



(10) **DE 10 2010 016 448 A1** 2011.10.20

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 016 448.8**

(22) Anmeldetag: **14.04.2010**

(43) Offenlegungstag: **20.10.2011**

(51) Int Cl.: **A61B 17/68 (2006.01)**

A61B 17/70 (2006.01)

A61B 19/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

Aesculap AG, 78532, Tuttlingen, DE

(74) Vertreter:

**HOEGER, STELLRECHT & PARTNER
Patentanwälte, 70182, Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Beger, Jens, 78532, Tuttlingen, DE; Kozak, Josef,
Dr., 78532, Tuttlingen, DE**

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

DE 10 2006 059225 A1

DE 100 27 988 A1

US 74 73 267 B2

US 74 55 685 B2

US 2010/00 69 919 A1

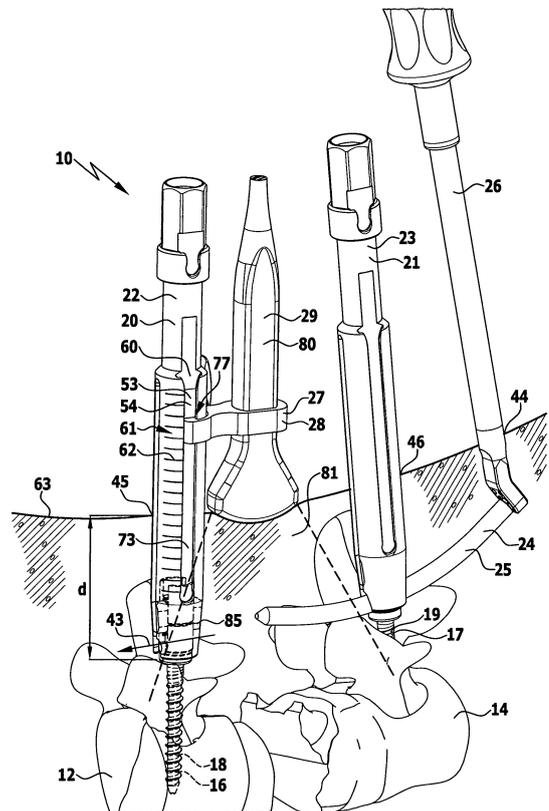
WO 2007/1 46 833 A2

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Orthopädisches Fixationssystem und Zielvorrichtung für ein derartiges Fixationssystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein orthopädisches Fixationssystem, mit einem an einem Knochen verankerbaren Verankerungselement, welches mittels eines Stabilisierungselementes mit einem weiteren Verankerungselement verbindbar ist, wobei das Verankerungselement eine Stabilisierungselementaufnahme umfasst, in welche das Stabilisierungselement einführbar ist, sowie mit einer Längserstreckung aufweisenden Verlängerungseinrichtung für das Verankerungselement mit einem proximalen Abschnitt und einem distalen Abschnitt, welcher distale Abschnitt am Verankerungselement lösbar festlegbar ist. Um ein derartiges Fixationssystem bereitzustellen, das ein erleichtertes Ausrichten des Verankerungselementes und des Stabilisierungselementes relativ zueinander und damit ein erleichtertes Einführen des Stabilisierungselementes in die Stabilisierungselementaufnahme ermöglicht, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass das Fixationssystem eine Halteeinrichtung mit einer Sondenaufnahme für eine extrakorporale Ultraschallsonde umfasst sowie eine Koppereinrichtung zum Koppeln der Halteeinrichtung mit dem proximalen Abschnitt der Verlängerungseinrichtung. Außerdem betrifft die Erfindung eine Zielvorrichtung für ein Fixationssystem.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein orthopädisches Fixationssystem, mit einem an einem Knochen verankerbaren Verankerungselement, welches mittels eines Stabilisierungselementes mit einem weiteren Verankerungselement verbindbar ist, wobei das Verankerungselement eine Stabilisierungselementaufnahme umfasst, in welche das Stabilisierungselement einführbar ist, sowie mit einer Längserstreckung aufweisenden Verlängerungseinrichtung für das Verankerungselement mit einem proximalen Abschnitt und einem distalen Abschnitt, welcher distale Abschnitt am Verankerungselement lösbar festlegbar ist.

[0002] Außerdem betrifft die Erfindung eine Ultraschallzielvorrichtung für ein orthopädisches Fixationssystem.

[0003] Außerdem wird auch ein orthopädisches Fixationsverfahren beschrieben, bei dem ein orthopädisches Fixationssystem, beispielsweise das vorstehend Genannte, zum Einsatz kommt.

[0004] Ein Fixationssystem der eingangs genannten Art dient dazu, Knochen oder Knochenfragmente relativ zueinander zu fixieren. Beispielsweise kann das Fixationssystem im Bereich der Wirbelsäulenfixation eingesetzt werden, wobei an den relativ zueinander zu stabilisierenden Wirbeln Verankerungselemente in Form von Knochenschrauben verankert werden. Diese werden mittels des Stabilisierungselementes in Form eines längs der Wirbelsäule verlaufenden Stabes miteinander verbunden, der in den Stabilisierungselementenaufnahmen der Knochenschrauben, also beispielsweise der Schraubenköpfe, klemmend festgelegt wird.

[0005] Unabhängig davon, wo am Körper das Fixationssystem eingesetzt wird, ist es wünschenswert, minimalinvasiv zu arbeiten. Beispielsweise wurden perkutane Fixationsverfahren entwickelt, bei denen sowohl die Verankerungselemente als auch das Stabilisierungselement durch nur noch verhältnismäßig kleine Einschnitte in den Körper eingebracht werden können. Dies erschwert allerdings die Ausrichtung des Stabilisierungselementes relativ zu den Stabilisierungselementenaufnahmen, insbesondere wenn mehr als nur zwei Verankerungselemente miteinander zu verbinden sind.

[0006] Um das Stabilisierungselement relativ zu einem Verankerungselement korrekt auszurichten, um es längs einer Einführrichtung in die Stabilisierungselementenaufnahme einzuführen, ist es bekannt, dem Stabilisierungselement eine entsprechende Führungsbahn vorzugeben. Beispielsweise werden bei Fixationssystemen und Fixationsverfahren gemäß der US 7,455,685 B2 und DE 100 27 988 A1

Verlängerungseinrichtungen jeweils mit einem distalen Ende lösbar mit den Verankerungselementen verbunden. Die jeweiligen proximalen, d. h. dem Operateur zugewandten Enden der Verlängerungseinrichtungen ragen aus dem Körper heraus, und an ihnen ist das Stabilisierungselement längs eines Kreisbogens verschwenkbar gehalten. Diese Fixationssysteme haben den Nachteil, dass sie mechanisch aufwendig sind und das Stabilisierungselement nur längs eines Kreisbogens durch die Verankerungselemente hindurchgeführt werden kann.

[0007] Aus der WO 2007/146833 A2 und aus der US 7,473,267 B2 sind Fixationssysteme und Fixationsverfahren bekannt, bei denen ebenfalls Verlängerungseinrichtungen lösbar mit den Verankerungselementen verbunden werden, und bei denen vor dem Einführen des Stabilisierungselementes zunächst ein Führungselement, beispielsweise ein dünner Draht, durch die Stabilisierungselementenaufnahmen hindurchgefädelt wird. Dies erfordert zum Einen ebenfalls einen höheren apparativen Aufwand und zum Anderen einen zusätzlichen Arbeitsschritt.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Fixationssystem der eingangs genannten Art bereitzustellen, das ein erleichtertes Ausrichten des Verankerungselementes und des Stabilisierungselementes relativ zueinander und damit ein erleichtertes Einführen des Stabilisierungselementes in die Stabilisierungselementenaufnahme ermöglicht.

[0009] Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Fixationssystem erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Fixationssystem eine Halteeinrichtung mit einer Sondenaufnahme für eine extrakorporale Ultraschallsonde umfasst sowie eine Kopplungseinrichtung zum Koppeln der Halteeinrichtung mit dem proximalen Abschnitt der Verlängerungseinrichtung.

[0010] Beim erfindungsgemäßen Fixationssystem in Anwendung ist der aus dem Körper heraus ragende proximale Abschnitt der Verlängerungseinrichtung über die Kopplungseinrichtung mit der Halteeinrichtung gekoppelt. An der Halteeinrichtung ist eine Sondenaufnahme für eine Ultraschallsonde angeordnet. In der Sondenaufnahme ist die Ultraschallsonde beispielsweise lösbar oder unlösbar festgelegt. Mittels der Ultraschallsonde kann der subkutan gelegene Operationsbereich auf benutzerfreundliche Weise gescannt und unter Einsatz einer an die Ultraschallsonde angeschlossenen Anzeigeeinheit im Ultraschallbild dargestellt werden. Insbesondere ist es möglich, sowohl die Stabilisierungselementenaufnahme als auch das Stabilisierungselement zu erfassen und darzustellen. Dies gibt dem Operateur die Möglichkeit, auf benutzerfreundliche Weise das Stabilisierungselement relativ zur Stabilisierungselementenaufnahme auszurichten und es, etwa längs einer definierten Einführrichtung, in diese ein-

zuführen, weil er sich dabei am Ultraschallbild orientieren kann. Zur Ausrichtung kann der Operateur beispielsweise an der Verlängerungseinrichtung angreifen sowie am Stabilisierungselement, etwa anhand eines an diesem festgelegten Werkzeuges. Aufgrund der Kopplung der Halteeinrichtung an die Verlängerungseinrichtung steht die Ultraschallsonde in definierter räumlicher Beziehung zur Stabilisierungselementaufnahme. Es ist somit ferner insbesondere möglich, eine sich durch Angreifen an der Verlängerungseinrichtung ergebende Bewegung der Stabilisierungselementaufnahme unmittelbar mittels der Ultraschallsonde zu erfassen und im Ultraschallbild darzustellen. Dies erleichtert einem Operateur das Ausrichten des Stabilisierungselementes und der Stabilisierungselementaufnahme relativ zueinander ganz erheblich.

[0011] Das erfindungsgemäße Fixationssystem zeichnet sich ferner durch einen nur geringen apparativen Aufwand aus; so können bereits vorhandene Ultraschallsonden durch Verwendung einer entsprechend angepassten Halteeinrichtung und Verlängerungseinrichtung mit dem Fixationssystem zum Einsatz kommen. Da ferner abgesehen von den Einschnitten für die Verlängerungseinrichtung und das Stabilisierungselement keine weiteren Einschnitte in den Körper vonnöten sind, kann außerdem mit besonders geringer Invasion gearbeitet werden.

[0012] Nachfolgende Aussagen sind, sofern nicht anders erwähnt oder aus dem Zusammenhang ersichtlich, als auf den bestimmungsgemäßen Gebrauch des Fixationssystems bezogen anzusehen.

[0013] Vorzugsweise umfasst die Stabilisierungselementaufnahme eine Einführöffnung, durch welche hindurch das Stabilisierungselement in definierter Einführrichtung in die Stabilisierungselementaufnahme einführbar ist. Damit kann sichergestellt werden, dass das Stabilisierungselement korrekt bezüglich der Stabilisierungselementaufnahme ausgerichtet ist, bevor es an dieser festgelegt wird.

[0014] Die Halteeinrichtung und die Verlängerungseinrichtung können beispielsweise konstruktiv einfach mechanisch miteinander gekoppelt bzw. koppelbar sein. Jedoch ist auch eine andersartige Kopplung möglich, z. B. eine magnetische Kopplung.

[0015] Günstig ist es, wenn die Halteeinrichtung und die Verlängerungseinrichtung mittels der Kopplungseinrichtung starr miteinander gekoppelt sind. Dadurch erhält das Fixationssystem eine konstruktiv besonders einfache Ausgestaltung.

[0016] Beispielsweise können hierfür die Halteeinrichtung und die Verlängerungseinrichtung über die Kopplungseinrichtung fest miteinander verbunden

sein und damit unlösbar unbeweglich miteinander verbunden sein.

[0017] Eine besonders einfache konstruktive Ausgestaltung erhält das Fixationssystem, wenn die Halteeinrichtung und die Verlängerungseinrichtung einstückig miteinander verbunden sind.

[0018] Bevorzugt ist die Halteeinrichtung mit der Verlängerungseinrichtung lösbar koppelbar. Dies bietet den Vorteil, dass die Halteeinrichtung nur dann beim Fixationssystem zum Einsatz kommen kann, wenn sie tatsächlich benötigt wird. Beispielsweise kann es sich bei der Verlängerungseinrichtung auch um eine anderweitig verwendbare Einrichtung als zum Ankoppeln der Ultraschallsonde handeln, etwa eine Arbeitskanüle, einen Repositionshebel oder dergleichen. Wird die Halteeinrichtung benötigt, kann sie an die Verlängerungseinrichtung angekoppelt werden. Wird die Halteeinrichtung nicht mehr benötigt, kann sie von der Verlängerungseinrichtung entkoppelt werden.

[0019] Günstigerweise ist die Halteeinrichtung relativ zur Verlängerungseinrichtung von einer ersten Kopplungsstellung in eine zweite Kopplungsstellung und umgekehrt überführbar, wobei die Sondenaufnahme in der ersten Kopplungsstellung und in der zweiten Kopplungsstellung auf einander insbesondere diametral gegenüberliegenden Seiten der Verlängerungseinrichtung angeordnet ist. In der ersten und in der zweiten Kopplungsstellung können auf diese Weise zwei, auf einander gegenüberliegenden Seiten der Verlängerungseinrichtung angeordnete Körperbereiche mittels der Ultraschallsonde erfasst werden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das Stabilisierungselement von einem ersten Verankerungselement kommend durch die Stabilisierungselementaufnahme desjenigen (zweiten) Verankerungselementes, mit dem die Verlängerungseinrichtung verbunden ist, hindurch geführt und in Richtung eines dritten Verankerungselementes weiter geführt wird. Somit kann mittels der Ultraschallsonde in der ersten Kopplungsstellung das "kommende" Stabilisierungselement und in der zweiten Kopplungsstellung das "gehende" Stabilisierungselement erfasst und ausgerichtet werden. Das Fixationssystem ist auf diese Weise besonders vielseitig einsetzbar. Ist das Fixationssystem ein Wirbelsäulenfixationssystem, kann z. B. zunächst ein bezüglich der Verlängerungseinrichtung cranial-caudaler Bereich und anschließend ein caudal-cranialer Bereich eingesehen werden. Beispielsweise ist die Sondenaufnahme in beiden Kopplungsstellungen längs der vorstehend genannten Einführrichtung auf gegenüberliegenden Seiten der Verlängerungseinrichtung angeordnet.

[0020] Insgesamt ist es von Vorteil, wenn die Halteeinrichtung und die Verlängerungseinrichtung relativ zueinander beweglich ausgebildet sind. Dies gibt die

Möglichkeit, das Fixationssystem flexibel an durch den jeweiligen Einsatz vorgegebene Erfordernisse anzupassen.

[0021] Bevorzugt ist die Halteeinrichtung relativ zur Verlängerungseinrichtung verschieblich in axialer Richtung, also längs einer von der Verlängerungseinrichtung definierten Achse, ausgebildet. Die eine Längserstreckung aufweisende Verlängerungseinrichtung kann eine Achse definieren, längs derer die Halteeinrichtung relativ zur Verlängerungseinrichtung bewegt werden kann, also beispielsweise von proximal nach distal und umgekehrt. Damit ist es möglich, die Ultraschallsonde ebenfalls von proximal nach distal und umgekehrt zu verschieben, um die Ultraschallsonde zuverlässig an der Hautoberfläche anzulegen. Dadurch kann das Fixationssystem flexibel an die Erfordernisse des jeweiligen Einsatzes angepasst werden.

[0022] Von Vorteil ist es, wenn die Halteeinrichtung feststellbar beweglich relativ zur Verlängerungseinrichtung ausgebildet ist. Dies erleichtert einem Operateur das Arbeiten mit dem Fixationssystem. Die Verlängerungseinrichtung und die Halteeinrichtung können relativ zueinander festgestellt werden, wenn der Operateur deren Relativposition gemäß der durch den Einsatz des Fixationssystems vorgegebenen Erfordernisse eingestellt hat.

[0023] Günstigerweise umfasst das Fixationssystem eine Fixiereinrichtung zum Fixieren der Halteeinrichtung relativ zur Verlängerungseinrichtung.

