass der Gewindeschaf beim Zusammenbau nicht durch die Öffnung **19** hindurchgeführt werden muss. Weiter ist es möglich, dass die Öffnung so ausgebildet ist, dass das Schraubenelement durch diese hindurchgeschraubt werden kann.

[0064] Bei dem Verankerungselement nach der ersten Ausführungsform kann eine nicht-sphärische aber bezüglich der Schraubenachse rotationssymmetrische Form des Kopfes eine Einschränkung der Drehbewegung des Schraubenelementes relativ zu dem Aufnahmeteil auf einen Freiheitsgrad bewirken. Das Lagerteil **5** nach der ersten Ausführungsform muss nicht zwingend wenigstens einen oder mehrere Schlitze **20** aufweisen, wenn die Elastizität des verwendeten Materials ein Einbringen des Kopfes **6** des Schraubenelementes **2** auch ohne Schlitze **20** erlaubt.

[0065] Der Durchmesser der Bohrung **120** in dem zweiten Abschnitt des Aufnahmeteils **102** nach der zweiten Ausführungsform ist so beschrieben worden, dass er angrenzend an das zweite Ende **113** größer als der Durchmesser des Gewindeschafes **7** des Schraubenelementes **2** ist. Der Durchmesser der Bohrung **120** kann aber angrenzend an das zweite Ende auch so bemessen sein, dass das Schraubenelement durch die Bohrung hindurchgeschraubt wird oder aber, bei einem mehrteiligen Schraubenelement, geringer ist als der Durchmesser des Gewindeschafes **7**, der in diesem Fall nicht durch die Bohrung **120** hindurchgeführt werden muss, sondern von außen mit dem in dem Aufnahmeteil befindlichen Kopf verbunden wird.

[0066] Weiter kann das erste Lagerteil **106** auch ohne den Vorsprung **148** ausgebildet sein.

[0067] Das Verankerungselement **100** nach der zweiten Ausführungsform kann als Monoaxialschraube ausgebildet sein, bei der das Aufnahmeteil **102** fest mit dem Schraubenelement **2** verbunden ist bzw. ein integraler Bestandteil desselben ist.

[0068] Bei allen beschriebenen Verankerungselementen kann anstelle der Verankerung mit einem Schraubenelement eine andere Art der Verankerung

in dem Knochen bzw. Wirbel vorgesehen sein, wie z.B. die Verankerung durch Haken.

**[0069]** Die Knochenverankerungselemente nach der ersten und der zweiten Ausführungsform der Erfindung wurden für stabförmige Elemente mit quadratischen Querschnitt beschrieben. Durch entsprechende Abwandlung der Ausnehmungen und Bohrungen zur Aufnahme des Stabes können dies Knochenverankerungselementes auch für die Verwendung von stabförmigen Elementen mit einem kreisförmigen oder einem anderen Querschnitt angepasst werden. Ebenso kann auch das Knochenverankerungselement nach der dritten Ausführungsform für die Verwendung mit einem stabförmigen Element mit einem rechteckigen oder mit einem anderen Querschnitt abgewandelt werden.

**[0070]** Bei der dritten Ausführungsform wurde beschrieben, dass der Stift **404** gegen eine Federkraft in den Hals **403** eingedrückt werden kann. Der Stift **404** kann jedoch auch mit Presspassung in einem Loch in dem Hals **403** bzw. **422** eingebracht und so fest mit dem Hals **403** bzw. **422** verbunden sein. In diesem Fall ist im Betrieb der Hals zuerst ohne Stift in die Ausnehmung **405** einzuführen und dann der Stift durch das Langloch **406** hindurch in das Loch in dem Hals einzubringen. Es ist auch möglich, den Stift und den Hals so auszubilden, dass der Stift mit einem Außengewinde in ein in dem Loch des Halses vorgesehenes Innengewinde eingeschraubt werden kann. Eine Vielzahl weiterer Drehverbindungen zwischen Schraubenkopf **401** und dem Gewindeabschnitt **402** ist möglich.

**[0071]** Eine erfindungsgemäße Stabilisierungseinrichtung zur dynamischen Stabilisierung von Knochen bzw. Wirbeln besteht wie die in [Fig. 9](#) dargestellte bekannte Stabilisierungseinrichtung aus wenigstens zwei mit einem stabförmigen Element verbundenen Knochenverankerungselementen von denen wenigstens eines ein Knochenverankerungselement nach der ersten bis dritten Ausführungsform ist.

