

PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



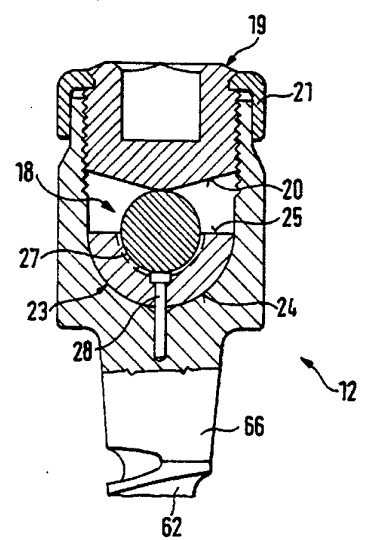
<p>(51) Internationale Patentklassifikation⁵ : A61B 17/60</p>	<p>A2</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 94/14384</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 7. Juli 1994 (07.07.94)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP93/03669</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 22. December 1993 (22.12.93)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 42 43 951.5 23. December 1992 (23.12.92) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): PLUS ENDOPROTHETIK AG [CH/CH]; Erlenstrasse 4 b, CH-6343 Rotkreuz (CH).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GRISS, Peter [DE/DE]; Rudolf-Klapp-Strasse 9, D-35039 Marburg (DE).</p> <p>(74) Anwälte: POPP, Eugen usw.; Meissner, Bolte & Partner, Postfach 86 06 24, D-81633 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>	

(54) Title: **SYSTEM FOR OSTEOSYNTHESIS ALONG THE SPINAL COLUMN, CONNECTING ELEMENT FOR SUCH A SYSTEM AND TOOL FOR ASSEMBLING AND/OR DISMANTLING THE SAME**

(54) Bezeichnung: **SYSTEM ZUR OSTEOSYNTHESE AN DER WIRBELSÄULE, VERBINDUNGSELEMENT FÜR EIN SOLCHES SYSTEM UND WERKZEUG ZU DESSEN MONTAGE UND/ODER DEMONTAGE**

(57) Abstract

The present invention concerns a system for osteosynthesis along the spinal column, in particular for stabilizing spinal column segments. The system comprises at least one connecting rod (14); at least two retaining elements (12) each of which can be anchored to a spinal column segment and has a tuning-fork shaped head (15) whose two limbs (16, 17) define an approximately U-shaped receiving area (18) for the connecting rod (14); a clamping screw (19) which can be screwed into the receiving space (18) to secure the connecting rod (14) between the two limbs (16, 17) of the tuning-fork shaped screw head (15), the floor (22) of the receiving area (18) being concave to correspond to a pivot bearing (23) which is situated between the floor (22) of the receiving area (18) and the connecting rod (14) and whose bearing surface (24) facing the floor (22) of the receiving area (18) has a matching convex form. The bearing surface (24) of the pivot bearing (23) which faces the floor (22) of the receiving area (18) is bowl-shaped, in particular hemispherical. The opposing side which faces the clamping screw (19) when the unit is assembled is provided in addition with a groove (26) to accommodate the connecting rod (14).



(57) Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zur Osteosynthese an der Wirbelsäule, insbesondere zur Stabilisierung von Wirbelsäulensegmenten, bestehend aus mindestens einem stabartigen Verbindungselement (14), mindestens zwei, jeweils an einem Wirbelsäulensegment verankerbaren Haltemitteln (12) mit einem stummgabelartigen Kopf (15), dessen beide Schenkel (16, 17) einen etwa U-förmigen Aufnahmebereich (18) für das Verbindungselement (14) begrenzen, einer Klemmschraube (19), die zur Festlegung des Verbindungselements (14) zwischen den beiden Schenkeln (16, 17) des stummgabelartigen Schraubenkopfes (15) in den Aufnahmebereich (18) hineinschraubbar ist, wobei der Boden (22) des Aufnahmebereichs (18) konkav ausgebildet ist in Zuordnung zu einem zwischen dem Boden (22) des Aufnahmebereichs (18) und dem Verbindungselement (14) angeordneten Schwenklagerelement (23), dessen dem Boden (22) des Aufnahmebereichs (18) zugewandte Lagerfläche (24) komplementär konvex ausgebildet ist. Die dem Boden (22) des Aufnahmebereichs (18) zugewandte Lagerfläche (24) des Schwenklagerelements (23) ist schalenförmig, insbesondere hemisphärisch ausgebildet. Die gegenüberliegende, im montierten Zustand der Klemmschraube (19) zugewandte Seite (25) weist zudem eine Nut (26) zur Aufnahme des stabartigen Verbindungselements (14) auf.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volkrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