[0024] Die Halteeinrichtung und die Verlängerungseinrichtung können relativ zueinander auf besonders benutzerfreundliche Weise fixiert werden, wenn die Fixiereinrichtung werkzeuglos betätigbar ist. Die Fixiereinrichtung kann besonders bevorzugt mit nur einer Hand bedienbar ausgebildet sein.

[0025] Vorteilhafterweise ist die Fixiereinrichtung als Klemmeinrichtung ausgebildet. Dies erlaubt es, dem Fixationssystem eine konstruktiv einfache Ausgestaltung zu verleihen.

[0026] Als günstig hat es sich erwiesen, wenn die Fixiereinrichtung eine Klemmschraube umfasst zum Verkleben der Halteeinrichtung relativ zur Verlängerungseinrichtung. Die Klemmschraube kann beispielsweise durch einen ein Gewinde aufweisenden Abschnitt der Halteeinrichtung hindurch geschraubt werden und sich an der Verlängerungseinrichtung abstützen, so dass die Halteeinrichtung gegenüber der Verlängerungseinrichtung verklebt werden kann. Sie kann z. B. als Lappenschraube oder als Knebelschraube ausgestaltet sein, so dass eine manuelle Bedienung und insbesondere eine Einhandbedienung der Fixiereinrichtung durch den Operateur möglich ist.

[0027] Bei einer andersartigen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fixationssystems ist die Fixiereinrichtung als Rastereinrichtung ausgebildet. Dies ermöglicht es ebenfalls, die Halteeinrichtung relativ zur Verlängerungseinrichtung auf benutzerfreundliche Weise zu fixieren.

[0028] Vorzugsweise umfasst das Fixationssystem eine Anzeigeeinrichtung, anhand derer die Eindringtiefe der Verlängerungseinrichtung in den Körper ermittelbar ist. Dadurch kann dann auf einfache Weise bestimmt werden, in welcher Körpertiefe sich die Verlängerungseinrichtung und damit die Stabilisierungselementaufnahme befindet. Dies gibt die Möglichkeit, im Ultraschallbild eine Zielmarkierung, wie etwa ein Fadenkreuz, einzublenden, beispielsweise mit einer hierfür geeigneten Auswerte- und Darstellungseinheit für die Ultraschallsignale. Der Operateur kann dadurch auf einfachere Weise die Stabilisierungselementaufnahme auffinden und mit dem Stabilisierungselement anvisieren.

[0029] Darüber hinaus kann die Anzeigeeinrichtung dazu dienen, die Relativposition der Halteeinrichtung und der Verlängerungseinrichtung zueinander zu ermitteln.

[0030] Bei einer konstruktiv einfachen Ausgestaltung umfasst die Anzeigeeinrichtung eine an der Verlängerungseinrichtung angeordnete Skala. Die Skala kann sich beispielsweise leicht erkennbar außenseitig an der Verlängerungseinrichtung befinden, und sie kann sich vom proximalen Abschnitt bis zum distalen Abschnitt erstrecken.

[0031] Vorzugsweise umfasst die Kopplungseinrichtung mindestens ein von der Verlängerungseinrichtung umfasstes oder ausgebildetes erstes Kopplungsglied sowie mindestens ein von der Halteeinrichtung umfasstes oder ausgebildetes zweites Kopplungsglied, das mit dem mindestens einen ersten Kopplungsglied zusammenwirkt. Mittels der Kopplungsglieder sind die Halteeinrichtung und die Verlängerungseinrichtung gekoppelt bzw. koppelbar. Sind diese, wie vorstehend erwähnt, starr miteinander gekoppelt und insbesondere verbunden, können die ersten und zweiten Kopplungsglieder miteinander verbunden sein und insbesondere einstückig miteinander verbunden sein.

[0032] Von Vorteil ist es, wenn mindestens ein Kopplungsglied als Aufnahme und das mit ihm zusammenwirkende weitere Kopplungsglied als Vorsprung ausgebildet ist, dadurch kann dem Fixationssystem eine einfache konstruktive Ausgestaltung verliehen werden. Beispielsweise ist das mindestens eine erste Kopplungsglied der Verlängerungseinrichtung als Aufnahme ausgestaltet und das mindestens eine zweite Kopplungsglied der Halteeinrichtung als Vorsprung. Die könnte allerdings auch umgekehrt sein.

[0033] Auf technisch einfache Weise lassen sich die Kopplungsglieder miteinander koppeln, wenn der Vorsprung in die Aufnahme eingreift. Eine zuverlässigere Kopplung erhält man, wenn der Vorsprung formschlüssig in die Aufnahme eingreift.

[0034] Günstig ist es, wenn der Vorsprung und die Aufnahme einander in einer quer zu einer von der Verlängerungseinrichtung definierten Achse ausgerichteten Richtung um- oder hintergreifen. Dadurch kann eine zuverlässige Kopplung der Halteeinrichtung an die Verlängerungseinrichtung sichergestellt werden und die Halteeinrichtung relativ zur Verlängerungseinrichtung insbesondere verdrehgesichert relativ zu deren Achse ausgebildet werden. Eine besonders zuverlässige Kopplung lässt sich erzielen, wenn der Vorsprung und die Aufnahme einander formschlüssig wie vorstehend beschrieben um- oder hintergreifen.

[0035] Günstig ist es, wenn der Vorsprung einen Basisbereich und einen sich relativ zum Basisbereich erweiternden Kopfbereich umfasst und wenn die Aufnahme einen mit dem Kopfbereich zusammenwirkenden ersten Aufnahmebereich umfasst und einen relativ zu diesem verschmälerten, mit dem Basisbereich zusammenwirkenden zweiten Aufnahmebereich umfasst. Dadurch lässt sich auf konstruktiv einfache Weise sicherstellen, dass sich der Vorsprung und die Aufnahme wie vorstehend beschrieben gegenseitig um- oder hintergreifen. Der Kopfbereich und der Basisbereich können beispielsweise kontinuierlich ineinander übergehen, ebenso wie der erste Aufnahmebereich und der zweite Aufnahmebereich. Auf diese Weise können der Vorsprung und die Aufnahme eine Verbindung nach Art eines Schwalbenschwanzes ausbilden und so die Halteeinrichtung besonders zuverlässig an die Verlängerungseinrichtung gekoppelt werden.

[0036] Bevorzugt weist die Aufnahme eine Einbringöffnung für den Vorsprung auf, durch welche hindurch der Vorsprung in die Aufnahme einbringbar und aus dieser entnehmbar ist. Die Halteeinrichtung kann dadurch bedarfsabhängig an der Verlängerungseinrichtung angebracht werden, indem der Vorsprung durch Einbringöffnung in die Aufnahme eingebracht wird und so die Halteeinrichtung mit der Verlängerungseinrichtung gekoppelt wird. Wird die Halteeinrichtung nicht mehr benötigt, kann der Vorsprung aus der Aufnahme entnommen und die Halteeinrichtung von der Verlängerungseinrichtung entkoppelt werden.

[0037] Vorteilhafterweise ist die Aufnahme im Bereich der Einbringöffnung sich erweiternd ausgebildet. Die Erweiterung der Aufnahme erleichtert einem Operateur das Einbringen des Vorsprungs in die Aufnahme.

[0038] Bevorzugt ist die Einbringöffnung endseitig an der Aufnahme angeordnet, denn dies ermöglicht ebenfalls ein einfaches Einbringen des Vorsprungs in die Aufnahme bei zugleich einfacher konstruktiver Ausgestaltung des Fixationssystems.

[0039] Insbesondere ist es günstig, wenn die Einbringöffnung an einem proximalen Ende der Aufnahme angeordnet ist, denn dadurch kann sie von einem Operateur auf einfachere Weise erreicht werden. Dies erleichtert dem Operateur das Koppeln und Entkoppeln der Halteeinrichtung und der Verlängerungseinrichtung, insbesondere dann, wenn das erste Kopplungsglied der Verlängerungseinrichtung eine die Einbringöffnung am proximalen Ende aufweisende Aufnahme ist.

[0040] Vorteilhafterweise weist mindestens ein Kopplungsglied eine Erstreckung in axialer Richtung auf, d. h. längs einer von der Verlängerungseinrichtung definierten Achse. Das Kopplungsglied kann dadurch beispielsweise für das mit ihm zusammenwirkende Kopplungsglied ein Führungselement ausbilden. Dadurch kann eine Führung der Halteeinrichtung relativ zur Verlängerungseinrichtung sichergestellt werden, wenn diese relativ zueinander beweglich und insbesondere verschieblich ausgebildet sind.

[0041] Es kann speziell vorgesehen sein, dass das die axiale Erstreckung aufweisende Kopplungsglied eine Aufnahme ist, in die ein Kopplungsglied in Form eines Vorsprungs eingreift. Die Aufnahme ist dann insbesondere in Form einer axial verlaufenden Längsnut ausgebildet, und der Vorsprung kann etwa einen längs der Aufnahme verschieblichen Gleitschuh ausbilden.

[0042] Günstig ist es, wenn das mindestens eine erste Kopplungsglied außenseitig an der Verlängerungseinrichtung angeordnet ist. Dadurch erhält ein Operateur auf einfache Weise Zugang zum Kopplungsglied, etwa um die Halteeinrichtung an die Verlängerungseinrichtung anzukoppeln oder von dieser abzukoppeln.

[0043] Vorteilhafterweise sind an der Verlängerungseinrichtung zwei, bezogen auf deren Achse, einander insbesondere diametral gegenüberliegende erste Kopplungsglieder angeordnet. Weist die Halteeinrichtung zwei zweite Kopplungsglieder auf, ist dadurch die Möglichkeit gegeben, jeweils zwei Kopplungsglieder paarweise miteinander zu koppeln. Dadurch kann eine zuverlässige Kopplung der Halteeinrichtung und der Verlängerungseinrichtung miteinander sichergestellt werden. Darüber hinaus ist die Möglichkeit gegeben, die Halteeinrichtung in der vorstehend erwähnten ersten Kopplungsstellung und zweiten Kopplungsstellung mit der Verlängerungseinrichtung zu koppeln. In der ersten Kopplungsstellung kann das mindestens eine zweite Kopplungs-

glied mit einem der ersten Kopplungsglieder zusammenwirken, und in der zweiten Kopplungsstellung kann das mindestens eine zweite Kopplungsglied mit dem anderen der ersten Kopplungsglieder zusammenwirken. Damit können mittels der Ultraschallsonde zwei einander insbesondere diametral gegenüberliegende Körperbereiche erfasst werden.

[0044] Von Vorteil ist es, wenn an der Halteeinrichtung zwei, bezogen auf eine Achse der Verlängerungseinrichtung, einander insbesondere diametral gegenüberliegende zweite Kopplungsglieder angeordnet sind. Wie bei der zuletzt beschriebenen Ausführungsform kann in entsprechender Weise jedes der beiden zweiten Kopplungsglieder der Halteeinrichtung mit dem mindestens einen ersten Kopplungsglied der Verlängerungseinrichtung koppeln.

[0045] Zur Erzielung einer einfachen Konstruktion und einer kompakten Bauform hat es sich als günstig erwiesen, wenn das mindestens eine zweite Kopplungsglied endseitig an der Halteeinrichtung angeordnet ist.

[0046] Ebenfalls hat es sich als günstig für eine einfache konstruktive Ausgestaltung und eine kompakte Bauform erwiesen, wenn die Halteeinrichtung einen das mindestens eine zweite Kopplungsglied umfassenden oder ausbildenden Koppelabschnitt und einen mit diesem verbundenen, die Sondenaufnahme umfassenden oder ausbildenden Halteabschnitt umfasst.

[0047] Bevorzugt weist der Koppelabschnitt eine an eine Außenkontur der Verlängerungseinrichtung angepasste Kontur auf. Die aneinander angepassten Konturen können durch einen Operateur zum erleichterten Ankoppeln der Halteeinrichtung an die Verlängerungseinrichtung erkannt werden. Außerdem ist die Möglichkeit gegeben, dass der Koppelabschnitt und die Verlängerungseinrichtung zusammenwirkende Führungselemente beim Bewegen der Halteeinrichtung relativ zur Verlängerungseinrichtung ausbilden.

[0048] Vorzugsweise ist die Kontur halbkreisförmig oder im Wesentlichen halbkreisförmig, und das mindestens eine Kopplungsglied ist auf einer einen Krümmungsmittelpunkt der Kontur zugewandten Seite am Koppelabschnitt angeordnet. Wenn die Verlängerungseinrichtung einen zylindrischen oder im Wesentlichen zylindrischen Querschnitt aufweist, ist der Koppelabschnitt damit an die Außenkontur der Verlängerungseinrichtung angepasst. Das mindestens eine zweite Kopplungsglied kann mit einem außenseitig an der Verlängerungseinrichtung angeordneten ersten Kopplungsglied zusammenwirken, beispielsweise radial in dieses eingreifen oder umgekehrt.

[0049] Vorzugsweise umfasst die Sondenaufnahme eine am Halteabschnitt gebildete Durchgangsöffnung für die Ultraschallsonde. Dadurch kann der Halteeinrichtung eine einfache konstruktive Gestalt verliehen werden. Durch die Durchgangsöffnung kann die Ultraschallsonde, etwa mit einem Griffbereich, hindurchgeführt werden und darin gehalten werden, beispielsweise durch Verklemmen.

[0050] Es ist allerdings auch möglich, dass die Ultraschallsonde auf andere Weise als durch Verklemmen in der Sondenaufnahme gehalten ist.

[0051] Bei einer besonders einfachen konstruktiven Ausgestaltung der Halteeinrichtung ist die Durchgangsöffnung als Durchbrechung des Halteabschnittes ausgebildet.

[0052] Von Vorteil ist es, wenn die Sondenaufnahme eine in sich geschlossene Einfassung für die Durchgangsöffnung umfasst oder ausbildet. Ist die Größe der Durchgangsöffnung an die Größe eines in der Durchgangsöffnung angeordneten Abschnittes der Ultraschallsonde angepasst, beispielsweise eines Griffbereiches, kann dadurch eine zuverlässige Halterung und insbesondere Verklemmung der Ultraschallsonde in der Sondenaufnahme sichergestellt werden. Insbesondere kann die Einfassung den Griffbereich der Ultraschallsonde formschlüssig einfassen.

[0053] Von Vorteil ist es, wenn die Durchgangsöffnung einen unrunder Querschnitt aufweist. "Unrund" bedeutet vorliegend, dass die Durchgangsöffnung keinen kreisförmigen Querschnitt aufweist. Der Querschnitt der Durchgangsöffnung kann beispielsweise elliptisch, oval, rechteckförmig (auch mit abgerundeten Ecken) sein oder in Form eines Kreises, von dem zwei diametral gegenüberliegende Segmente abgetrennt worden sind. Die unrunde Querschnittsform der Durchgangsöffnung hat den Vorteil, dass einem Operateur eine korrekte Ausrichtung der Ultraschallsonde relativ zur Halteeinrichtung ermöglicht wird, denn üblicherweise weisen Ultraschallsonden einen Griffbereich mit nicht kreisförmigem, d. h. unrunder, Querschnitt auf. Ist die Querschnittsform der Durchgangsöffnung angepasst an die Querschnittsform des Griffbereiches und unrund, kann der Operateur die Ultraschallsonde in einer klar definierten Orientierung in die Sondenaufnahme einführen. Dadurch gelangt das von der Ultraschallsonde emittierte Ultraschallfeld in eine klar definierte räumliche Beziehung relativ zur Halteeinrichtung, damit zur Verlängerungseinrichtung und damit auch zum Verankerungselement.

[0054] Günstig ist es, wenn die Sondenaufnahme und insbesondere die Durchgangsöffnung ihre größte lichte Erstreckung längs einer parallel zur Einführungsrichtung orientierten Richtung in einer Ebene hat, die

von der Einführrichtung und von einer von der Verlängerungseinrichtung definierten Achse aufgespannt ist. Häufig hat der üblicherweise unrunde Griffbereich der Ultraschallsonde seine größte Querschnittserstreckung in einer Ebene, welche durch das von der Ultraschallsonde emittierte Ultraschallfeld definiert wird. Da die größte Erstreckung der Sondenaufnahme parallel zur Einführrichtung in der von der Einführrichtung und von der Achse der Verlängerungseinrichtung aufgespannten Ebene liegt, ist dadurch die Möglichkeit gegeben, das von der Ultraschallsonde emittierte Ultraschallfeld in dieser nachfolgend als "Sagittalebene" bezeichneten Ebene zu emittieren. Die korrekte Ausrichtung des Stabilisierungselementes relativ zur Stabilisierungselementaufnahme kann dann z. B. dadurch sichergestellt werden, dass im Ultraschallbild kontrolliert wird, dass das Stabilisierungselement in der Sagittalebene liegend dargestellt ist, welche mit der Ebene des Ultraschallfeldes zusammenfällt.