### Patentansprüche

1. Verankerungselement (**1**, **1'**, **100**, **415**, **420**) zum Verankern eines stabförmigen Elements (**21**, **407**) in einem Knochen oder Wirbel mit einem in dem Knochen oder Wirbel zu verankern den Schaft (**7**, **412**), einem mit dem Schaft (**7**, **412**) verbundenen Aufnahmeteil (**3**, **102**, **408**, **421**) zur Aufnahme des stabförmigen Elements (**21**, **407**), und einer Fixationsvorrichtung (**4**, **109**, **410**) zum Fixieren des stabförmigen Elements (**21**, **407**) in dem Aufnahmeteil (**3**, **102**, **408**, **421**), **dadurch gekennzeichnet**, daß in fixiertem Zustand des stabförmigen Elements (**21**, **407**) der Schaft (**7**, **412**) über das Aufnahmeteil (**3**, **102**, **408**, **421**) mit

dem stabförmigen Element (**21**, **407**) derart beweglich verbunden ist, daß der Schaft (**7**, **412**) relativ zu dem stabförmigen Element (**21**, **407**) eine Bewegung mit wenigstens einem Rotationsfreiheitsgrad, aber keinem Translationsfreiheitsgrad ausführen kann.

2. Verankerungselement (**100**) nach Anspruch 1, wobei der Schaft (**7**) mit dem Aufnahmeteil (**102**) fest verbunden ist und das stabförmige Element (**21**) in einer Fassung (**108**) in dem Aufnahmeteil (**102**) drehbar gehalten ist.

3. Verankerungselement (**100**) nach Anspruch 2, wobei die Fassung (**108**) in einem Lagerelement (**106**, **107**) drehbar gelagert ist.

4. Verankerungselement (**100**) nach Anspruch 3, das als Polyaxialschraube mit einem aus dem Schaft (**7**) und einem kugelsegmentförmigen Kopf (**6**) bestehenden Knochenverankerungselement (**2**) ausgebildet ist, wobei

an das eine Ende des Aufnahmeteils (**102**) angrenzend ein sphärischer Sitz (**121**) zur Aufnahme des kugelsegmentförmigen Kopfes (**6**) des Knochenverankerungselementes (**2**) vorgesehen ist, an das andere Ende des Aufnahmeteils (**102**) angrenzend zwei sich gegenüberliegende Ausnehmungen (**140**) vorgesehen sind, durch die zwei freie Schenkel (**114**, **115**) gebildet werden, an den Innenseiten der freien Schenkel (**114**, **115**) ein Gewinde (**122**) vorgesehen ist, in welches ein ringförmiges Element (**104**) einschraubbar ist, mit dem direkt oder indirekt Druck auf ein Druckelement (**103**) ausgeübt wird, welches diesen Druck wiederum an den Kopf (**6**) des Knochenverankerungselementes (**2**) weitergibt, sodass das Knochenverankerungselement (**2**) in einer vorbestimmten Winkelstellung relativ zu dem Aufnahmeteil (**102**) fixiert wird, wobei das Lagerelement (**106**, **107**) innerhalb des ringförmigen Elementes (**104**) sitzt.

5. Verankerungselement (**100**) nach Anspruch 4, wobei das Lagerelement (**106**, **107**) durch Presspassung fest mit dem ringförmigen Element (**104**) verbunden ist.

6. Verankerungselement (**1**, **1'**) nach Anspruch 1, wobei angrenzend an den Schaft (**7**) ein Kopf (**6**) vorgesehen ist, der in dem Aufnahmeteil (**3**) in einem Lagerelement (**5**, **5'**) relativ zum dem stabförmigen Element drehbar gehalten ist.

7. Verankerungselement (**1**, **100**) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei das Lagerelement (**5**, **106**, **107**) aus körperverträglichen Kunststoff, bevorzugt aus Polyethylen ausgeführt ist.

8. Verankerungselement (**415**) nach Anspruch 1, wobei angrenzend an den Schaft (**412**) ein Kopf (**401**) vorgesehen ist, der in dem Aufnahmeteil (**408**) so fi-



xierbar ist, daß der Schaft (**412**) eine vorgegebene Winkelstellung relativ zu dem Aufnahmeteil (**408**) aufweist und wobei der Kopf (**401**) und der Schaft (**412**) separate Teile sind, die drehbar miteinander verbunden sind.

9. Verankerungselement (**420**) nach Anspruch 1, wobei angrenzend an den Schaft (**412**) ein Kopf vorgesehen ist, der mit dem Aufnahmeteil (**421**) fest verbunden ist bzw. ein integraler Bestandteil desselben ist und wobei der Kopf und der Schaft (**412**) separate Teile sind, die drehbar miteinander verbunden sind.