System zur Osteosynthese an der Wirbelsäule,
Verbindungselement für ein solches System
und Werkzeug zu dessen Montage und/oder Demontage

Beschreibung

Die vorliegenden Erfindung betrifft ein System zur Osteosynthese an der Wirbelsäule, insbesondere zur Stabilisierung von Wirbelsäulensegmenten, gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 11, ein Verbindungselement für ein solches System gemäß
5 Anspruch 30 sowie ein Werkzeug zur Montage und/oder Demontage eines solches Systems gemäß Anspruch 31.

Aus der EP 0 441 729 A1 ist ein derartiges System zur Osteosynthese an der Wirbelsäule, insbesondere zur Stabilisierung
10 von Wirbelsäulensegmenten bekannt. Dieses System weist mindestens ein stabartiges Verbindungselement und mindestens zwei

jeweils an einem Wirbelsäulensegment verankerbare Haltemittel mit einem stimmgabelartigen Kopf, dessen beide Schenkel einen etwa U-förmigen Aufnahmeraum für das Verbindungselement begrenzen, auf. Weiterhin umfaßt dieses System eine Klemmschraube, die zur Festlegung des Verbindungselements zwischen den beiden Schenkeln des stimmgabelartigen Schraubenkopfes in den Aufnahmeraum hineinschraubbar ist. Dabei ist der Boden des Aufnahme-raums konkav ausgebildet, in Zuordnung zu einem zwischen dem Boden des Aufnahme-raums und dem Verbindungselement angeordneten Schwenklagerelement, dessen dem Boden des Aufnahme-raums zugewandte Lagerfläche komplementär konvex ausgebildet ist. Dieses System soll dem Nachteil herkömmlicher Systeme begegnen, der letztendlich aus deren spezieller Bauweise resultiert. So ist eine ausgesprochen exakte Montage des jeweiligen Haltemittels an dem entsprechenden Wirbelsäulensegment notwendig, um das Verbindungselement letztendlich an den wenigstens zwei Haltemitteln zu montieren und dauerhaft zu befestigen. In der Praxis hat sich dieses System gemäß der EP 0 441 729 A1 allerdings hinsichtlich seiner Handhabung insbesondere während des operativen Eingriffs als verhältnismäßig aufwendig erwiesen.

Weiterhin sind derartige Systeme zur Versteifung eines aus wenigstens zwei Wirbeln bestehenden Wirbelsäulenabschnittes im Stand der Technik bekannt. Diese Systeme umfassen jeweils mindestens zwei schrauben- und/oder hakenförmige Haltemittel, die jeweils an einem der Wirbel des Wirbelsäulenabschnittes befestigbar sind. Die Haltemittel sind zur Aufnahme und Festlegung des Verbindungselements vorgesehen, das die Haltemittel miteinander verbindet. Auf diese Weise soll eine Versteifung bzw. eine sog. Spondylodese einzelner Wirbelsäulenabschnitte bei Wirbelsäulenverkrümmung (Skoliose, Kyphose), bei Verletzung (Trauma), bei Neubildungen (Tumor) und vor allem bei Verschleiß bzw. degenerativer Wirbelsäulenerkrankung nach dem Prinzip einer möglichst rigiden, d. h.

mechanisch ausgesprochen stabilen Osteosynthese, erreicht werden.