[0055] Noch günstiger ist es, wenn die Sondenaufnahme und insbesondere die Durchgangsöffnung ihre größte lichte Erstreckung in einer Ebene hat, die von der Einführrichtung und von einer von der Verlängerungseinrichtung definierten Achse aufgespannt ist. Die Ultraschallsonde mit Griffbereich, dessen größte Querschnittserstreckung in der Schallfeldebene liegt, kann dadurch in nur einer Weise in die Sondenaufnahme eingeführt werden. Dies sichert zwangsläufig die Emission des Ultraschallfeldes in der Sagittalebene.

[0056] Vorzugsweise hat die Sondenaufnahme und insbesondere die Durchgangsöffnung ihre größte lichte Erstreckung in einer Richtung senkrecht zu einer Ebene, die von der Einführrichtung und von einer von der Verlängerungseinrichtung definierten Achse aufgespannt ist. Eine Ultraschallsonde mit einem Griffbereich, dessen größte Querschnittserstreckung in einer vom Ultraschallfeld der Ultraschallsonde definierten Ebene liegt, kann dann derart in die Sondenaufnahme eingeführt werden, dass die Schallfeldebene senkrecht zur Sagittalebene ausgerichtet ist. Die Schallfeldebene ist damit eine nachfolgend als "Transversalebene" bezeichnete Ebene. Der Operateur kann dann anhand des Ultraschallbildes erkennen, dass das Stabilisierungselement in korrekter Weise relativ zur Stabilisierungselementaufnahme ausgerichtet ist, wenn es die Schallfeldebene in einem möglichst steilen Winkel schneidet, idealerweise rechtwinklig.

[0057] Die drei zuletzt beschriebenen vorteilhaften Ausführungsformen des Fixationssystems lassen sich verallgemeinert so formulieren:

Es ist von Vorteil, wenn die Ultraschallsonde in der Sondenaufnahme derart anordenbar ist, dass das von der Ultraschallsonde emittierte Ultraschallfeld in einer Ebene liegt, die von der Einführrichtung und

von einer von der Verlängerungseinrichtung definierten Achse aufgespannt ist (d. h. in der Sagittalebene).

[0058] Ebenso ist es von Vorteil, wenn die Ultraschallsonde derart in der Sondenaufnahme anordenbar ist, dass das Ultraschallfeld in einer Ebene liegt, die senkrecht zur Sagittalebene ausgerichtet ist (d. h. in der Transversalebene).

[0059] Vorzugsweise sind der Koppelabschnitt und der Halteabschnitt einstückig miteinander verbunden, denn dies ermöglicht eine einfache konstruktive Ausgestaltung des Fixationssystems.

[0060] Günstig ist es, wenn der Koppelabschnitt und der Halteabschnitt relativ zueinander beweglich ausgebildet sind. Dies gibt die Möglichkeit, das Fixationssystem an die durch dessen Einsatz auftretenden Erfordernisse flexibler anzupassen.

[0061] Vorteilhafterweise ist der Halteabschnitt relativ zum Koppelabschnitt um eine Schwenkachse schwenkbar, die senkrecht zu einer Ebene ausgerichtet ist, welche von der Einführrichtung und von einer von der Verlängerungseinrichtung definierten Achse aufgespannt ist, d. h. senkrecht zur Sagittalebene. Dies gibt die Möglichkeit, das Ultraschallfeld längs der Einführrichtung und entgegen der Einführrichtung zu verschwenken. Dies erlaubt es, das Stabilisierungselement, während es auf die Stabilisierungselementaufnahme zu bewegt oder von dieser weg bewegt wird, fortwährend mittels der Ultraschallsonde zu erfassen. Dies erfolgt durch Verschwenken des Halteabschnitts relativ zum Koppelabschnitt. Für einen Operateur gestaltet sich damit das Einführen des Stabilisierungselementes in die Stabilisierungselementaufnahme noch einfacher.

[0062] Vorzugsweise bilden der Halteabschnitt und der Koppelabschnitt gemeinsam ein Scharnier aus zur Verschwenkung des Halteabschnittes und des Koppelabschnittes relativ zueinander, um eine einfache konstruktive Ausgestaltung des Fixationssystems sicherzustellen. Das Scharnier kann auch ein Filmscharnier sein.

[0063] Von Vorteil ist es, wenn der Halteabschnitt relativ zum Koppelabschnitt entlang einer Bewegungsrichtung linear beweglich ausgebildet ist, welche in einer Ebene liegt, die von der Einführrichtung und von einer von der Verlängerungseinrichtung definierten Achse aufgespannt ist, d. h. in der Sagittalebene. Auf diese Weise kann der Halteabschnitt relativ zum Koppelabschnitt und damit relativ zur Verlängerungseinrichtung und zur Stabilisierungselementaufnahme in Einführrichtung und entgegen der Einführrichtung bewegt werden. Dies gibt die Möglichkeit, das Stabilisierungselement beim Bewegen auf die Stabilisierungselementaufnahme zu und von dieser weg mittels der Ultraschallsonde zu erfassen. Dies erleichtert

dem Operateur das Ausrichten des Stabilisierungselementes relativ zur Stabilisierungselementaufnahme ebenfalls.

[0064] Von Vorteil ist es, wenn der Halteabschnitt und der Koppelabschnitt gemeinsam eine Schraubverbindung ausbilden zum Bewegen des Halteabschnittes relativ zum Koppelabschnitt, um in einfacher konstruktiver Weise den Halteabschnitt linear beweglich relativ zum Koppelabschnitt auszubilden.

[0065] Bei einer einfachen konstruktiven Ausgestaltung des Fixationssystems ist die Halteeinrichtung planar oder im Wesentlichen planar ausgebildet.

[0066] Günstigerweise ist die Halteeinrichtung in sich symmetrisch ausgebildet bezüglich einer Symmetrieebene, die von der Einführöffnung und von einer von der Verlängerungseinrichtung definierten Achse aufgespannt ist, d. h. der Sagittalebene. Die symmetrische Ausgestaltung der Halteeinrichtung ermöglicht deren einfache Konstruktion und erleichtert einem Operateur deren Handhabung.

[0067] Zur Erzielung einer einfachen Konstruktion ist es vorteilhaft, wenn die Halteeinrichtung einstückig ausgebildet ist.

[0068] Insbesondere kann die Halteeinrichtung aus Metall gefertigt sein.

[0069] Vorzugsweise ist die Verlängerungseinrichtung werkzeuglos mit der Stabilisierungselementaufnahme verbindbar und/oder werkzeuglos von dieser lösbar. Dies erleichtert einem Operateur die Handhabung des Fixationssystems.

[0070] Von Vorteil ist es, wenn die Verlängerungseinrichtung mit dem distalen Abschnitt auf die Stabilisierungselementaufnahme aufklemmbar ist, denn dies erleichtert zum einen dem Operateur die Handhabung des Fixationssystems und ermöglicht zum anderen eine einfachere konstruktive Ausgestaltung desselben.

[0071] Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn der distale Abschnitt der Verlängerungseinrichtung die Stabilisierungselementaufnahme formschlüssig übergreift, insbesondere dann, wenn die Verlängerungseinrichtung in Anwendung auf die Stabilisierungselementaufnahme aufgeklemt ist. Dadurch können die Verlängerungseinrichtung und die Stabilisierungselementaufnahme relativ zueinander ausgerichtet werden.

[0072] Bevorzugt umfasst die Verlängerungseinrichtung am distalen Abschnitt mindestens ein mit der Stabilisierungselementaufnahme zusammenwirkendes Ausrichtglied zur Relativausrichtung der Verlängerungseinrichtung und des Verankerungselementes

zueinander, denn dies erleichtert es einem Operateur, die Verlängerungseinrichtung und das Verankerungselement relativ zueinander in korrekter Weise auszurichten.

[0073] Günstig ist es, wenn das mindestens eine Ausrichtglied als in eine Einführöffnung der Stabilisierungselementaufnahme für das Stabilisierungselement insbesondere formschlüssig eingreifender Vorsprung ausgebildet ist, denn hierbei handelt es sich um konstruktiv einfache Mittel, um die Ausrichtung sicherzustellen.

[0074] Bevorzugt sind die Verlängerungseinrichtung und die Stabilisierungselementaufnahme coaxial zueinander ausgerichtet, d. h. in Anwendung des Fixationssystems fallen von der Verlängerungseinrichtung und der Stabilisierungselementaufnahme jeweils definierte Achsen zusammen. Dadurch ist für den Operateur außerhalb des Körpers anhand der Verlängerungseinrichtung erkennbar, welche Lage die Stabilisierungselementaufnahme im Körperinneren einnimmt. Bezugnahmen auf die Achse der Verlängerungseinrichtung bei den vorstehend erläuterten vorteilhaften Ausführungsformen des Fixationssystems sind bei dieser Ausführungsform damit zugleich als Bezugnahme auf die Achse der Stabilisierungselementaufnahme aufzufassen. Liegt das Ultraschallfeld der Ultraschallsonde daher beispielsweise in der Sagittalebene, ist diese Sagittalebene eine durch die Stabilisierungselementaufnahme definierte Ebene. Stellt der Operateur sicher, dass das Stabilisierungselement im Ultraschallbild als in der Sagittalebene liegend zu erkennen ist, kann er sicher sein, dass er das Stabilisierungselement in der korrekten Einführöffnung in Richtung der Stabilisierungselementaufnahme bewegt. In entsprechender Weise ist die Transversalebene eine die von der Stabilisierungselementaufnahme definierte Sagittalebene rechtwinklig schneidende Ebene. Indem der Operateur anhand des Ultraschallbildes kontrolliert, dass das Stabilisierungselement die Transversalebene unter einem möglichst steilen Winkel, idealerweise 90° , schneidet, kann er sicherstellen, dass das Stabilisierungselement längs der Einführöffnung in Richtung der Stabilisierungselementaufnahme bewegt wird.

[0075] Bei einer einfachen konstruktiven Ausgestaltung und zur Erleichterung der Handhabung des Fixationssystems ist es günstig, wenn die Verlängerungseinrichtung in sich symmetrisch oder im Wesentlichen in sich symmetrisch ausse mittels einer Klemmschraube festgelegt werden kann. Der Schraubkopf definiert eine Achse, die, wie vorstehend erwähnt, günstigerweise coaxial zu einer von der Verlängerungseinrichtung definierten Achse ausgerichtet ist. Die Verlängerungseinrichtung bildet günstigerweise eine in Anwendung des Fixationssystems den Schraubkopf insbesondere formschlüssig übergreifende Arbeitskanüle.

[0076] Von Vorteil ist es, wenn der Schraubenkopf geschlitzt ist und auf diese Weise eine Einführöffnung für das Stabilisierungselement ausbildet. Der Schraubenkopf bildet damit insbesondere einen sogenannten "Tulpenkopf" und damit das Verankerungselement eine sogenannte "Tulpenschraube". In den Schlitz kann ein am distalen Abschnitt der Verlängerungseinrichtung angeordnetes Ausrichtglied insbesondere formschlüssig eingreifen, um eine korrekte Ausrichtung der Verlängerungseinrichtung relativ zum Schraubenkopf sicherzustellen.

[0077] Bei einer besonderen Anwendung des Fixationssystems ist es günstig, wenn die Knochenschraube eine Pedikelschraube ist, welche an einem Pedikel eines Wirbels verankert werden kann. In diesem Fall handelt es sich bei dem Fixationssystem speziell um ein Wirbelsäulenfixationssystem.

[0078] Bei der Knochenschraube kann es sich um eine Monoaxialschraube handeln, bei der der Schaft starr mit dem Schraubenkopf verbunden ist und bei der der Schaft und der Schraubenkopf eine gemeinsame Achse definieren. Diese ist günstigerweise koaxial zur Achse der Verlängerungseinrichtung ausgerichtet.

[0079] Es ist allerdings auch möglich, dass die Knochenschraube eine Polyaxialschraube ist, bei der der Schraubenkopf feststellbar gelenkig mit dem Schaft verbunden ist. In diesem Fall definiert günstigerweise der Schraubenkopf eine koaxial zur Achse der Verlängerungseinrichtung ausgerichtete Achse.

[0080] Vorzugsweise umfasst das Fixationssystem mindestens ein Stabilisierungselement zum Verbinden des Verankerungselementes mit einem weiteren Verankerungselement.

[0081] Es kann vorgesehen sein, dass die Verlängerungseinrichtung einen zylindrischen oder im Wesentlichen zylindrischen Querschnitt aufweist und dabei insbesondere eine Außenkontur aufweist, welche entsprechend einer Kontur des Koppelabschnittes der Halteeinrichtung ausgebildet ist.

[0082] Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn die Verlängerungseinrichtung eine axial erstreckte Hülse ausbildet. Die Hülse bildet, wenn sie mit dem distalen Abschnitt die Stabilisierungselementaufnahme übergreift, einen Zugang für den Operateur ins Körperinnere, also eine Arbeitskanüle, über die beispielsweise ein Fixierelement zum Fixieren des Stabilisierungselementes am Verankerungselement eingebracht werden kann.

[0083] Die Hülse kann als Teleskophülse ausgebildet sein. Die daran angekoppelte Sonde kann dann axial relativ zur Körperoberfläche bewegt und daran angelegt werden. Je nach Größe des von der Son-

de emittierten Ultraschallfeldes können mit der Sonde zu beiden Seiten der Hülse gelegene Körperbereiche erfasst werden.

[0084] Es kann vorgesehen sein, dass die Verlängerungseinrichtung aus Metall gefertigt ist.

[0085] Vorzugsweise ist die Verlängerungseinrichtung einstückig ausgebildet, denn dies ermöglicht eine einfache konstruktive Ausgestaltung des Fixationssystems.

[0086] Von Vorteil ist es, wenn das Verankerungselement als Knochenschraube mit einem in den Knochen einschraubbaren Schaft und mit einem die Stabilisierungselementaufnahme ausbildenden Schraubenkopf ausgestaltet ist. Mittels des Schaftes kann eine zuverlässige Verankerung der Schraube am Knochen oder an einem Knochenfragment sichergestellt werden. Der Schraubenkopf dient der Aufnahme des Stabilisierungselementes, das an diesem beispielsweise Verankerungselement, um Knochen oder Knochenfragmente aneinander in einer definierten Relativposition zu fixieren.

[0087] Es kann vorgesehen sein, dass das Stabilisierungselement eine Längserstreckung aufweist.

[0088] Um eine einfache Konstruktion des Fixationssystems zu erzielen, ist es insbesondere günstig, wenn das Stabilisierungselement ein Stab ist, speziell ein Metallstab.

[0089] Wie bereits erwähnt, kann das Fixationssystem mit bereits vorhandenen Ultraschallsonden kombiniert werden. Günstig ist es allerdings, wenn das Fixationssystem eine in der Sondenaufnahme positionierbare Ultraschallsonde umfasst. Dies bietet die Möglichkeit, die einzelnen Komponenten des Fixationssystems bestmöglich aneinander anzupassen, insbesondere die Halteeinrichtung und die Ultraschallsonde.

[0090] Als vorteilhaft hat es sich in Anwendung des Fixationssystems erwiesen, wenn die Ultraschallsonde eine Konvexsonde ist.

[0091] Bevorzugt weist die Ultraschallsonde einen Griff mit einem unrunder Querschnitt auf. Dadurch kann sie von einem Operateur auf einfachere Weise gehandhabt werden. Für den Fall, dass eine Durchgangsöffnung der Halteeinrichtung ebenfalls einen unrunder Querschnitt aufweist, wird dem Operateur die Ausrichtung der Ultraschallsonde relativ zur Halteeinrichtung erleichtert.

[0092] Das Fixationssystem umfasst günstigerweise zwei oder mehr Verankerungselemente, die mittels eines oder mehrerer Stabilisierungselemente miteinander verbunden werden können, um Knochen oder

Knochenfragmente aneinander in einer definierten Relativposition zu fixieren. Speziell kann das Fixationssystem zwei oder mehr Knochenschrauben umfassen.