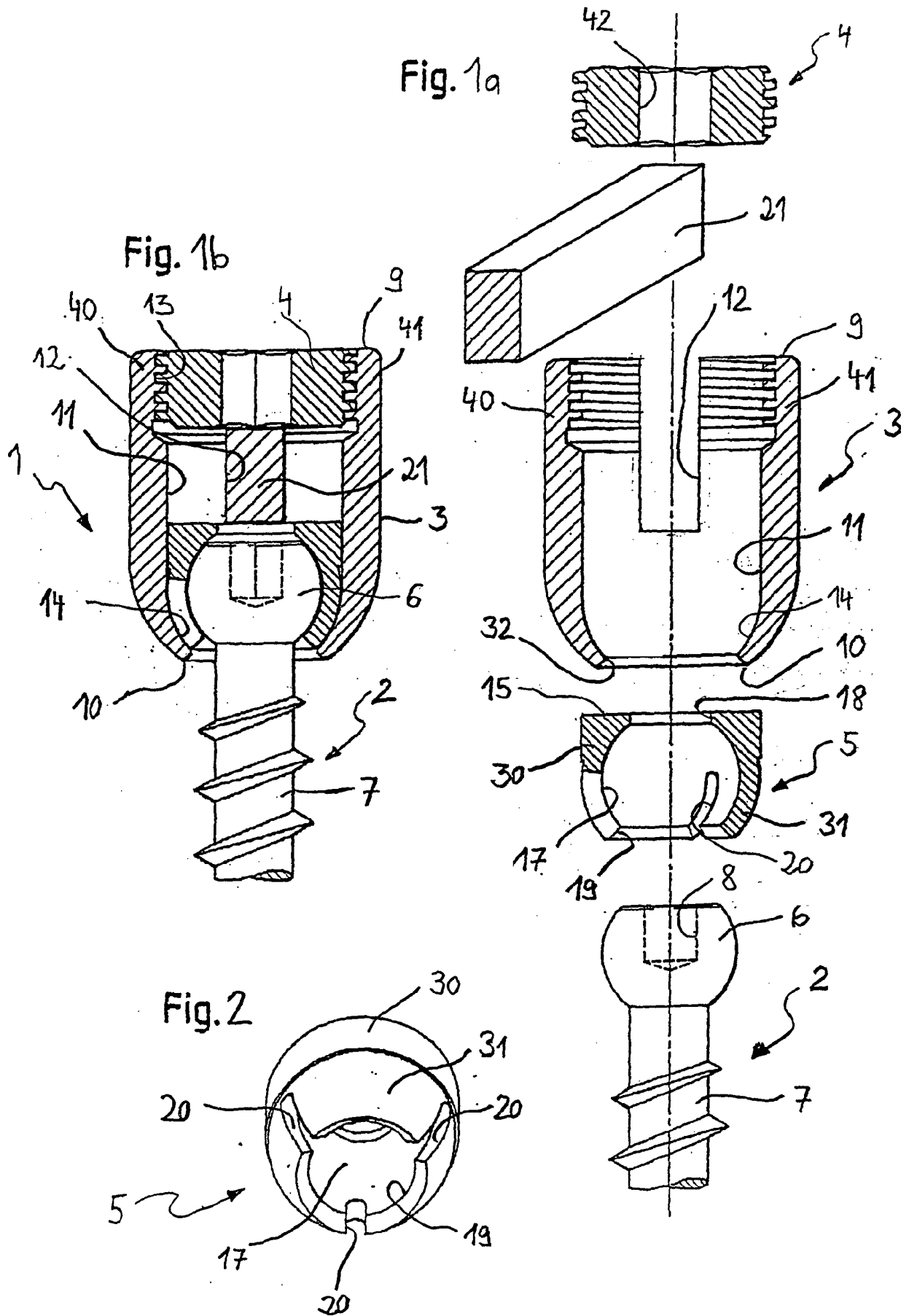
10. Verankerungselement (**1, 1', 100, 415, 420**) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei ein Anschlag (**149, 150, 406**) zum Begrenzen der Drehbewegung vorgesehen ist.

11. Verankerungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der in dem Knochen oder Wirbel zu verankernde Schaft (**7, 412**) ein Knochengewinde aufweist.

12. Stabilisierungseinrichtung (**200**) mit wenigstens zwei Verankerungselementen (**202, 202'**) und einem diese verbindenden stabförmigen Element (**201**), wobei wenigstens ein Verankerungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 11 ausgebildet ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