Als Haltemittel sind bei diesen Systemen in der Regel Schrauben
5 bzw. sog. Pedikelschrauben oder auch spezielle Haken vorgesehen,
die durch ein mechanisch stabiles Verbindungselement in
Form eines biegesteifen Stabes, einer Gewindestange od. dgl.
miteinander verbindbar sind. Um eine ausreichend hohe Klemm-
10 wirkung zu erzielen, wird das Verbindungselement, das zumeist
kantig oder profiliert ausgestaltet ist, in beispielsweise
konisch geformte Fräsungen des Kopfes der Pedikelschrauben bzw.
Haken aufgenommen. Allerdings setzen diese Systeme voraus, daß
das Verbindungselement im Lager der Pedikelschrauben oder der
15 Haken ebenflächig zur Anlage gelangt, um eine optimale Klemm-
wirkung aufgrund einer wenigstens Drei-Punktauflage zu erhalten.
In der Praxis hat sich allerdings herausgestellt, daß bei
diesen Systemen zumeist lediglich eine Punktbelastung infolge
einer nur geringflächigen Auflage erfolgt. Eine solche Punkt-
20 belastung führt bei den alltäglichen Mikrobewegungen der
Wirbelsäule zu örtlich begrenzten, besonders hohen Beans-
pruchungen innerhalb des gesamten Implantates, die wiederum
zur Lockerung des Implantates insgesamt, zum Verschleiß mit
eventueller Reibkorrosion, zur Deformation oder sogar zum Bruch
führen können. Von weiterem Nachteil bei diesen Systemen ist
25 deren verhältnismäßig schlechte Handhabbarkeit während des
operativen Eingriffes, um eine exakte Formschlüssigkeit für
eine hohe Klemmwirkung zu erhalten. So ist oftmals eine
Korrektur während des operativen Eingriffes nur schwer möglich.
Die Folge hiervon ist gleichermaßen eine wenig gleichbleibende
30 Operationsqualität. Schließlich ist bei diesen Systemen noch
deren verhältnismäßig aufwendige Bauweise nachteilig, die
einerseits zu einer nur eingeschränkten Einsetzbarkeit für
verschiedene Indikationen und andererseits zu einem vielfach
hohen Platzbedarf, der eine nur geringe Deckung durch Muskel
35 und Haut gewährleistet, führt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein System zur Osteosynthese an der Wirbelsäule, insbesondere zur Stabilisierung von Wirbelsäulensegmenten bereitzustellen, die
5 sämtliche aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile beseitigt, insbesondere hohe mechanische Belastungen nach der Implantation verhindert, deren Handhabung - nicht zuletzt aufgrund eines speziell auf das erfindungsgemäß System abgestimmten Verbindungselements und/oder Werkzeuges - wesentlich
10 vereinfacht und eine gleichbleibend gute Operationsqualität sicherstellt.

Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 11 hinsichtlich eines Systems, durch die Merkmale
15 des Anspruchs 30 hinsichtlich eines Verbindungselements für solches System und durch die Merkmale des Anspruchs 31 hinsichtlich eines zu dem System gehörigen Werkzeuges gelöst.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung, daß nämlich die dem
20 Boden des Aufnahmeraums zugewandte Lagerfläche des Schwenklagerelements schalenförmig, insbesondere hemisphärisch, ausgebildet ist und daß die gegenüberliegende, im montierten Zustand der Klemmschraube zugewandte Seite eine Nut zur Aufnahme des stabartigen Verbindungselements aufweist, sind verschiedene Vorteile gleichzeitig erreicht. Zum einen wird durch
25 die schalenförmige, insbesondere hemisphärisch ausgebildete Lagerfläche ein Schwenklagerelement erhalten, das noch während des operativen Eingriffes eine beliebige Ausrichtung bzw. Anpassung an örtliche Gegebenheiten ermöglicht. So ist sichergestellt, daß das stabartige Verbindungselement positionsgenau
30 von dem Schwenklagerelement aufgenommen werden kann. Zum anderen wird durch die in dem Schwenklagerelement vorgesehene Nut zur Aufnahme des stabartigen Verbindungselements eine großflächige Aufnahme des Verbindungselements in dem jeweiligen
35 Haltemittel ermöglicht, die eine ausreichend hohe Klemmwirkung