[0093] Es kann vorgesehen sein, dass das Fixationssystem eine Mehrzahl von Verlängerungseinrichtungen umfasst, die identisch ausgebildet sein können. Jedem Verankerungselement kann eine separate Verlängerungseinrichtung zugeordnet sein.

[0094] Ferner ist es möglich, dass das Fixationssystem eine Mehrzahl von Halteeinrichtungen aufweist, welche an unterschiedliche Ultraschallsonden angepasst sind und beispielsweise jeweils entsprechend einer der vorstehend erläuterten Halteeinrichtungen ausgebildet sind.

[0095] Wie eingangs erwähnt, betrifft die Erfindung auch eine Ultraschallzielvorrichtung für ein orthopädisches Fixationssystem. Eine erfindungsgemäße Zielvorrichtung umfasst eine Halteeinrichtung, eine Verlängerungseinrichtung sowie eine Kopplungseinrichtung zum Koppeln der Halteeinrichtung mit der Verlängerungseinrichtung, wobei es sich dabei um eine Halteeinrichtung, eine Verlängerungseinrichtung und eine Kopplungseinrichtung des erfindungsgemäßen Fixationssystems oder eines der vorstehend genannten Fixationssysteme handelt. Merkmale der Halteeinrichtung, der Verlängerungseinrichtung und der Kopplungseinrichtung des erfindungsgemäßen oder eines der vorstehend genannten Fixationssysteme können damit Merkmale der Halteeinrichtung, der Verlängerungseinrichtung und der Kopplungseinrichtung der erfindungsgemäßen Zielvorrichtung sein.

[0096] Die erfindungsgemäße Zielvorrichtung kann mittels der Verlängerungseinrichtung mit einem Verankerungselement lösbar verbunden werden, und in der Sondenaufnahme der Halteeinrichtung der erfindungsgemäßen Zielvorrichtung kann eine Ultraschallsonde positioniert werden.

[0097] Die im Zusammenhang mit der Erläuterung des erfindungsgemäßen Fixationssystems erwähnten Vorteile können unter Einsatz der erfindungsgemäßen Zielvorrichtung mit einem herkömmlichen Fixationssystem ebenfalls erzielt werden.

[0098] Wie eingangs weiter erwähnt, wird auch ein orthopädisches Fixationsverfahren beschrieben. Mittels des erfindungsgemäßen Fixationssystems ist ein Fixationsverfahren durchführbar, bei dem die im Zusammenhang mit der Erläuterung des erfindungsgemäßen Fixationssystems erwähnten Vorteile erzielt werden können.

[0099] Bei dem Fixationsverfahren kommt ein orthopädisches Fixationssystem zum Einsatz mit einem Verankerungselement, das an einem Knochen ver-

ankert wird, welches mittels eines Stabilisierungselementes mit einem weiteren Verankerungselement verbunden wird, wobei das Stabilisierungselement längs einer Einführriechung in eine Stabilisierungselementaufnahme des Verankerungselementes eingeführt wird, sowie mit einer Verlängerungseinrichtung für ein Verankerungselement, welche mit einem distalen Abschnitt lösbar mit dem Verankerungselement verbunden wird und mit einem proximalen Abschnitt aus dem Körper herausragt, dadurch gekennzeichnet, dass der proximale Abschnitt der Verlängerungseinrichtung mittels einer Kopplungseinrichtung mit einer Halteeinrichtung für eine extrakorporale Ultraschallsonde gekoppelt wird, wobei die Ultraschallsonde in einer Sondenaufnahme der Halteeinrichtung positioniert und das Stabilisierungselement mittels der Ultraschallsonde erfasst wird.

[0100] Die vorliegende Beschreibung umfasst somit insbesondere die nachfolgend explizit aufgeführten Ausführungsformen eines orthopädischen Fixationssystems sowie einer Zielvorrichtung für ein orthopädisches Fixationssystem:

1. Orthopädisches Fixationssystem, mit einem an einem Knochen (12, 14) verankerbaren Verankerungselement (16, 17), welches mittels eines Stabilisierungselementes (24) mit einem weiteren Verankerungselement (16, 17) verbindbar ist, wobei das Verankerungselement (16, 17) eine Stabilisierungselementaufnahme (42) umfasst, in welche das Stabilisierungselement (24) einführbar ist, sowie mit einer eine Längserstreckung aufweisenden Verlängerungseinrichtung (20, 21) für das Verankerungselement (16, 17) mit einem proximalen Abschnitt (49) und einem distalen Abschnitt (48), welcher distale Abschnitt (48) am Verankerungselement (16, 17) lösbar festlegbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Fixationssystem (10) eine Halteeinrichtung (27, 30, 32) mit einer Sondenaufnahme (65) für eine extrakorporale Ultraschallsonde (29) umfasst sowie eine Kopplungseinrichtung (77) zum Koppeln der Halteeinrichtung (27, 30, 32) mit dem proximalen Abschnitt (49) der Verlängerungseinrichtung (20, 21).
2. Fixationssystem nach Ausführungsform 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stabilisierungselementaufnahme (42) eine Einführöffnung (40, 41) umfasst, durch welche hindurch das Stabilisierungselement (24) in definierter Einführriechung (43) in die Stabilisierungselementaufnahme (42) einführbar ist.
3. Fixationssystem nach Ausführungsform 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) und die Verlängerungseinrichtung (20, 21) mittels der Kopplungseinrichtung (77) starr miteinander gekoppelt sind.
4. Fixationssystem nach Ausführungsform 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) und die Verlängerungsein-

richtung (20, 21) über die Kopplungseinrichtung (77) fest miteinander verbunden sind.

5. Fixationssystem nach Ausführungsform 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) und die Verlängerungseinrichtung (20, 21) einstückig miteinander verbunden sind.

6. Fixationssystem nach Ausführungsform 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) lösbar mit der Verlängerungseinrichtung (20, 21) koppelbar ist.

7. Fixationssystem nach Ausführungsform 1, 2 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) relativ zur Verlängerungseinrichtung (20, 21) von einer ersten Kopplungsstellung in eine zweite Kopplungsstellung und umgekehrt überführbar ist, wobei die Sondenaufnahme (65) in der ersten Kopplungsstellung und in der zweiten Kopplungsstellung auf einander insbesondere diametral gegenüberliegenden Seiten der Verlängerungseinrichtung (20, 21) angeordnet ist.

8. Fixationssystem nach Ausführungsform 1, 2, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) und die Verlängerungseinrichtung (20, 21) relativ zueinander beweglich ausgebildet sind.

9. Fixationssystem nach Ausführungsform 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) relativ zur Verlängerungseinrichtung (20, 21) verschieblich in axialer Richtung, also längs einer von der Verlängerungseinrichtung (20, 21) definierten Achse (47), ausgebildet ist.

10. Fixationssystem nach Ausführungsform 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) feststellbar beweglich relativ zur Verlängerungseinrichtung (20, 21) ausgebildet ist.

11. Fixationssystem nach Ausführungsform 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Fixationssystem (10) eine Fixiereinrichtung (82) umfasst zum Fixieren der Halteeinrichtung (27, 30, 32) relativ zur Verlängerungseinrichtung (20, 21).

12. Fixationssystem nach Ausführungsform 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Fixiereinrichtung (82) werkzeuglos betätigbar ist.

13. Fixationssystem nach Ausführungsform 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Fixiereinrichtung (82) als Klemmeinrichtung (82) ausgebildet ist.

14. Fixationssystem nach Ausführungsform 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Fixiereinrichtung (82) eine Klemmschraube (83) umfasst zum Verklemmen der Halteeinrichtung (27, 30, 32) relativ zur Verlängerungseinrichtung (20, 21).

15. Fixationssystem nach Ausführungsform 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Fixiereinrichtung als Rastereinrichtung ausgebildet ist.

16. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass das Fixationssystem (10) eine Anzeige-

einrichtung (61) umfasst, anhand derer die Eindringtiefe (d) der Verlängerungseinrichtung (20, 21) in den Körper ermittelbar ist.

17. Fixationssystem nach Ausführungsform 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeigeeinrichtung (61) eine an der Verlängerungseinrichtung (20, 21) angeordnete Skala (62) umfasst.

18. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass die Kopplungseinrichtung (77) mindestens ein von der Verlängerungseinrichtung (20, 21) umfasstes oder ausgebildetes erstes Kopplungsglied (73, 74) umfasst sowie mindestens ein von der Halteeinrichtung (27, 30, 32) umfasstes oder ausgebildetes zweites Kopplungsglied (75, 76), das mit dem mindestens einen ersten Kopplungsglied (73, 74) zusammenwirkt.

19. Fixationssystem nach Ausführungsform 18, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Kopplungsglied (73, 74) als Aufnahme (53, 55) und das mit ihm zusammenwirkende weitere Kopplungsglied (75, 76) als Vorsprung (69, 70) ausgebildet ist.

20. Fixationssystem nach Ausführungsform 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorsprung (69, 70) insbesondere formschlüssig in die Aufnahme (53, 55) eingreift.

21. Fixationssystem nach Ausführungsform 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorsprung (69, 70) und die Aufnahme (53, 55) einander in einer quer zu einer von der Verlängerungseinrichtung (20, 21) definierten Achse (47) ausgerichteten Richtung insbesondere formschlüssig um- oder hintergreifen.

22. Fixationssystem nach Ausführungsform 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorsprung (69, 70) einen Basisbereich (71) und einen sich relativ zum Basisbereich (71) erweiternden Kopfbereich (72) umfasst und dass die Aufnahme (53, 55) einen mit dem Kopfbereich (72) zusammenwirkenden ersten Aufnahmebereich (58) umfasst und einen relativ zu diesem verschmälerten, mit dem Basisbereich (71) zusammenwirkenden zweiten Aufnahmebereich (59) umfasst.

23. Fixationssystem nach einer der Ausführungsformen 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahme (53, 55) eine Einbringöffnung (60) für den Vorsprung (69, 70) aufweist, durch welche hindurch der Vorsprung (69, 70) in die Aufnahme (53, 55) einbringbar und aus dieser entnehmbar ist.

24. Fixationssystem nach Ausführungsform 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahme (53, 55) im Bereich der Einbringöffnung (60) sich erweiternd ausgebildet ist.

25. Fixationssystem nach Ausführungsform 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Einbringöffnung (60) endseitig an der Aufnahme (53, 55) angeordnet ist.

26. Fixationssystem nach Ausführungsform 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Einbringöffnung (60) an einem proximalen Ende der Aufnahme (53, 55) angeordnet ist.

27. Fixationssystem nach einer der Ausführungsformen 18 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Kopplungsglied (73, 74) eine Erstreckung in axialer Richtung (47) aufweist.

28. Fixationssystem nach Ausführungsform 27, dadurch gekennzeichnet, dass das die axiale Erstreckung aufweisende Kopplungsglied (73, 74) eine Aufnahme (53, 55) ist, in die ein Kopplungsglied (75, 76) in Form eines Vorsprunges (69, 70) eingreift.

29. Fixationssystem nach einer der Ausführungsformen 18 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine erste Kopplungsglied (73, 74) außenseitig an der Verlängerungseinrichtung (20, 21) angeordnet ist.

30. Fixationssystem nach einer der Ausführungsformen 18 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass an der Verlängerungseinrichtung (20, 21) zwei, bezogen auf deren Achse (47), einander insbesondere diametral gegenüberliegende erste Kopplungsglieder (73, 74) angeordnet sind.

31. Fixationssystem nach einer der Ausführungsformen 18 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass an der Halteeinrichtung (27, 30, 32) zwei, bezogen auf eine Achse (47) der Verlängerungseinrichtung (20, 21), einander insbesondere diametral gegenüberliegende zweite Kopplungsglieder (75, 76) angeordnet sind.

32. Fixationssystem nach einer der Ausführungsformen 18 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine zweite Kopplungsglied (75, 76) endseitig an der Halteeinrichtung (27, 30, 32) angeordnet ist.

33. Fixationssystem nach einer der Ausführungsformen 18 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) einen das mindestens eine zweite Kopplungsglied (75, 76) umfassenden oder ausbildenden Koppelabschnitt (66) und einen mit diesem verbundenen, die Sondenaufnahme (65) umfassenden oder ausbildenden Halteabschnitt (64) umfasst.

34. Fixationssystem nach Ausführungsform 33, dadurch gekennzeichnet, dass der Koppelabschnitt (66) eine an eine Außenkontur der Verlängerungseinrichtung (20, 21) angepasste Kontur aufweist.

35. Fixationssystem nach Ausführungsform 34, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontur halbkreisförmig oder im Wesentlichen halbkreisförmig ist und dass das mindestens eine zweite Kopplungsglied (75, 76) auf einer einem Krümmungsmittelpunkt der Kontur zugewandten Seite am Koppelabschnitt (66) angeordnet ist.

36. Fixationssystem nach einer der Ausführungsformen 33 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Sondenaufnahme (65) eine am Halteabschnitt

(64) gebildete Durchgangsöffnung (79) für die Ultraschallsonde (29) umfasst.

37. Fixationssystem nach Ausführungsform 36, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchgangsöffnung (79) als Durchbrechung des Halteabschnittes (64) ausgebildet ist.

38. Fixationssystem nach Ausführungsform 36 oder 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Sondenaufnahme (65) eine in sich geschlossene Einfassung (78) für die Durchgangsöffnung (79) umfasst oder ausbildet.

39. Fixationssystem nach einer der Ausführungsformen 36 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchgangsöffnung (79) einen unrunder Querschnitt aufweist.

40. Fixationssystem nach Ausführungsform 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchgangsöffnung (79) ihre größte lichte Erstreckung längs einer parallel zur Einführrichtung (43) orientierten Richtung in einer Ebene (S) hat, die von der Einführrichtung (43) und von einer von der Verlängerungseinrichtung (20, 21) definierten Achse (47) aufgespannt ist.

41. Fixationssystem nach Ausführungsform 40, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchgangsöffnung (79) ihre größte lichte Erstreckung in einer Ebene (S) hat, die von der Einführrichtung (43) und von einer von der Verlängerungseinrichtung (20, 21) definierten Achse (47) aufgespannt ist.

42. Fixationssystem nach Ausführungsform 39, 40 oder 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchgangsöffnung (79) ihre größte lichte Erstreckung in einer Richtung senkrecht zu einer Ebene hat, die von der Einführrichtung (43) und von einer von der Verlängerungseinrichtung (20, 21) definierten Achse (47) aufgespannt ist.

43. Fixationssystem nach einer der Ausführungsformen 33 bis 42, dadurch gekennzeichnet, dass der Koppelabschnitt (66) und der Halteabschnitt (64) einstückig miteinander verbunden sind.

44. Fixationssystem nach einer der Ausführungsformen 33 bis 43, dadurch gekennzeichnet, dass der Koppelabschnitt (66) und der Halteabschnitt (64) relativ zueinander beweglich ausgebildet sind.

45. Fixationssystem nach Ausführungsform 44, dadurch gekennzeichnet, dass der Halteabschnitt (64) relativ zum Koppelabschnitt (66) um eine Schwenkachse (89) schwenkbar ist, die senkrecht zu einer Ebene (S) ausgerichtet ist, welche von der Einführrichtung (43) und von einer von der Verlängerungseinrichtung (20, 21) definierten Achse (47) aufgespannt ist.

46. Fixationssystem nach Ausführungsform 45, dadurch gekennzeichnet, dass der Halteabschnitt (64) und der Koppelabschnitt (66) gemeinsam ein Scharnier (88) ausbilden zur Verschwenkung des Halteabschnittes (64) und des Koppelabschnittes (66) relativ zueinander.