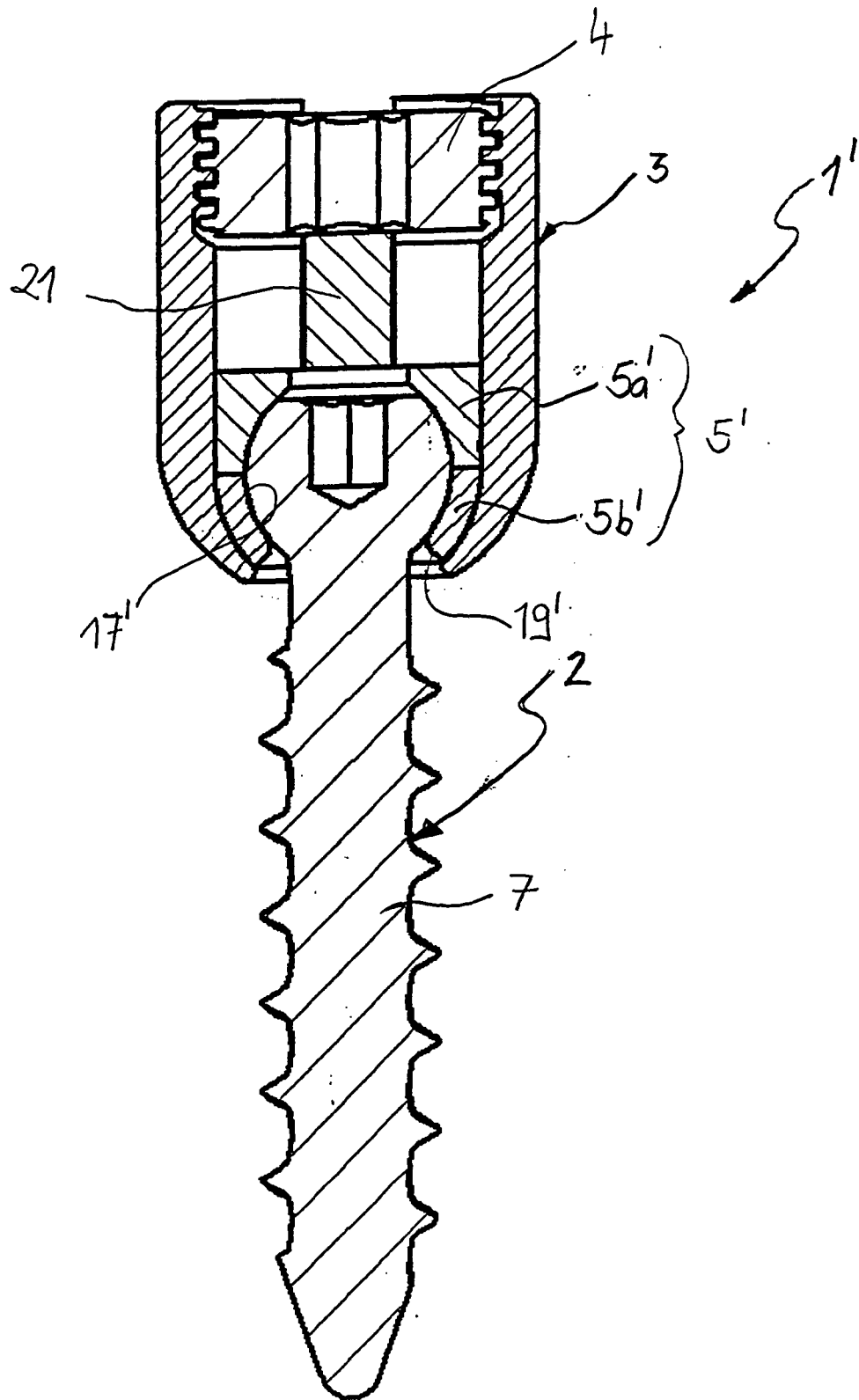