ohne Erzeugung von Punktbeanspruchungen nach sich zieht. Die Folge hiervon ist eine höhere Festigkeit wie auch eine größere Lebensdauer des Implantates selbst, da das Verbindungselement keiner zusätzlichen Bruch-, Deformations- od.dgl. -gefahr unterworfen ist. Darüber hinaus ist die Handhabung bzw. Handhabbarkeit dieses Systems während des operativen Eingriffes wesentlich vereinfacht. So sind beim eigentlichen operativen Eingriff lediglich zwei Bauteile zu handhaben, nämlich einerseits das stabartige Verbindungselement und andererseits das Haltemittel mit dem Schwenklagererelement und der Klemmschraube. Dabei sind zusätzlich noch Korrekturen jederzeit und ohne Schwierigkeiten während der Montage sowie Selbstkorrekturen und Stabilisierungsverbesserungen nach erfolgter Montage möglich. Damit einhergehend wird gleichzeitig eine gleichbleibende, jederzeit reproduzierbare Operationsqualität erhalten. Weiterhin läßt sich das erfindungsgemäße System auch aufgrund seiner konstruktiv ausgesprochen unaufwendigen Bauweise für verschiedenste Indikationen, welche eine Versteifung eines aus wenigstens zwei Wirbelsäulensegmenten bestehenden Wirbelsäulenabschnittes erfordern, einsetzen. Zudem ist infolge der baulichen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems ein nur ausgesprochen geringer Platzbedarf notwendig und insofern eine hinreichende Deckung durch Muskel und Haut gewährleistet.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Gemäß Anspruch 2 liegt es im Rahmen der Erfindung, daß die im Schwenklagererelement ausgebildete Nut zur Aufnahme des stabartigen Verbindungselements entsprechend dessen Querschnitt einen etwa halbkreisförmigen Querschnitt aufweist. Infolge der weitgehend übereinstimmenden Querschnitte von stabartigem Verbindungselement und Nut des Schwenklagererelements ist eine großflächige Auflage des stabartigen Verbindungselements zur Erzielung einer hohen Klemmwirkung ohne Erzeugung von Punkt-

beanspruchungen erreicht. Nachdem schließlich ein gerades bzw. auch geringfügig gebogenes stabförmiges Verbindungselement in der Nut des Schwenklagerelements aufgrund des aufeinander abgestimmten Querschnitts beliebig verschiebbar ist, läßt sich
5 das Verbindungselement nach Anlage der Klemmschraube am Verbindungselement im Haltemittel noch beliebig in axialer Richtung verschieben und gleichzeitig um seine Längsachse rotieren. Folglich werden eine exakte Positionierung des gesamten System an den einzelnen Wirbelsäulensegmenten in dem
10 entsprechenden Wirbelsäulenabschnitt ermöglicht und zugleich eine hohe Beanspruchung vor allem des Verbindungselements und damit zusammenhängend eine nur sehr geringe Lebensdauer des Implantates insgesamt vermieden.

15 Zur weiteren Erhöhung der Klemmwirkung sind in die Oberfläche der Nut gemäß Anspruch 3 Querrippen, insbesondere ein Feingewinde, eingearbeitet.