47. Fixationssystem nach einer der Ausführungsformen 44 bis 46, dadurch gekennzeichnet, dass der Halteabschnitt (64) relativ zum Koppelabschnitt (66) entlang einer Bewegungsrichtung (93) linear beweglich ausgebildet ist, welche in einer Ebene (S) liegt, die von der Einführrichtung (43) und von einer von der Verlängerungseinrichtung (20, 21) definierten Achse (47) aufgespannt ist.
48. Fixationssystem nach Ausführungsform 47, dadurch gekennzeichnet, dass der Halteabschnitt (64) und der Koppelabschnitt (66) gemeinsam eine Schraubverbindung (90) ausbilden zum Bewegen des Halteabschnittes (64) relativ zum Koppelabschnitt (66).
49. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) planar oder im Wesentlichen planar ausgebildet ist.
50. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) in sich symmetrisch ausgebildet ist bezüglich einer Symmetrieebene (S), die von der Einführrichtung (43) und von einer von der Verlängerungseinrichtung (20, 21) definierten Achse aufgespannt ist.
51. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27) einstückig ausgebildet ist.
52. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) aus Metall gefertigt ist.
53. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlängerungseinrichtung (20, 21) werkzeuglos mit der Stabilisierungselementaufnahme (42) verbindbar und/oder werkzeuglos von dieser lösbar ist.
54. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlängerungseinrichtung (20, 21) mit dem distalen Abschnitt (48) auf die Stabilisierungselementaufnahme (42) aufklemmbar ist.
55. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass der distale Abschnitt (48) der Verlängerungseinrichtung (20, 21) die Stabilisierungselementaufnahme (42) formschlüssig übergreift.
56. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlängerungseinrichtung (20, 21) am distalen Abschnitt (48) mindestens ein mit der Stabilisierungselementaufnahme (42) zusammenwirkendes Ausrichtglied (50, 51) umfasst zur Relativausrichtung der Verlängerungseinrichtung (20, 21) und des Verankerungselementes (16, 17) zueinander.
57. Fixationssystem nach Ausführungsform 56, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Ausrichtglied (50, 51) als in eine Einführöffnung (40, 41) der Stabilisierungselementaufnahme (42) für das Stabilisierungselement (24) insbesondere formschlüssig eingreifender Vorsprung (50, 51) ausgebildet ist.
58. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlängerungseinrichtung (20, 21) und die Stabilisierungselementaufnahme (42) koaxial zueinander ausgerichtet sind.
59. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlängerungseinrichtung (20, 21) in sich symmetrisch oder im Wesentlichen in sich symmetrisch ausgebildet ist.
60. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlängerungseinrichtung (20, 21) einen zylindrischen oder im Wesentlichen zylindrischen Querschnitt aufweist.
61. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlängerungseinrichtung (20, 21) eine axial erstreckte Hülse (22, 23) ausbildet.
62. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlängerungseinrichtung (20, 21) aus Metall gefertigt ist.
63. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlängerungseinrichtung (20, 21) einstückig ausgebildet ist.
64. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass das Verankerungselement (16, 17) als Knochenschraube (18, 19) mit einem in den Knochen (12, 14) einschraubbaren Schaft (34) und mit einem die Stabilisierungselementaufnahme (42) ausbildenden Schraubenkopf (35) ausgestaltet ist.
65. Fixationssystem nach Ausführungsform 64, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (35) geschlitzt ist und auf diese Weise eine Einführöffnung (40, 41) für das Stabilisierungselement (24) ausbildet.
66. Fixationssystem nach Ausführungsform 64 oder 65, dadurch gekennzeichnet, dass die Knochenschraube (18, 19) eine Pedikelschraube ist.
67. Fixationssystem nach einer der Ausführungsformen 64 bis 66, dadurch gekennzeichnet, dass die Knochenschraube (18, 19) eine Monoaxialschraube ist.
68. Fixationssystem nach einer der Ausführungsformen 64 bis 66, dadurch gekennzeichnet, dass die Knochenschraube (18, 19) eine Polyaxialschraube ist.
69. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass das Fixationssystem (10) mindestens ein Stabilisierungselement (24) umfasst zum Ver-

binden des Verankerungselementes (16, 17) mit einem weiteren Verankerungselement (16, 17).

70. Fixationssystem nach Ausführungsform 69, dadurch gekennzeichnet, dass das Stabilisierungselement (24) ein Stab (25) ist.

71. Fixationssystem nach einer der voranstehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass das Fixationssystem (10) eine in der Sondenaufnahme (65) positionierbare Ultraschallsonde (29) umfasst.

72. Fixationssystem nach Ausführungsform 71, dadurch gekennzeichnet, dass die Ultraschallsonde (29) eine Konvexsonde ist.

73. Fixationssystem nach Ausführungsform 71 oder 72, dadurch gekennzeichnet, dass die Ultraschallsonde (29) einen Griff (80) mit einem unrunder Querschnitt aufweist.

74. Zielvorrichtung für ein orthopädisches Fixationssystem, umfassend eine Halteeinrichtung (27, 30, 32), eine Verlängerungseinrichtung (20, 21) sowie eine Kopplungseinrichtung (77) zum Kopeln der Halteeinrichtung (27, 30, 32) mit der Verlängerungseinrichtung (20, 21) des Fixationssystems (10) nach einer der voranstehenden Ausführungsformen.

[0101] Die nachfolgende Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung der Erfindung. Es zeigen:

[0102] **Fig. 1**: eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Fixationssystems umfassend unter anderem eine erste Halteeinrichtung und eine Ultraschallsonde, gezeigt in Anwendung einer schematisch dargestellten Wirbelsäule;

[0103] **Fig. 2**: einen Teil des Fixationssystems aus **Fig. 1** in einer weiteren perspektivischen Darstellung;

[0104] **Fig. 3**: eine Schnittansicht längs der Linie 3-3 in **Fig. 2**;

[0105] **Fig. 4**: eine perspektivische Darstellung eines mit der Ultraschallsonde des Fixationssystems aus **Fig. 1** aufgenommenen Ultraschallbildes;

[0106] **Fig. 5**: eine Draufsicht auf eine zweite Halteeinrichtung des Fixationssystems aus **Fig. 1**;

[0107] **Fig. 6**: eine Seitenansicht des Fixationssystems aus **Fig. 1**, bei dem die Halteeinrichtung aus **Fig. 5** zum Einsatz kommt, mit Blickrichtung auf eine sagittale Körperebene;

[0108] **Fig. 7**: eine Draufsicht auf eine dritte Halteeinrichtung des Fixationssystems aus **Fig. 1**;

[0109] **Fig. 8**: eine Seitenansicht des Fixationssystems aus **Fig. 1**, bei dem die Halteeinrichtung auf

Fig. 7 zum Einsatz kommt, mit Blickrichtung auf eine sagittale Körperebene und

[0110] **Fig. 9**: eine schematische Darstellung eines Ultraschallbildes, aufgenommen mit der Ultraschallsonde des Fixationssystems bei der in den **Fig. 6** oder **Fig. 8** dargestellten Anwendung.

[0111] **Fig. 1** zeigt in perspektivischer Darstellung eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Fixationssystems 10, bei dem es sich vorliegend speziell um ein Wirbelsäulenfixationssystem handelt zur Fixation einer Wirbelsäule, von der in **Fig. 1** schematisch nur zwei Wirbelkörper 12 und 14 dargestellt sind. Der Wirbelkörper 14 ist relativ zum Wirbelkörper 12 caudal angeordnet.

[0112] Das Fixationssystem 10 umfasst eine Mehrzahl von Verankerungselementen, von denen zwei Verankerungselemente 16 und 17 in Gestalt von Knochenschrauben 18 und 19 gezeigt sind. Das Fixationssystem 10 weist ferner zwei Verlängerungseinrichtungen 20 und 21 in Form von Zugangstuben 22 bzw. 23 auf, die je einer der Knochenschrauben 18 bzw. 19 zugeordnet sind. Darüber hinaus kann das Fixationssystem 10 weitere Verankerungselemente und/oder Verlängerungseinrichtungen (nicht gezeigt) umfassen.

[0113] Weiter umfasst das Fixationssystem 10 ein längserstrecktes Stabilisierungselement 24 in Form eines Stabes 25, beispielsweise aus Metall, sowie ferner ein Werkzeug 26 zu dessen Handhabung, das endseitig am Stab 25 festlegbar ist. Darüber hinaus kann das Fixationssystem 10 weitere Stabilisierungselemente (nicht gezeigt) umfassen.

[0114] Das Fixationssystem 10 umfasst weiter eine Halteeinrichtung 27, nachfolgend Adapter 28 genannt, für eine Ultraschallsonde 29, die ebenfalls Bestandteil des Fixationssystems 10 ist. Ferner umfasst das Fixationssystem 10 zwei weitere Halteeinrichtungen 30 und 32, nachfolgend Adapter 31 bzw. 33 genannt (**Fig. 5** und **Fig. 7**).

[0115] Die Knochenschrauben 18 und 19 sind identisch ausgebildet, weswegen nachfolgend nur die Knochenschraube 18 näher beschrieben wird. Bei der Knochenschraube 18 handelt es sich um eine Pedikelschraube zum Verankern in einem Pedikel der Wirbelkörper 12 oder 14. Die Knochenschraube 18 ist eine Monoaxialschraube mit einem ein Gewinde umfassenden Schaft 34 sowie mit einem Schraubenkopf 35, der mit dem Schaft 34 starr verbunden ist. Der Schaft 34 und der Schraubenkopf 35 definieren eine Schraubenachse 36.

[0116] Alternativ können die Knochenschrauben 18 oder 19 als Polyaxialschrauben ausgebildet sein, oder ergänzend kann das Fixationssystem 10 nicht

dargestellte Verankerungselemente in Form von Polyaxialschrauben aufweisen.

[0117] Der Schraubenkopf **35** ist als sogenannte "Tulpe" **37** ausgestaltet und umfasst zwei einander bezüglich der Schraubenachse **36** diametral gegenüberliegende Längsschlitze **38** und **39**. Die Schlitze **38** und **39** bilden Einführöffnungen **40** bzw. **41** für den Stab **25**, um diesen mit der Knochenschraube **18** in bekannter Weise lösbar zu verbinden. Dies erfolgt beispielsweise durch Verkleben des Stabes **26** mit der Tulpe **37** anhand einer in der Zeichnung nicht dargestellten Klemmschraube. Die Tulpe **37** bildet daher eine Stabilisierungselementaufnahme **42**.

[0118] Um die Wirbelkörper **12** und **14** relativ zueinander zu fixieren, ist es bekannt, die Knochenschrauben **18** und **19** mittels des Stabes **25** zu verbinden und diesen an den Knochenschrauben festzulegen. Hierfür ist es erforderlich, dass der Stab **25** in einer definierten Richtung, bezogen auf die Knochenschraube **18**, durch die Einführöffnung **40** in die Tulpe **37** eingeführt wird. Diese Einführrichtung wird in der Zeichnung durch einen mit dem Bezugszeichen **43** versehenen Pfeil dargestellt. Um zu gewährleisten, dass der Stab **24** längs der Einführrichtung **43** caudal-cranial in die Tulpe **37** eingeführt wird, kann sich der Operateur des Werkzeuges **26** bedienen sowie der mit den Knochenschrauben **18** und **19** wie nachfolgend erläutert lösbar verbindbaren Zugangstuben **22** und **23**, beispielsweise um die Knochenschraube **18** relativ zum Stab **25** auszurichten.

[0119] Andere Zugangsmöglichkeiten hat der Operateur nicht, da vorliegend mit dem Fixationssystem **10** minimalinvasiv gearbeitet wird, d. h. das Werkzeug **26** und die Zugangstuben **22** und **23** werden über lediglich kleine Einschnitte **44** bis **46** in das Körperinnere eingebracht. Abhängig z. B. von der Lage der Wirbelkörper **12** und **14** zueinander, der Krümmung des Stabes **25** und der Anzahl der zu verwendenden Verankerungselemente stellt sich das Einführen des Stabes in die Tulpen der Knochenschrauben für den Operateur ohne die Ausrichtung unterstützende Hilfsmittel als diffizil dar.

[0120] Bei dem erfindungsgemäßen Fixationssystem **10** kommen hierfür, wie nachfolgend erläutert, die Zugangstuben **22** und **23**, die Adapter **28**, **31** und **33** sowie die Ultraschallsonde **29** den Operateur unterstützend zum Einsatz.

[0121] Die Zugangstuben **22** und **23** sind identisch ausgebildet, weswegen nachfolgend allein auf die Zugangstube **22** eingegangen wird. Die Zugangstube **22** ist eine längserstreckte und eine Längsachse **47** definierende Hülse von im Wesentlichen zylindrischem Querschnitt. Sie weist einen distalen Abschnitt **48** und einen proximalen Abschnitt **49** auf, wobei "proximal" und "distal" vorliegend als in Bezug auf

den sich außerhalb des Körpers befindenden Operateur aufzufassen sind. Dementsprechend kann die Zugangstube **22** über den Einschnitt **45** mit dem distalen Abschnitt **48** voraus ins Körperinnere eingeführt und mit der Tulpe **37** lösbar verbunden werden.

[0122] Auf die Tulpe **37** kann der distale Abschnitt **48** aufgeklemt werden, wobei er die Tulpe **37** formschlüssig übergreift, so dass die Tulpe **37** in den distalen Abschnitt **48** eintaucht. Zwei innenseitige Ausrichtglieder in Form von Vorsprüngen **50** und **51** am distalen Abschnitt **48** können in die Schlitze **38** bzw. **39** formschlüssig eingreifen, so dass die Zugangstube **22** in klar definierter Weise relativ zur Tulpe **37** und im Fall der Monoaxialschraube **18** damit auch relativ zum Schaft **34** ausgerichtet werden kann. Die Tulpe **37** und die Zugangstube **22** sind somit koaxial zueinander ausgerichtet. Am distalen Ende der Zugangstube **22** angeordnete Ausnehmungen (nur eine Ausnehmung **52** ist in [Fig. 2](#) zu sehen) fluchten mit den Einführöffnungen **40** und **41**, so dass der Stab **25** die Zugangstube **22** am distalen Ende durchgreifen kann.

[0123] Die Zugangstube **22** ist in sich symmetrisch ausgebildet bezüglich zumindest einer die Längsachse **47** enthaltenden Symmetrieebene, welche zusätzlich bei auf die Knochenschraube **18** aufgeklemt der Zugangstube **22** eine längs der Einführrichtung **43** verlaufende Gerade enthält. Diese von der Einführrichtung **43** und der Längsachse **47** aufgespannte Symmetrieebene wird nachfolgend als "Sagittalebene S" bezeichnet (in [Fig. 3](#) senkrecht zur Zeichenebene ausgerichtet). Die Bezeichnung folgt vorliegend daraus, dass die Knochenschrauben **18** und **19** in sagittaler Richtung in die Pedikel der Wirbelkörper **12** und **14** eingeschraubt werden, damit diese in caudal-cranialer Richtung miteinander verbunden werden können, d. h. auch die Einführrichtung **43** verläuft caudal-cranial. Dementsprechend spannen die Einführrichtung **43** und die Längsachse **47** eine sagittale Körperebene auf.

[0124] Außenseitig weist die Zugangstube **22** zwei axial verlaufende Aufnahmen **53** und **55** in Form von Längsnuten **54** bzw. **56** auf, die sich jeweils vom distalen Abschnitte **48** bis zum proximalen Abschnitt **49** erstrecken und einander diametral, bezogen auf die Längsachse **47**, gegenüberliegen. Aufgrund der Symmetrie der Zugangstube **22** wird nachfolgend nur auf die Längsnut **54** eingegangen.

[0125] Die Längsnut **54** ist in einer Wand **57** der Zugangstube **22** gebildet. In radialer Richtung von innen nach außen umfasst sie einen ersten Aufnahmebereich **58** sowie einen sich daran anschließenden zweiten Aufnahmebereich **59**, der relativ zum ersten Aufnahmebereich **48** verschmälert ausgebildet ist. Am proximalen Ende umfasst die Längsnut **54**

eine sich trichterförmig erweiternde Einbringöffnung **60** (Fig. 1 und Fig. 2).

[0126] Unmittelbar neben der Längsnut **54** weist die Zugangstube **22** eine außenseitige Anzeigeeinrichtung **61** mit einer vom distalen Abschnitt **48** zum proximalen Abschnitt **49** verlaufenden Skala **62** auf. Anhand der Skala **62** kann der Operateur ermitteln, wie tief das distale Ende der Zugangstube **22** ins Körperinnere eindringt, d. h. wie groß die Eindringtiefe d des distalen Endes bezüglich der Körperoberfläche **63** ist. Damit kann der Operateur auch ermitteln, in welcher Tiefe im Körperinneren sich die Tulpe **37** befindet, insbesondere deren Einführöffnungen **40** und **41** für den Stab **25**.

[0127] Wie insbesondere aus Fig. 3 deutlich wird, umfasst der bereits erwähnte Adapter **28** einen Halteabschnitt **64** mit einer Sondenaufnahme **65** für die Ultraschallsonde **29**. Der Halteabschnitt **64** ist mit einem Koppelabschnitt **66** verbunden und insbesondere einstückig verbunden. Der Koppelabschnitt **66** ist endseitig am Adapter **28** angeordnet und bildet eine C-förmige Kontur mit zwei Koppelarmen **67** und **68**, die an ihren freien Enden Vorsprünge **69** bzw. **70** tragen. Die Kontur des Koppelabschnitts **66** ist angepasst an die Außenkontur der Zugangstube **22**, so dass der Adapter **28** mit der Zugangstube **22** platzsparend wie nachstehend erläutert gekoppelt werden kann.