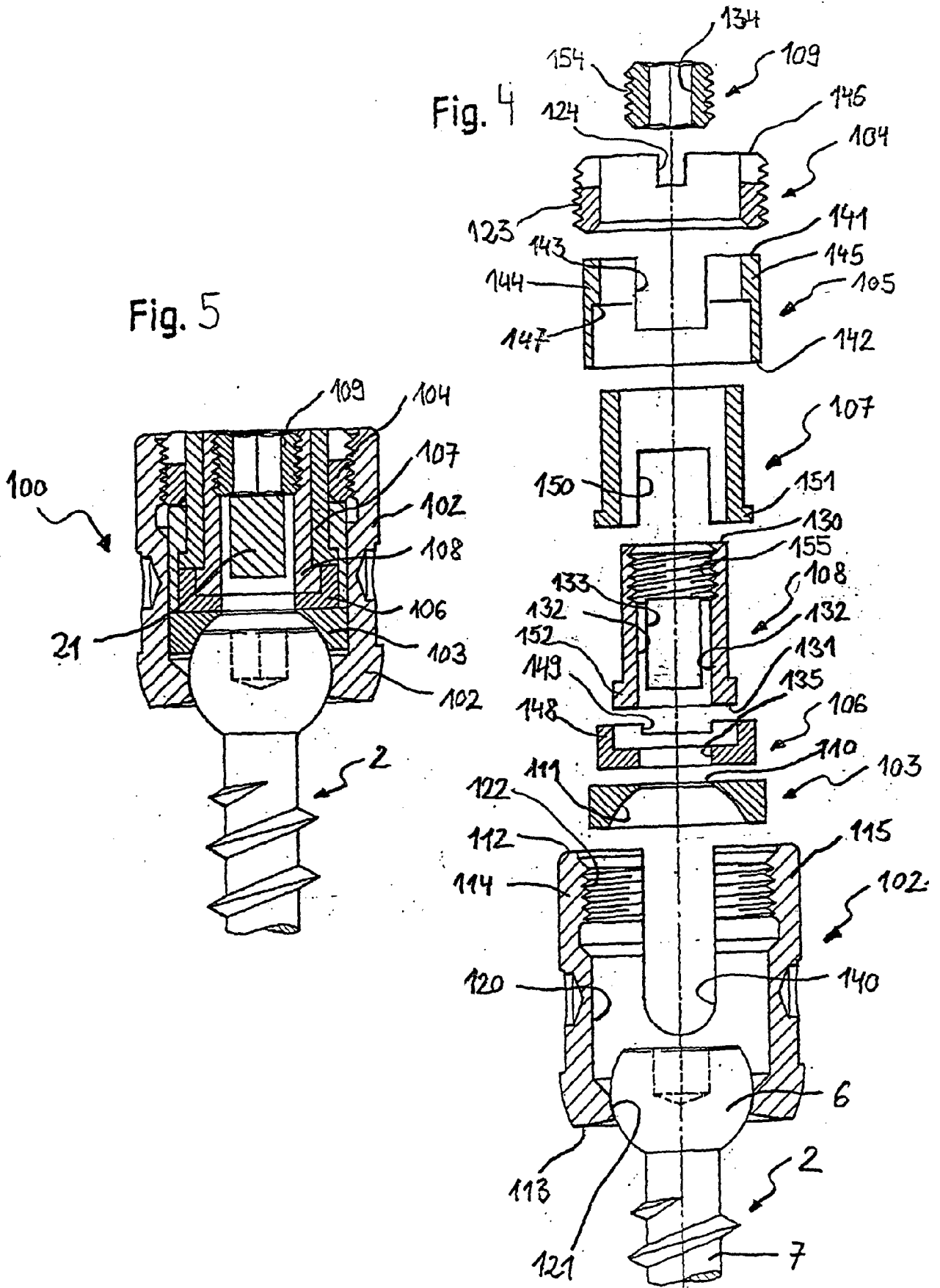