Von besonderem Interesse für eine dauerhafte Halterung des
20 stabartigen Verbindungselements in dem Haltemittel sind weiterhin die Merkmale des Anspruchs 4. Demnach ist die innere, d.h. die dem Boden des Aufnahmeraums bzw. die auf das stabartige Verbindungselement einwirkende Seite der Klemmschraube konvex gewölbt oder kegelförmig ausgebildet, wobei im letztgenannten Fall die Kegelspitze vorzugsweise abgerundet ist. Auf
25 diese Weise ist eine punktförmige Beaufschlagung des stabartigen Verbindungselements erreicht, wodurch zugleich eine großflächige Anlage der Klemmschraube an dem Außenumfang des stabartigen Verbindungselements vermieden ist. Die Klemmschraube
30 dient vornehmlich der Festlegung des stabartigen Verbindungselements in dem Aufnahmeraum des Haltemittels, ohne das stabartige Verbindungselement gegenüber der Klemmschraube auszurichten. Aufgrund dessen ist es möglich, daß das stabartige Verbindungselement in dem Aufnahmeraum des Haltemittels ohne
35 weiteres auch in einer Richtung, die von der Senkrechten

gegenüber der Längsachse des Haltemittels und/oder der Klemmschraube abweicht, fixierbar ist.

5 Darüber hinaus sind die Merkmale des Anspruchs 5 für eine gute Verschwenkbarkeit des Schwenklagerelements und damit für eine großflächige Anlage des stabartigen Verbindungselements an dem Schwenklagerelement von Bedeutung. Demnach ist das Schwenklagerelement am Boden des Aufnahmeraums gehalten, und zwar
10 derart, daß es sowohl in einer Ebene parallel zur Durchgangsebene des Aufnahmeraums als auch senkrecht dazu verschwenkbar ist. Zusätzlich ist durch die Halterung des Schwenklagerelements am Boden des Aufnahmeraums des Haltemittels eine ausgesprochen kompakte und somit besonders einfach zu handhabende Konstruktion des Systems nach der Erfindung erreicht. Das
15 Schwenklagerelement ist handhabungstechnisch Teil des Haltemittels.

Um die erwähnte Verschwenkbarkeit und gleichzeitig dauerhafte Fixierung des in den Aufnahmeraum des Haltemittels eingebrachten Schwenklagerelements zu erhalten, sind die Merkmale
20 des Anspruchs 6 von Vorteil. Danach erfolgt die Fixierung des Schwenklagerelements am Boden des Aufnahmeraums durch einen über dessen dem Boden des Aufnahmeraums zugewandte Lagerfläche vorstehenden Stift, der mit geringer Pressung in einer im Boden
25 des Aufnahmeraums ausgebildeten Aufnahme gehalten ist, wobei die Aufnahme sich parallel zur Durchgangsebene des Aufnahmeraums erstreckt.

Alternativ erfolgt die Fixierung des Schwenklagerelements am
30 Boden des Aufnahmeraums entsprechend Anspruch 7 durch einen über diesen vorstehenden Stift, der mit geringer Pressung in einer an der dem Boden des Aufnahmeraums zugewandten Lagerfläche des Schwenklagerelements ausgebildeten, vorzugsweise durchgehend ausgebildeten Aufnahme gehalten ist, wobei sich

die Aufnahmenut parallel zur Aufnahmenut für das stabartige Verbindungselement erstreckt.

5 Weiter alternativ und bevorzugt erfolgt die Fixierung des Schwenklagerelements am Boden des Aufnahmeraums gemäß den Merkmalen des Anspruchs 8 durch einen Haltestift mit proximal angeordnetem Kopf, der mit seinem distalen Ende voran mit geringem Spiel durch einen sich parallel zur Aufnahmenut für das stabartige Verbindungselement erstreckenden Schlitz im
10 Schwenklagerelement hindurch in eine korrespondierende Aufnahmebohrung am Boden des Aufnahmeraums hineinpreßbar ist, bis sein Kopf innerhalb einer in der Aufnahmenut für das stabartige Verbindungselement parallel zum vorgenannten Schlitz ausgebildeten Kopfnut zur Anlage kommt.

15 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung liegt der Kopf des Haltestifts nach Anspruch 9 im montierten Zustand versenkt innerhalb der zugeordneten Kopfnut. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß beim Verschwenken des Schwenklagerelements
20 in einer Ebene parallel zur Ebene des im Schwenklagerelement ausgebildeten Schlitzes eine Kollision zwischen Kopf und stabartigem Verbindungselement ausgeschlossen ist.