[0128] Der Adapter **28** ist im Wesentlichen symmetrisch ausgebildet bezüglich einer Symmetrieebene, welche bei Kopplung des Adapters **28** an die Zugangstube **22** mit der Sagittalebene S zusammenfällt. Aus diesem Grund sind die Vorsprünge **69** und **70** einander diametral gegenüberliegend und weisen einem Krümmungsmittelpunkt des Koppelabschnitts **66** zu, der auf der Längsachse **47** liegt. Aufgrund der Symmetrie des Adapters **28** wird nachfolgend nur auf den Vorsprung **69** eingegangen.

[0129] Der Vorsprung **69** umfasst einen Basisbereich **71** und einen sich gegenüber dem Basisbereich **71** erweiternden Kopfbereich **72**. Der Basisbereich **71** und der Kopfbereich **72** sind jeweils so dimensioniert, dass sie formschlüssig mit dem zweiten Aufnahmebereich **59** bzw. dem ersten Aufnahmebereich **58** der Längsnut **54** zusammenwirken können.

[0130] Über die Einbringöffnung **60** kann der Vorsprung **69** in die Längsnut **54** eingeführt werden, so dass er in diese formschlüssig eingreift und sich der Vorsprung **69** und die Längsnut **54** in einer quer zur Längsachse **47** ausgerichteten Ebene gegenseitig formschlüssig hintergreifen und näherungsweise eine "Schwalbenschwanzverbindung" bilden. Auf diese Weise ist der Adapter **28** zuverlässig an die Zugangstube **22** gekoppelt und relativ zu dieser um die Längsachse **47** verdrehgesichert. Die Längsnuten **54**

und **56** werden aus diesem Grund auch als erste Kopplungsglieder **73** und **74** bezeichnet, und die Vorsprünge **69** und **70** werden als zweite Kopplungsglieder **75** und **76** bezeichnet, die mit den Kopplungsgliedern **73** bzw. **74** zusammenwirken. Die Kopplungsglieder **73** bis **76** bilden eine Kopplungseinrichtung **77** des Fixationssystems **10**.

[0131] Die Sondenaufnahme **65** umfasst eine von einer in sich geschlossenen Einfassung **78** eingefasste Durchgangsöffnung **79**, die als Durchbrechung des Halteabschnitts **64** gebildet ist. Die Durchgangsöffnung **79** weist einen unrunder Querschnitt auf, d. h. einen von der Kreisform abweichenden Querschnitt. Im Fall aller der Adapter **28**, **31** und **33** ist der Querschnitt der Durchgangsöffnung **79** gleich der Form einer Kreisfläche, von der zwei einander diametral gegenüberliegende Kreissegmente abgetrennt wurden.

[0132] Die Form der Durchgangsöffnung **79** ist insbesondere angepasst an die Querschnittsform eines Griffbereiches **80** der Ultraschallsonde **29**. Der Griffbereich **80** ist ebenfalls mit einem unrunder Querschnitt ausgestattet. Im Querschnitt weist der Griffbereich **80** seine maximale Erstreckung in einer Ebene auf, welche durch das von der Ultraschallsonde **29** emittierte Ultraschallfeld **81** (Fig. 1) definiert wird.

[0133] Dadurch ist der Griffbereich **80** nur in einer Orientierung so in die Sondenaufnahme **65** einführbar, dass er formschlüssig von der Einfassung **78** umgeben ist und dadurch klemmend am Halteabschnitt **64** festgelegt werden kann. Die größte lichte Erstreckung weist die Durchgangsöffnung **79** in der Symmetrieebene des Adapters **28** auf. Dies führt dazu, dass dann, wenn die Ultraschallsonde **29** mittels des Adapters **28** an die Zugangstube **22** angekoppelt wird, das von der Ultraschallsonde **29** emittierte Ultraschallfeld **81** in der Sagittalebene S liegt, also in der von der Einführrichtung **43** und der Längsachse **47** aufgespannten Ebene. Dies erfolgt gewissermaßen "automatisch", da der Operateur die Ultraschallsonde **29** nur in einer Orientierung in die Sondenaufnahme **65** einführen kann.

[0134] Das erfindungsgemäße Fixationssystem **10** kann folgendermaßen verwendet werden, um das Einführen des Stabes **25** in die Tulpe **37** zu vereinfachen, wobei davon ausgegangen wird, dass der Stab **25** bereits in den Schraubenkopf der Knochenschraube **19** eingeführt ist (Fig. 1):

Die Ultraschallsonde **29**, bei der es sich beispielsweise um eine Konvexsonde handeln kann, wird in die Sondenaufnahme **65** eingesetzt und ist in der Einfassung **78** beispielsweise klemmend gehalten. Der Adapter **28** wird durch Einführen der Vorsprünge **69** und **70** in die Längsnuten **54** bzw. **56** an die Zugangstube **22** angekoppelt. Anschließend kann der Adapter **28** so lange in axialer Richtung, d. h. längs der Längsachse **47**, relativ zur Zugangstube **22** verscho-

ben werden, bis die Ultraschallsonde **29** die Körperoberfläche **63** spaltlos kontaktiert, um ein Eindringen des Ultraschallfeldes **81** in den Körper zu ermöglichen. Die Längsnuten **54** und **56** führen dabei die Vorsprünge **69** bzw. **70**.

[0135] Mittels einer vom Fixationssystem **10** umfassten Fixiereinrichtung **82** kann dann der Adapter **28** an der Zugangstube **22** festgelegt werden, insbesondere durch Verklebmen. Die Fixiereinrichtung **82** umfasst eine manuell betätigbare Klemmschraube **83**, in Form einer sogenannten "Lappenschraube". Die Klemmschraube **83** kann durch ein im Koppellarm **68** und in der Zeichnung nicht gezeigtes Gewinde hindurch geschraubt werden und sich außenseitig an der Zugangstube **22** abstützen (**Fig. 3**), um den Adapter **28** an der Zugangstube **22** zu verklebmen.

[0136] Die Ultraschallsonde **29** kann in bekannter Weise mit einer in der Zeichnung nicht dargestellten Anzeigeeinheit verbunden werden. **Fig. 4** zeigt schematisch ein von der Ultraschallsonde **29** erfasstes Ultraschallbild **84**.

[0137] Die Ultraschallsonde **29** kann einen Teil der Sagittalebene S einsehen, der zwischen den Knochenschrauben **18** und **19** liegt (**Fig. 1**). Dabei erfasst die Ultraschallsonde **29** auch einen Randbereich **85** der Zugangstube **22** und der Knochenschraube **18** als Struktur **851** im Ultraschallbild **84**. Der Randbereich **85** umfasst insbesondere den Schlitz **38**, in den der Stab **25** einzuführen ist, weil der Schlitz **38** ebenfalls in der Sagittalebene S liegt. Um dem Operateur das Auffinden der Struktur **851** im Ultraschallbild **84** zu erleichtern, kann beispielsweise mit einer Auswerteeinheit eine Zielmarkierung **86** im Ultraschallbild **84** eingeblendet werden, in welcher Tiefe die Struktur **851** zu erwarten ist. Die Lage der Markierung **86** auf dem Ultraschallbild ist anhand der Eindringtiefe d der Zugangstube **22** ins Körperinnere bestimmbar.

[0138] Je nachdem, wie weit die Knochenschraube **19** von der Knochenschraube **18** beabstandet ist, ist es möglich, dass diese oder die auf ihr angebrachte Zugangstube **23** ebenfalls im Ultraschallbild **84** zu sehen ist.

[0139] Weil der Stab **25** in Einführrichtung **43** und damit in der Sagittalebene S in die Tulpe **37** eingeführt werden muss, kann der Operateur anhand der Größe eines Ultraschallreflexes **87** des Stabes **25** im Ultraschallbild **84** erkennen, ob der Stab **25** in der Sagittalebene S liegt und längs der Einführrichtung bewegt wird. Je größer der Ultraschallreflex **87** im Ultraschallbild **84** zu erkennen ist, desto flacher schneidet der Stab **25** die Sagittalebene S, und im Idealfall liegt er vollständig in der Sagittalebene S.

[0140] Damit kann anhand der Ultraschallsonde **29** der von der Knochenschraube **19** in Richtung der

Knochenschraube **18** geführte Stab **25** auf benutzerfreundliche Weise erfasst werden. Durch Angreifen an dem Werkzeug **26** und an der Zugangstube **22** kann der Operateur den Stab **25** somit auf einfache Weise relativ zur Tulpe **37** ausrichten und in der Einführrichtung **43** in diese einführen.

[0141] Wird dabei die Zugangstube **22** bewegt, hat dies eine Bewegung der Sagittalebene S und damit auch des Ultraschallfeldes **81** zur Folge, weil die Ultraschallsonde **29** der Bewegung der Zugangstube **22** folgt. Dies erleichtert dem Operateur das Einführen des Stabes **25** in die Tulpe **37** ganz erheblich.

[0142] Wenn es vorgesehen ist, den Stab **25** über die Knochenschrauben **18** und **19** hinaus mit einer weiteren Knochenschraube, in der Darstellung gemäß **Fig. 1** beispielsweise links von der Knochenschraube **18**, zu verbinden, kann zur weiteren Ortung des Stabes **25** folgendermaßen vorgegangen werden:

Zum Einen ist es möglich, auf die weitere Knochenschraube eine beispielsweise entsprechend der Zugangstube **22** ausgebildete Zugangstube zu verbinden. Der Adapter **28** kann durch Lösen der Klemmschraube **83** und Herausführen der Vorsprünge **69** und **70** aus den Längsnuten **54** bzw. **56** von der Zugangstube **22** entkoppelt werden. Der Adapter **28** kann dann entsprechend der vorstehend beschriebenen Weise auch mit der weiteren Zugangstube gekoppelt werden, und der Stab **25** kann wie vorstehend beschrieben mittels der Ultraschallsonde **29** erfasst werden und in Richtung des Schraubenkopfes der weiteren Knochenschraube ausgerichtet werden.

[0143] Zum Anderen ist es möglich, den Adapter **28** relativ zur Zugangstube **22** von der vorstehend beschriebenen ersten Kopplungsstellung, in welcher mittels der Ultraschallsonde **29** der bezüglich der Zugangstube **22** caudal gelegene Körperbereich erfasst wird, in eine zweite Kopplungsstellung zu überführen. In der zweiten Kopplungsstellung kann mittels der Ultraschallsonde **29** der bezüglich der Zugangstube **22** cranial gelegene Körperbereich erfasst werden. Hierfür ist der Adapter **28** zunächst von der Zugangstube **22** zu entkoppeln, anschließend um 180° um die Längsachse **47** zu drehen und wieder mit der Zugangstube **22** zu koppeln, so dass der Vorsprung **69** und die Längsnut **56** und der Vorsprung **70** und die Längsnut **54** zusammenwirken. Diese Stellung des Adapters **28** ist in **Fig. 3** abschnittsweise strichliniert dargestellt.

[0144] Aufgrund der Symmetrien der Zugangstube **22** und des Adapters **28** liegt das Ultraschallfeld **81** erneut in der Sagittalebene S. In der zweiten Kopplungsstellung ist dann die Möglichkeit gegeben, den Stab **25** zu erfassen, wie er vom Operateur mittels des Werkzeuges **26** von der Tulpe **37** weg bewegt wird. Unter Umständen ist es hierbei möglich,

die Tulpe **37** der weiteren, nicht dargestellten Knochenschraube im Ultraschallbild **84** zu erfassen, so dass der Operateur den Stab **25** unmittelbar, wie vorstehend erläutert, bezüglich der weiteren Knochenschraube ausrichten kann.

[0145] Nachfolgend werden mit Verweis auf die **Fig. 5** bis **Fig. 9** die weiteren Adapter **31** und **33** und deren Wirkungsweise im Fixationssystem **10** beschrieben. Für Merkmale der Adapter **31** und **33**, die gleich oder gleichwirkend zu Merkmalen des Adapters **28** sind, werden dieselben Bezugszeichen benutzt. Nachfolgend wird nur auf die wesentlichen Unterschiede der Adapter **31** und **33** zum Adapter **28** eingegangen. Die Adapter **31** und **33** sind ebenfalls in sich im Wesentlichen symmetrisch ausgebildet bezüglich einer Symmetrieebene, die bei Ankopplung der Adapter **31** bzw. **33** an die Zugangstube **22** mit der Sagittalebene S zusammenfällt.

[0146] Bei den Adaptern **31** und **33** ist die Sondenaufnahme **65** jeweils relativ zur Sondenaufnahme **65** des Adapters **28** um 90° gedreht. Sie weist ihre größte lichte Erstreckung daher längs einer Richtung auf, die senkrecht zur Sagittalebene S ausgerichtet ist und damit senkrecht zur Einführrichtung **43** und zur Längsachse **47** (aufzufassen bei an die Zugangstube **22** angekoppeltem Adapter **31** bzw. **33**).

[0147] Bei den Adaptern **31** und **33** sind der Halteabschnitt **64** und der Koppelabschnitt **66** nicht einstückig miteinander verbunden. Stattdessen bilden der Halteabschnitt **64** und der Koppelabschnitt **66** des Adapters **31** ein Scharnier **88** aus, so dass sie relativ zueinander um eine Schwenkachse **89** verschwenkbar sind. Die Schwenkachse **89** ist bei an der Zugangstube **22** angekoppeltem Adapter **31** senkrecht zur Sagittalebene S und damit senkrecht zur Einführrichtung **43** und zur Längsachse **47** ausgerichtet.

[0148] Beim Adapter **33** bilden der Halteabschnitt **64** und der Koppelabschnitt **66** gemeinsam eine Schraubverbindung **90** aus mit einem Schraubelement **91** am Halteabschnitt **64** und einem Mutterelement **92** am Koppelabschnitt **66**. Auf diese Weise sind der Halteabschnitt **64** und der Koppelabschnitt **66** relativ zueinander linear beweglich entlang einer Geraden **93**, welche in der Sagittalebene S verläuft und insbesondere parallel zur Einführrichtung **43** ausgerichtet ist, wenn der Adapter **33** an der Zugangstube **22** angekoppelt ist.

[0149] Wird die Ultraschallsonde **29** mit dem mit unrundem Querschnitt versehenen Griffbereich **80** in die Sondenaufnahme eines der Adapter **31** oder **33** eingeführt, wird das Ultraschallfeld **81** der Ultraschallsonde **29** in einer Transversalebene T abgestrahlt, welche senkrecht zur Sagittalebene S ausgerichtet ist und zu welcher die Längsachse **47** parallel verläuft (in den **Fig. 6** und **Fig. 8** senkrecht zur Zeichenebene;

im Falle des Adapters **31** setzt dies voraus, dass der Halteabschnitt **64** und der Koppelabschnitt **66** in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind). Durch die Ausrichtung der Ebene des Ultraschallfeldes **81** in der Transversalebene T ist damit die Einführrichtung **43** senkrecht zur Ebene des Ultraschallfeldes **81** ausgerichtet. Die Mitte des Ultraschallfeldes **81** verläuft in der Sagittalebene S.

[0150] Wird beim Fixationssystem **10** der Adapter **31** verwendet, kann der die Transversalebene T schneidende Stab **25** im Ultraschallbild **84** anhand des Ultraschallreflexes **87** erkannt werden. Der Ultraschallreflex **87** ist umso kleiner, je steiler der Stab **25** die Ebene des Ultraschallfeldes **81** schneidet. Wird nun der Stab **25** in Richtung der Tulpe **37** geführt, kann der Operateur beispielsweise den Halteabschnitt **64** relativ zum Koppelabschnitt **66** um die Schwenkachse **89** so verschwenken, dass die Ebene des Ultraschallfeldes **81** relativ zur Transversalebene T verschwenkt wird und die Spitze des Stabes **25** im Ultraschallbild verfolgt wird (**Fig. 6**).