Fig. 3



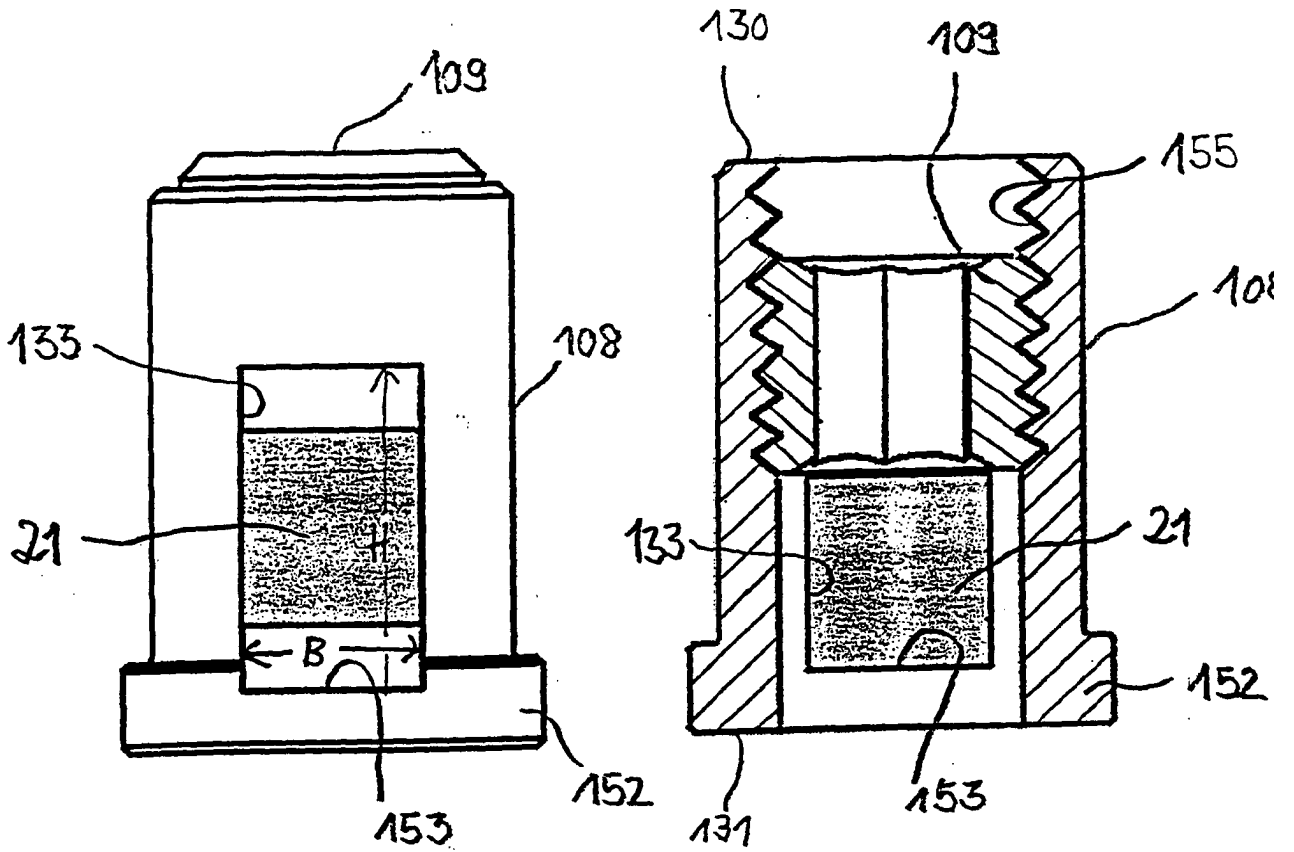


Fig. 6a

Fig. 6b



Fig. 7a

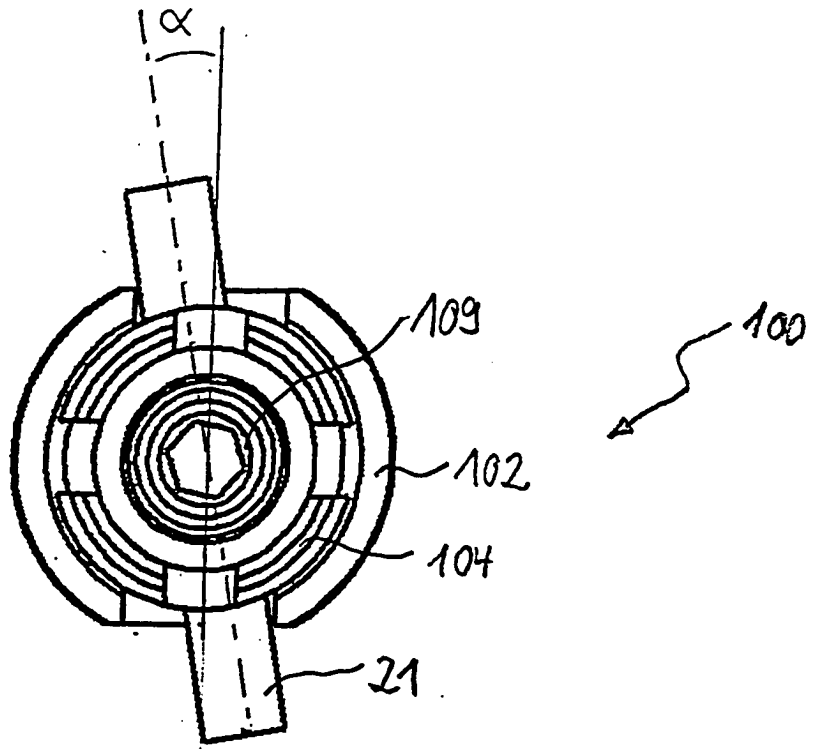
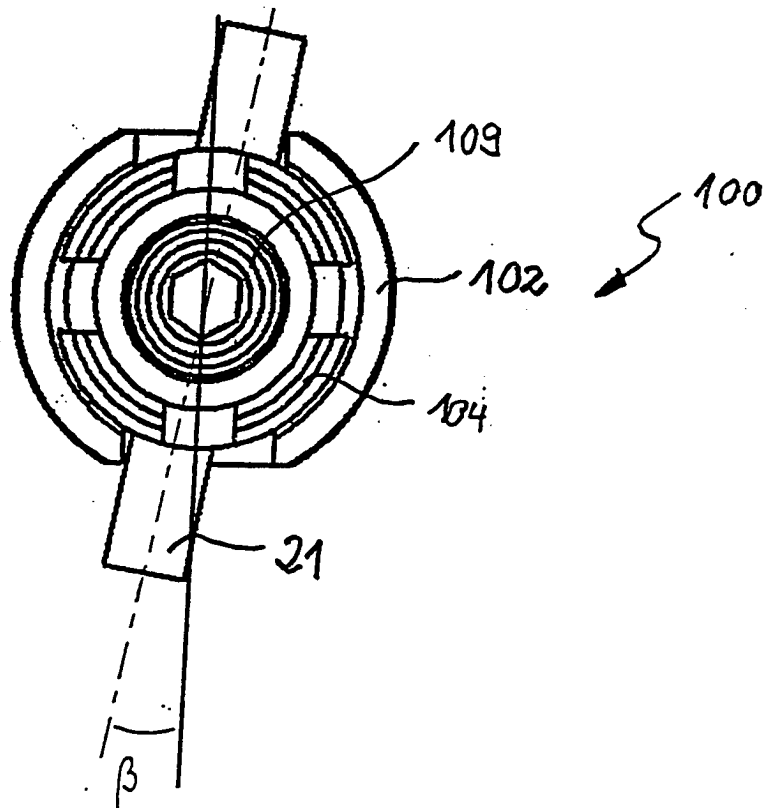