Nach den Merkmalen des Anspruchs 10 ist der Haltestift mit
25 seinem distalen Ende in der Aufnahmebohrung am Boden des Aufnahmeraums mit Preßsitz oder starkem Schiebesitz gehalten. Auf diese Weise ist eine dauerhafte, zudem einfache und damit kostengünstige Befestigung des Haltestiftes und damit des Schwenklagerelements insgesamt am Boden des Aufnahmeraums des
30 Haltemittels gewährleistet.

Durch die alternative erfindungsgemäße Ausgestaltung, daß nämlich der Boden des Aufnahmeraums etwa kugelschalenförmig ausgebildet ist und daß das Schwenklagerelement durch eine
35 längs des Verbindungselements verschiebbare Kugelhülse mit

radialem Spalt bzw. Schlitz gebildet ist, sind neben den bereits erwähnten Vorteilen folgende weitere Vorteile erreicht. So läßt sich die Verschwenkbarkeit des stabartigen Verbindungselements infolge des kugelschalenförmig ausgebildeten Boden des Aufnahmeraums einerseits und durch das als Kugelhülse ausgestaltete Schwenklagerelement andererseits gegenüber dem jeweiligen Haltemittel noch weiter verbessern. Die Kugelhülse ist zusammen mit dem Verbindungselement nach Sicherung durch die Klemmschraube zum einen in der Mittellängsebene des Haltemittels um einen Winkel α von 15° bis 45° , vorzugsweise von 30° , und zum anderen in der quer zur Mittellängsebene des Haltemittels verlaufenden Ebene des Haltemittels um einen Winkel β von 1° bis 20° , vorzugsweise von 3° , gegenüber dem Haltemittel verschwenkbar. Eine derartige Ausbildung kann beispielsweise durch geeignete Auswahl des gegenseitigen Abstandes und/oder der Höhe der beiden Schenkel des etwa U-förmigen Aufnahmeraums für das Verbindungselement vorgenommen werden. Es besteht daher die Möglichkeit, das stabartige Verbindungselement ohne weiteres nach der Sicherung, aber noch vor der Festlegung in dem Haltemittel in sämtliche Ebenen verschwenken zu können, um selbst gebogene Verbindungselemente gegenüber den benachbarten Haltemitteln in gewünschter Weise zu positionieren.

Um bereits bei der Einführung der Kugelhülse zusammen mit dem Verbindungselement in den Aufnahmeraum des Haltemittels einen lockeren Paßsitz zu erhalten, ist die Kugelhülse gemäß Anspruch 12 weitgehend ohne Spiel in den Aufnahmeraum des Haltemittels einsetzbar.

Vorzugsweise besitzt der sphärische Boden des Aufnahmeraums, an dem die Kugelhülse zur Anlage bringbar ist, gemäß Anspruch 13 eine konische Grundform. Auf diese Weise wird die Kugelhülse, aber auch das schalenförmige, insbesondere halbkugelförmige Schwenklagerelement gemäß der oben beschriebenen ersten Alter-

native durch Anpreßen am Boden des Aufnahmeraums des Haltemittels infolge eines weiteren Einschraubens der Klemmschraube einer zusätzlichen Klemmkraft unterworfen. Die Haftung zwischen der Kugelhülse bzw. Schwenklagerelement und dem Boden des Aufnahmeraums des Haltemittels läßt sich auf diese Weise um ein Vielfaches erhöhen.

Um bei der zweiten Alternative die Klemmwirkung wie auch die großflächige Anlage der Kugelhülse an dem Boden des Aufnahmeraums des Haltemittels noch zusätzlich zu steigern, weist die Kugelhülse einen radialen etwa in Richtung der Rotationsachse der Kugelhülse verlaufenden Spalt bzw. Schlitz auf, der eine radiale Federung der Kugelhülse erlaubt. Diese radiale Federung läßt sich gemäß Anspruch 14 durch eine an der inneren Hülsenwandung, im wesentlichen diametral zu dem erwähnten Spalt bzw. Schlitz angeordnete und etwa in Richtung der Rotationsachse der Kugelhülse verlaufende Nut, Kerbe od.dgl. zusätzlich erhöhen.