[0151] Im Ultraschallbild **84** kann eine Zielmarkierung **94**, in deren Bereich das Erscheinen des Randbereiches **85** zu erwarten ist, eingeblendet werden. In horizontaler Richtung h liegt die Zielmarkierung **94** in der Mitte des Ultraschallbildes **84**, da die Mitte des Ultraschallfeldes **81** in der Sagittalebene S verläuft. In vertikaler Richtung v ist die Lage der Zielmarkierung **94** anhand der Eindringtiefe d der Zugangstube **22** bestimmbar. Damit wird dem Operateur ermöglicht, durch fortgesetztes Verschwenken des Halteabschnittes **64** und der daran gehaltenen Ultraschallsonde **29** einerseits und durch fortgesetztes Ausrichten des Ultraschallreflexes **87** in Richtung der Zielmarkierung **94** andererseits den Stab **25** auf einfache Weise in Richtung der Tulpe **37** auszurichten. Dies erleichtert dem Operateur das Einführen des Stabes **25** längs der Einführrichtung **43** in den Schlitz **38** ganz erheblich.

[0152] In ähnlicher Weise handelt der Operateur, wenn beim Fixationssystem **10** der Adapter **33** zum Einsatz kommt (**Fig. 8**). In diesem Fall kann der Operateur den Halteabschnitt **64** relativ zum Koppelabschnitt **66** mittels der Schraubverbindung **90** längs der Geraden **93** bewegen. Dies hat zur Folge, dass sich die Transversalebene T, in welcher das Ultraschallfeld **81** liegt, ebenfalls längs der Geraden **93** bewegt. Ein vom Operateur in Richtung der Tulpe **37** geführter Stab **25** kann ebenfalls als Ultraschallreflex **87** erfasst werden (**Fig. 9**). Durch fortgesetztes Bewegen des Halteabschnittes **64** relativ zum Koppelabschnitt **66** einerseits und Bewegen des Stabes **25** derart, dass der Ultraschallreflex **87** in Richtung der Zielmarkierung **94** geführt wird, andererseits, kann der Operateur den Stab **25** auf einfache Weise in der Einführrichtung **43** in den Schlitz **38** der Tulpe **37** einführen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 7455685 B2 [0006]
- DE 10027988 A1 [0006]
- WO 2007/146833 A2 [0007]
- US 7473267 B2 [0007]

Patentansprüche

1. Orthopädisches Fixationssystem, mit einem an einem Knochen (12, 14) verankerbaren Verankerungselement (16, 17), welches mittels eines Stabilisierungselementes (24) mit einem weiteren Verankerungselement (16, 17) verbindbar ist, wobei das Verankerungselement (16, 17) eine Stabilisierungselementaufnahme (42) umfasst, in welche das Stabilisierungselement (24) einführbar ist, sowie mit einer eine Längserstreckung aufweisenden Verlängerungseinrichtung (20, 21) für das Verankerungselement (16, 17) mit einem proximalen Abschnitt (49) und einem distalen Abschnitt (48), welcher distale Abschnitt (48) am Verankerungselement (16, 17) lösbar festlegbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fixationssystem (10) eine Halteeinrichtung (27, 30, 32) mit einer Sondenaufnahme (65) für eine extrakorporale Ultraschallsonde (29) umfasst sowie eine Kopplungseinrichtung (77) zum Koppeln der Halteeinrichtung (27, 30, 32) mit dem proximalen Abschnitt (49) der Verlängerungseinrichtung (20, 21).

2. Fixationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stabilisierungselementaufnahme (42) eine Einführöffnung (40, 41) umfasst, durch welche hindurch das Stabilisierungselement (24) in definierter Einführrichtung (43) in die Stabilisierungselementaufnahme (42) einführbar ist.

3. Fixationssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) und die Verlängerungseinrichtung (20, 21) mittels der Kopplungseinrichtung (77) starr miteinander gekoppelt sind.

4. Fixationssystem nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) und die Verlängerungseinrichtung (20, 21) über die Kopplungseinrichtung (77) fest miteinander verbunden sind.

5. Fixationssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) lösbar mit der Verlängerungseinrichtung (20, 21) koppelbar ist.

6. Fixationssystem nach Anspruch 1, 2 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) und die Verlängerungseinrichtung (20, 21) relativ zueinander beweglich ausgebildet sind.

7. Fixationssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) relativ zur Verlängerungseinrichtung (20, 21) verschieblich in axialer Richtung, also längs einer von der Verlängerungseinrichtung (20, 21) definierten Achse (47), ausgebildet ist.

8. Fixationssystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Fixationssystem (10) eine Anzeigeeinrichtung (61) umfasst, anhand derer die Eindringtiefe (d) der Verlängerungseinrichtung (20, 21) in den Körper ermittelbar ist.

9. Fixationssystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kopplungseinrichtung (77) mindestens ein von der Verlängerungseinrichtung (20, 21) umfasstes oder ausgebildetes erstes Kopplungsglied (73, 74) umfasst sowie mindestens ein von der Halteeinrichtung (27, 30, 32) umfasstes oder ausgebildetes zweites Kopplungsglied (75, 76), das mit dem mindestens einen ersten Kopplungsglied (73, 74) zusammenwirkt.

10. Fixationssystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Kopplungsglied (73, 74) eine Erstreckung in axialer Richtung (47) aufweist.

11. Fixationssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das die axiale Erstreckung aufweisende Kopplungsglied (73, 74) eine Aufnahme (53, 55) ist, in die ein Kopplungsglied (75, 76) in Form eines Vorsprunges (69, 70) eingreift.

12. Fixationssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass an der Halteeinrichtung (27, 30, 32) zwei, bezogen auf eine Achse (47) der Verlängerungseinrichtung (20, 21), einander insbesondere diametral gegenüberliegende zweite Kopplungsglieder (75, 76) angeordnet sind.

13. Fixationssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine zweite Kopplungsglied (75, 76) endseitig an der Halteeinrichtung (27, 30, 32) angeordnet ist.

14. Fixationssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) einen das mindestens eine zweite Kopplungsglied (75, 76) umfassenden oder ausbildenden Koppelabschnitt (66) und einen mit diesem verbundenen, die Sondenaufnahme (65) umfassenden oder ausbildenden Halteabschnitt (64) umfasst.

15. Fixationssystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Koppelabschnitt (66) und der Halteabschnitt (64) relativ zueinander beweglich ausgebildet sind.

16. Fixationssystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Halteabschnitt (64) relativ zum Koppelabschnitt (66) um eine Schwenkachse (89) schwenkbar ist, die senkrecht zu einer Ebene (S) ausgerichtet ist, welche von der Einführrichtung (43) und von einer von der Verlängerungseinrichtung (20, 21) definierten Achse (47) aufgespannt ist.

17. Fixationssystem nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Halteabschnitt (64) relativ zum Koppelabschnitt (66) entlang einer Bewegungsrichtung (93) linear beweglich ausgebildet ist, welche in einer Ebene (S) liegt, die von der Einführrichtung (43) und von einer von der Verlängerungseinrichtung (20, 21) definierten Achse (47) aufgespannt ist.

18. Fixationssystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) planar oder im Wesentlichen planar ausgebildet ist.

19. Fixationssystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (27, 30, 32) in sich symmetrisch ausgebildet ist bezüglich einer Symmetrieebene (S), die von der Einführrichtung (43) und von einer von der Verlängerungseinrichtung (20, 21) definierten Achse aufgespannt ist.

20. Fixationssystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlängerungseinrichtung (20, 21) mit dem distalen Abschnitt (48) auf die Stabilisierungselementaufnahme (42) aufklemmbar ist.

21. Fixationssystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der distale Abschnitt (48) der Verlängerungseinrichtung (20, 21) die Stabilisierungselementaufnahme (42) formschlüssig übergreift.

22. Fixationssystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlängerungseinrichtung (20, 21) am distalen Abschnitt (48) mindestens ein mit der Stabilisierungselementaufnahme (42) zusammenwirkendes Ausrichtglied (50, 51) umfasst zur Relativausrichtung der Verlängerungseinrichtung (20, 21) und des Verankerungselementes (16, 17) zueinander.

23. Fixationssystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlängerungseinrichtung (20, 21) und die Stabilisierungselementaufnahme (42) koaxial zueinander ausgerichtet sind.

24. Fixationssystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verankerungselement (16, 17) als Knochenschraube (18, 19) mit einem in den Knochen (12, 14) einschraubbaren Schaft (34) und mit einem die Stabilisierungselementaufnahme (42) ausbildenden Schraubenkopf (35) ausgestaltet ist.

25. Fixationssystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das

Fixationssystem (10) eine in der Sondenaufnahme (65) positionierbare Ultraschallsonde (29) umfasst.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