Fig. 7b



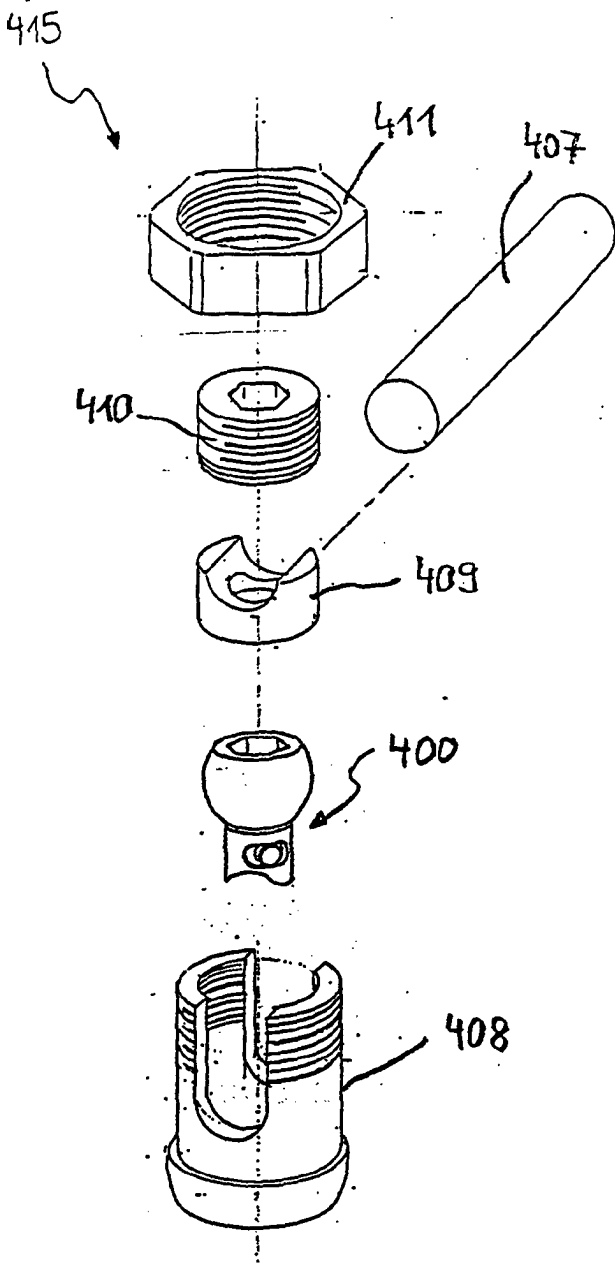


Fig. 8a

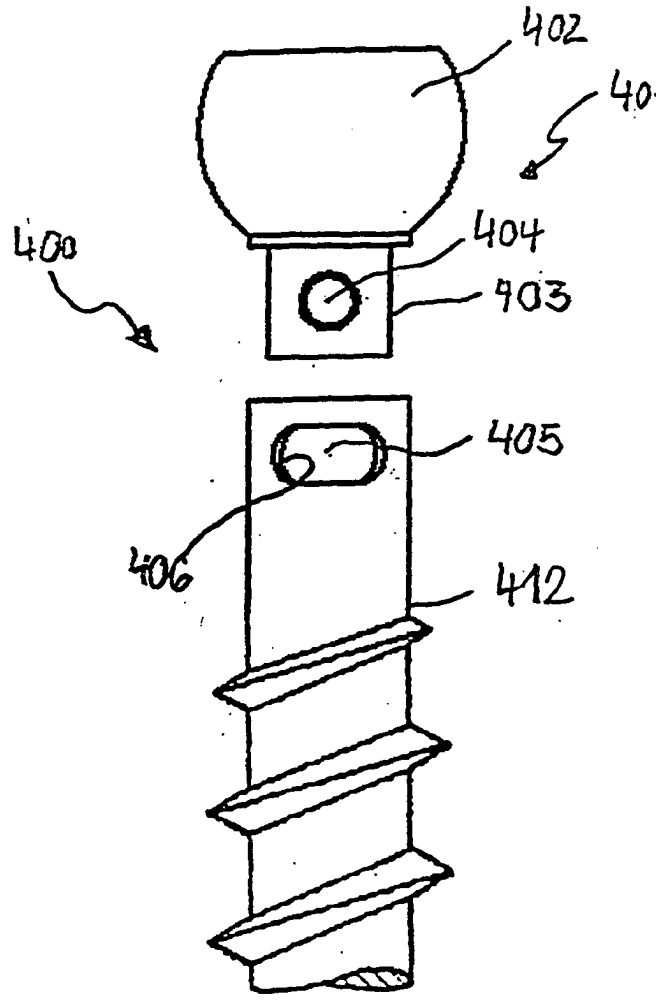