Vorzugsweise ist die Kugelhülse nach den Merkmalen des Anspruchs 15 mit mehreren an der Außenoberfläche angeordneten und etwa in Richtung der Rotationsachse der Kugelhülse verlaufenden Kerben, Rillen etc. versehen, durch die die Kugelhülse mittels zum Beispiel eines Raspatoriums in ideale Klemmposition gebracht bzw. bewegt werden kann, in welcher der Spalt bzw. Schlitz seitlich angeordnet ist, d.h. quer zur Längsachse des Aufnahmeraums gerichtet ist.

Weiterhin liegt es gemäß Anspruch 17 im Rahmen der Erfindung, wenigstens ein Haltemittel als Pedikelschraube mit einem, insbesondere selbstschneidenden, Gewinde auszubilden, wodurch die Montage vereinfacht und zugleich eine hohe Kraftübertragung ermöglicht wird.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist die Pedikelschraube nach den Maßnahmen des Anspruches 18 im Bereich der

ersten Gewindegänge des Gewindes zur Spanabhebung des Knochenmaterials des Wirbelsäulensegments längsgeschlitzt. Auf diese Weise wird das Knochenlager beim Eindrehen des Haltemittels bzw. der Pedikelschraube in den Wirbel durch Spanabhebung
5 aufbereitet. Die entstehenden Knochenspähne verklemmen sich in den nachfolgenden Gewindegängen des Gewindes und verhindern somit zusätzlich eine selbsttätige Lösung des Haltemittels infolge einer erhöhten Schwergängigkeit.

10 Die Pedikelschraube ist zwischen dem Aufnahmeaum und dem Gewinde gemäß Anspruch 19 mit einem kegelstumpffartigen, sich zum Gewinde hin verjüngenden Abschnitt versehen, der paßgenau in eine entsprechend vorgefräste Ausnehmung im hochfesten Knochenmaterial (Corticalis) des Pedikels zur Anlage kommt. Die
15 flächige Anlage dieses Abschnittes in der hochfesten Corticalis gewährleistet eine gute Übertragung hoher, auf das Haltemittel einwirkender Scherkräfte.

Nach den Maßnahmen des Anspruches 20 lassen sich auf den
20 kegelstumpffartigen Abschnitt Distanzringe, Distanzhülsen etc. unterschiedlicher axialer Breite aufsetzen, so daß eine Implantation von benachbarten Haltemitteln auf jeweils gleichem Niveau möglich ist. Auf diese Weise wird die nachfolgende Einbringung des im wesentlichen stabförmigen Verbindungsele-
25 mentes erheblich erleichtert.

In alternativer Ausgestaltung des Haltemittels nach Anspruch 17 kann wenigstens ein Haltemittel auch entsprechend den Maßnahmen nach Anspruch 21 in ebenso vorteilhafter Weise als Haken zur
30 Verankerung des Haltemittels am Pedikel, unter dem Gelenkfortsatz und am Querfortsatz ausgebildet sein. Die Form des Hakens selbst entspricht dabei bisher bekannt gewordenen, bewährten Haken.

Bei dem Erfordernis einen Wirbelsäulenabschnitt besonders starr auszubilden, ist das Verbindungselement gemäß Anspruch 22 als biegesteifer Stab ausgebildet.