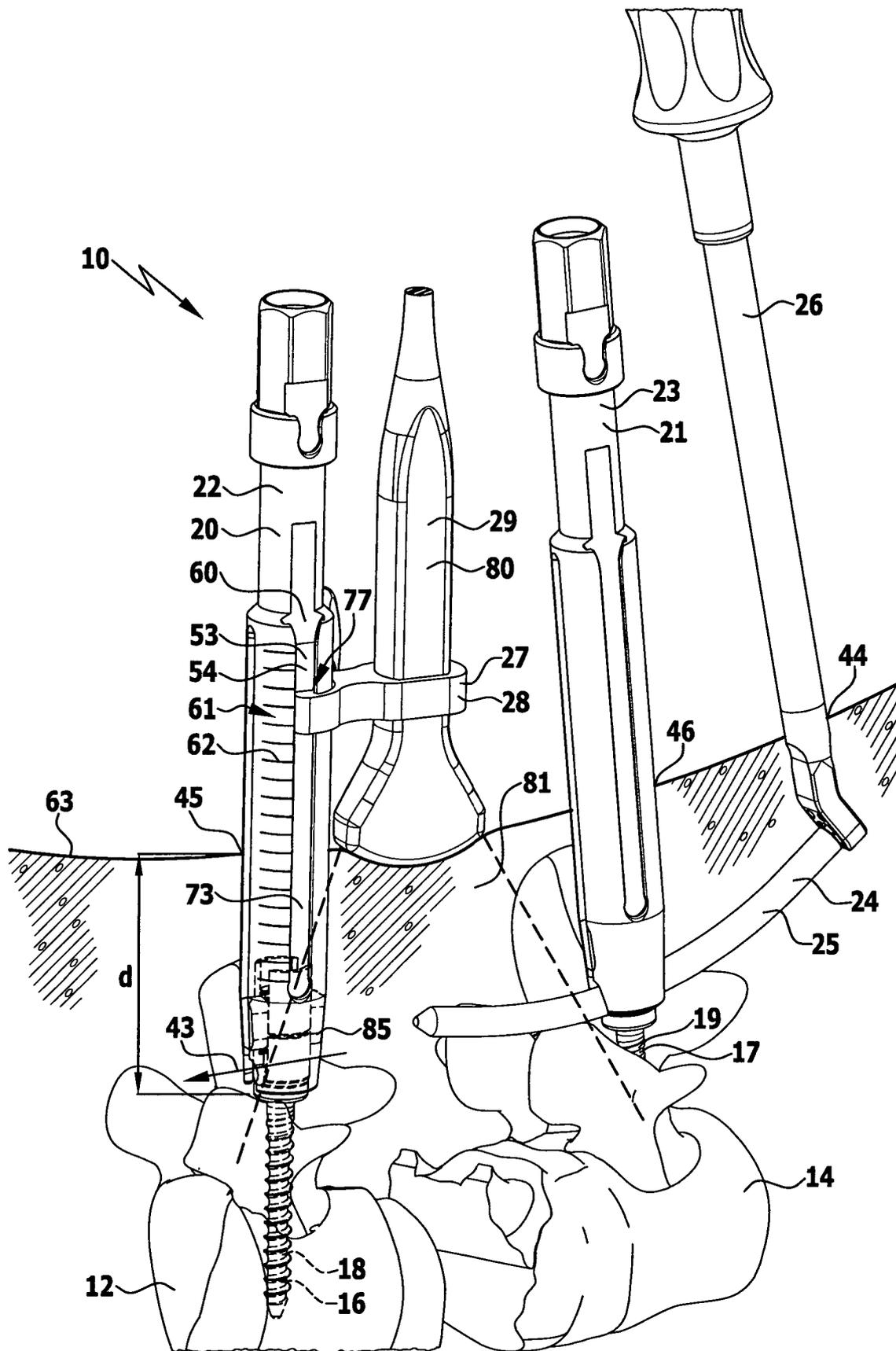


FIG.2

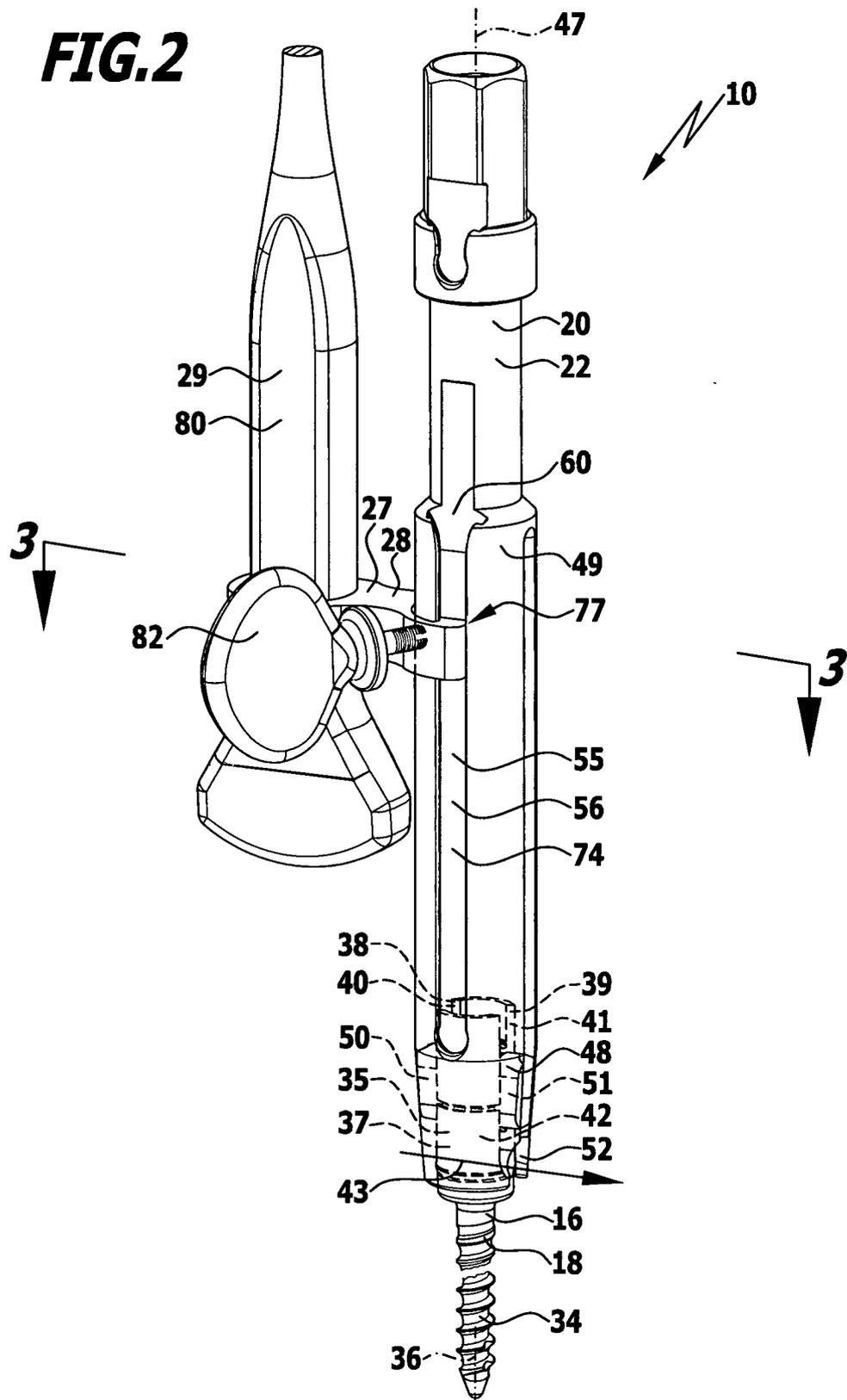


FIG.4

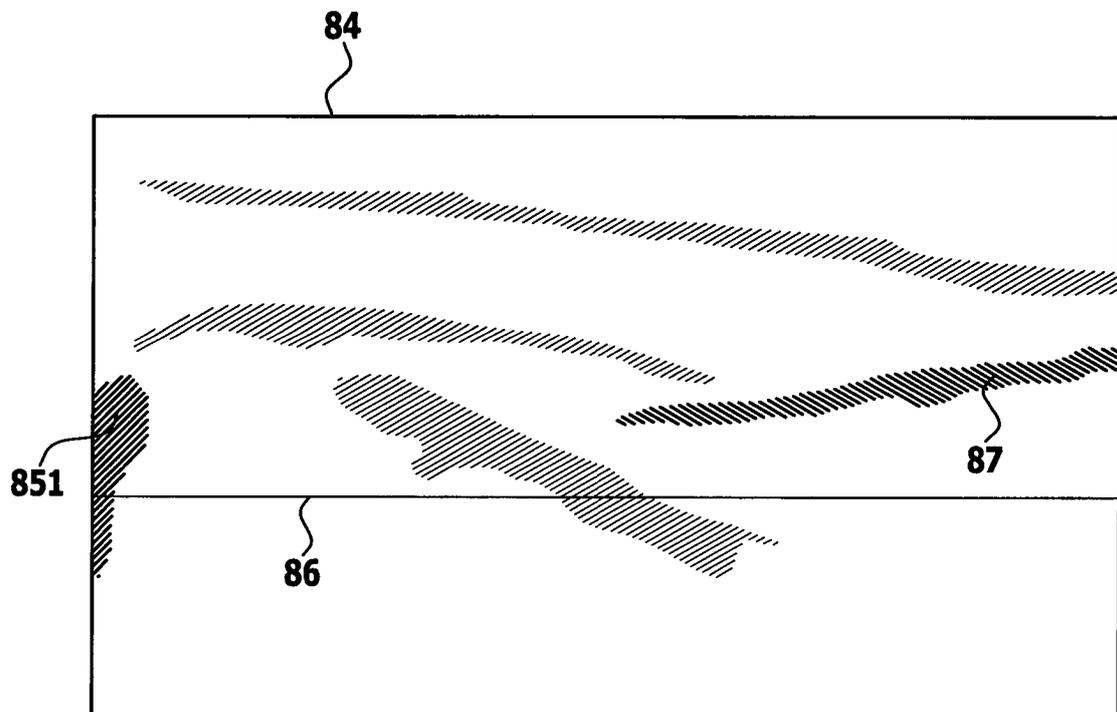
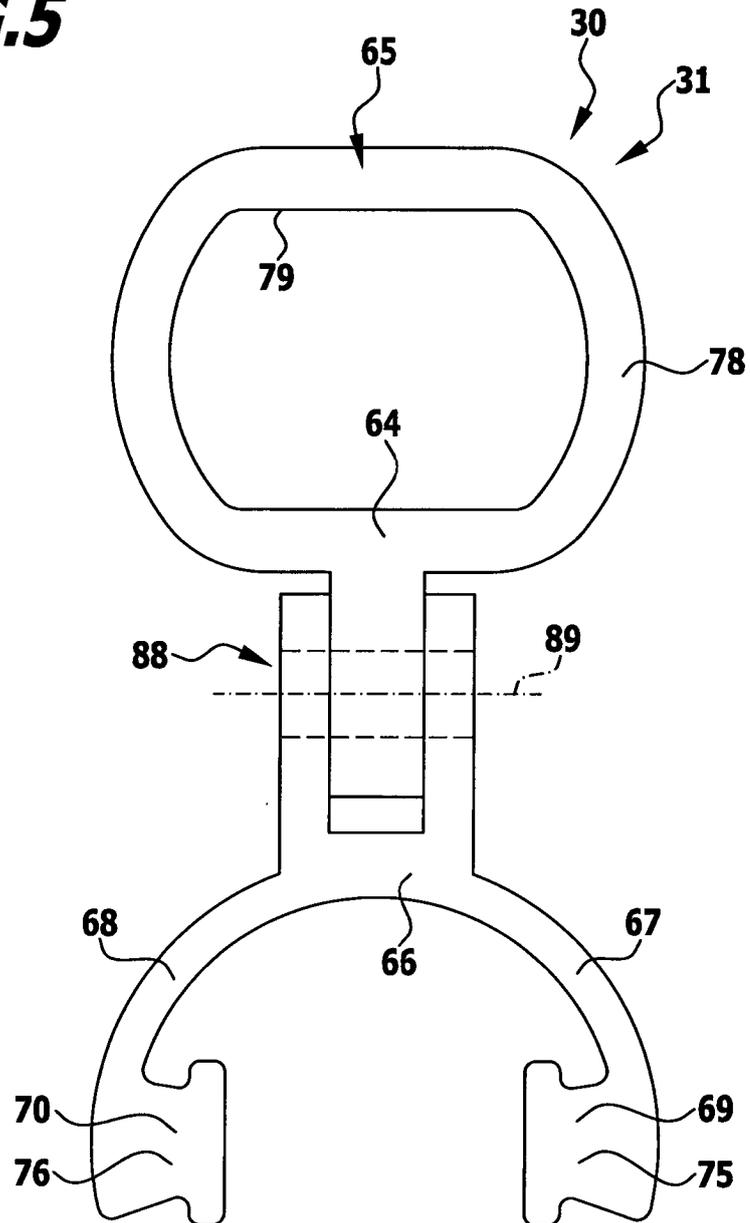


FIG.5



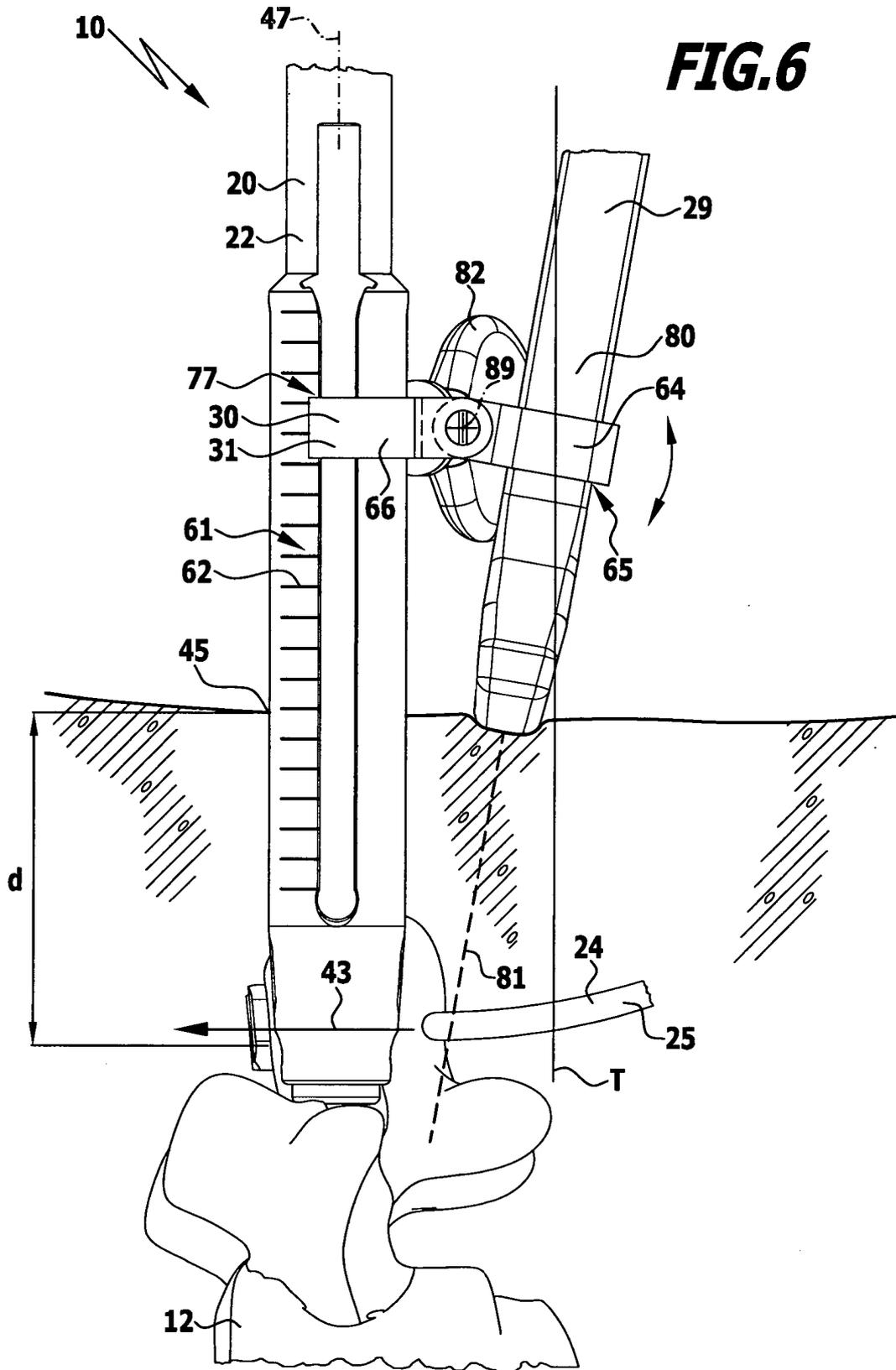


FIG.7

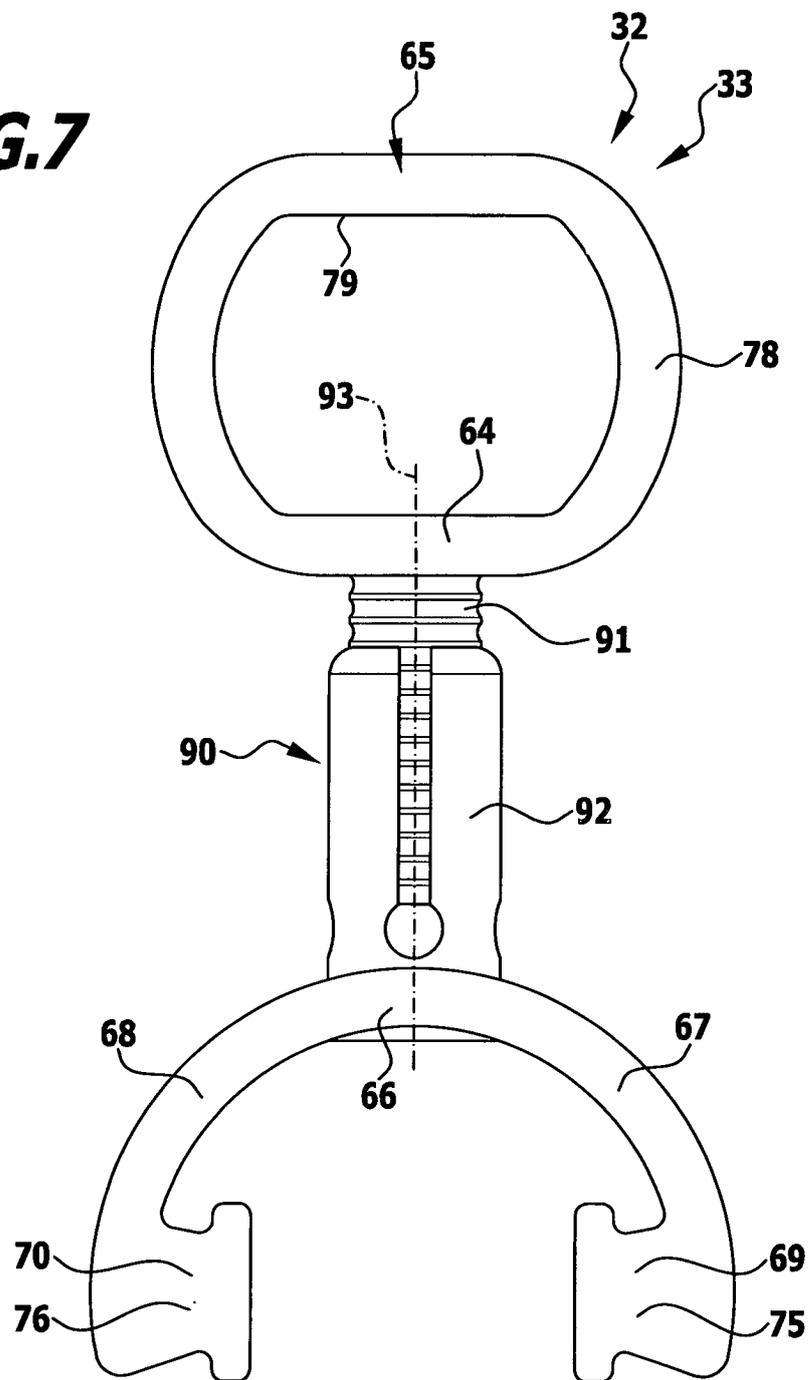


FIG.8

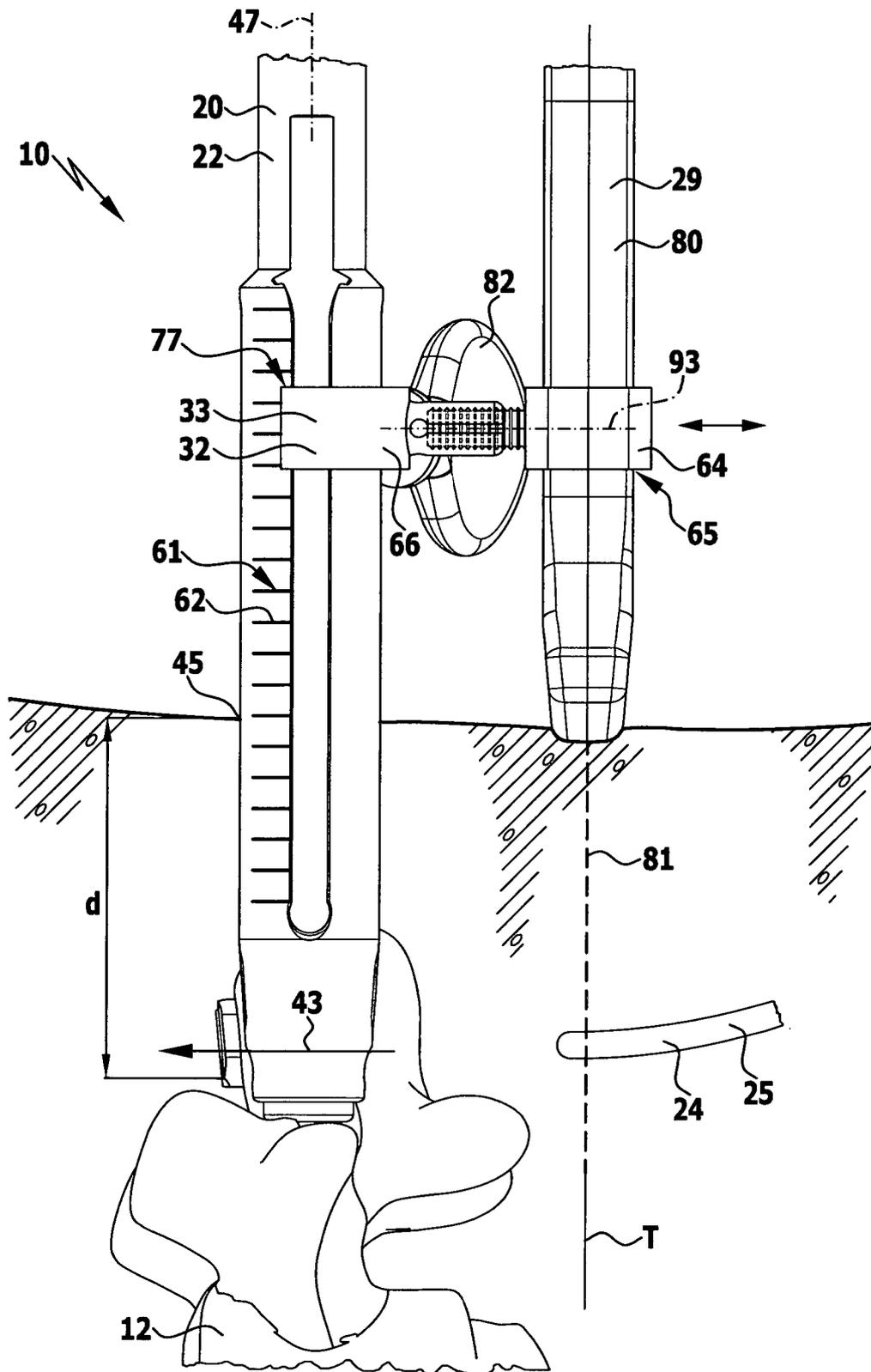


FIG.9