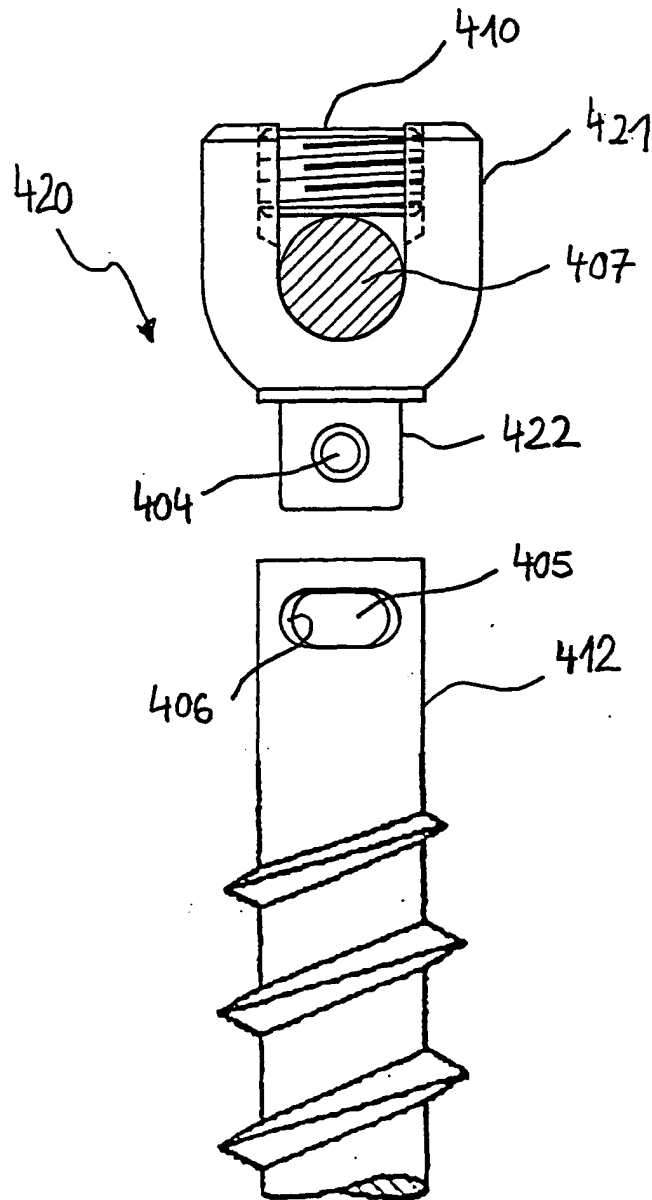


Fig. 8b

Fig. 8c



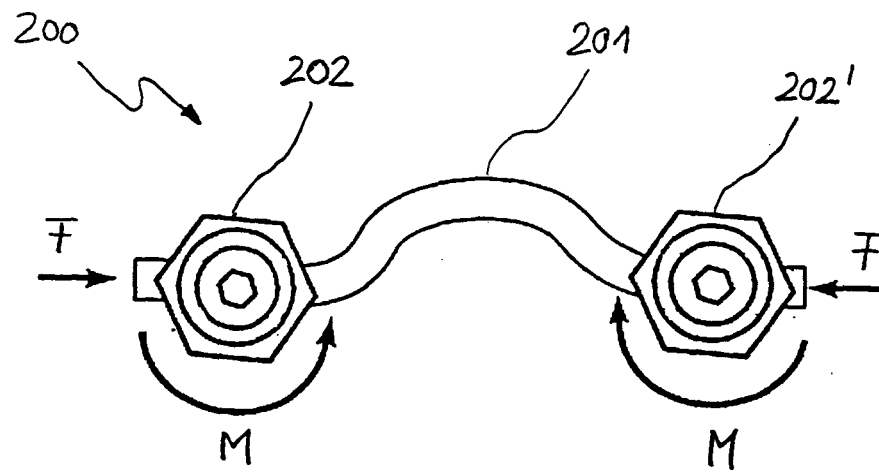


Fig. 9