5 Zum Erhalt punktueller Bewegungsfreiheitsgrade kann innerhalb des durch ein Verbindungselement in Form eines biegesteifen Stabes ausgesteiften Wirbelsäulenabschnittes gemäß Anspruch 23
10 wenigstens ein Universalgelenk zwischen zwei Haltemitteln angeordnet werden. In näherer Ausgestaltung dieser Ausführungsform ist das Universalgelenk entsprechend Anspruch 24 zwischen zwei Teilen des Verbindungselements angeordnet. Dabei umfaßt das Universalgelenk ein etwa axial ausgerichtetes und topfförmiges Aufnahmeelement an einem Teil des Verbindungs-
15 elementes und eine endseitig an dem anderen Teil des Verbindungselements angebrachte, von dem topfförmigen Aufnahmeelement aufnehmbare und scheibenförmig abgerundete, kugelförmige od. dgl. flanschartige Verdickung. Insbesondere ist die Verdickung nach Anspruch 25 mit dem anderen Teil des Verbindungselementes über einen Gewinding, Sprengring oder
20 dergleichen in dem topfförmigen Aufnahmeelement des einen Teils des Verbindungselements gehalten.

Weiterhin ist das Universalgelenk entsprechend Anspruch 26 vorteilhafterweise derart ausgebildet, daß die beiden Teile des
25 Verbindungselements relativ zueinander in Axialrichtung unter elastischer Vorspannung bewegbar sind. Somit erlaubt das Universalgelenk nicht nur eine dreidimensionale Rotationsbewegung, sondern zusätzlich noch eine weitere Translationsbewegung.

30 Vorzugsweise ist nach Anspruch 27 im Aufnahmeelement des Universalgelenks eine (Druck-)Schraubenfeder angeordnet, die sich zwischen der Verdickung und dem am Aufnahmeelement befestigten Gewinding od.dgl. abstützt.

35

In alternativer Ausgestaltung des Verbindungselements als biegesteifer Stab kann das Verbindungselement ebensogut entsprechend Anspruch 28 in Form eines verbiegbaren Drahts, flexiblen Kabels od. dgl. ausgestaltet sein. Auf diese Weise kann abhängig von der aufgetragenen Längsspannung des Drahtes, Kabels oder dergleichen zwischen zwei Haltemitteln eine individuell eingestellte, elastische, d. h. dynamische, Verbindung erhalten werden. Die Verwendung eines solchen Verbindungselements bietet sich beispielsweise bei der Behandlung chronischer Schmerzzustände im Lendenwirbelsäulenbereich oder auch für die Knochenneubildung im Spondylodesebezirk an.

Darüber hinaus liegt es nach Anspruch 29 im Rahmen der Erfindung, das Schwenklagerelement und/oder die Haltemittel und/oder die Klemmschraube und/oder das Verbindungselement aus Titan, einer hochfesten Titanlegierung od. dgl. körperverträglichem Material auszubilden. Hierdurch lassen sich Verschleiß, Korrosion und Bruch minimieren und eine ausgesprochen elastische, d. h. dynamische, Montage wegen des niedrigen E-Moduls dieser Legierungen ermöglichen.

Im Rahmen der Erfindung liegt weiterhin ein Verbindungselement nach Anspruch 30, welches sich auch für herkömmliche Systeme zur Osteosynthese eignet. Dementsprechend ist das Verbindungselement als verbiegbarer Draht, flexibles Kabel od. dgl. ausgebildet und besteht aus Titan, einer Titanlegierung od. dgl. körperverträglichem Material. Mit einem solchen Verbindungselement ist eine individuell eingestellte, elastische, d. h. dynamische, Verbindung zwischen zwei Haltemitteln aufgrund einer aufzubringenden Längsspannung des Drahtes, Kabels oder dergleichen, die in Abhängigkeit von ganz speziellen Gegebenheiten dosierbar ist, möglich. Beispielsweise lassen sich aufgrund der Biegsamkeit des Drahtes oder Kabels chronische Schmerzzustände im Lendenwirbelsäulenbereich gut behandeln. Ebenso bietet sich die Verwendung eines als biegsamer Draht,

Kabel oder dergleichen ausgebildeten Verbindungselements für die Knochenneubildung im Spondylodesebezirk an. Ungeachtet dessen bleibt eine gewisse Flexibilität infolge des biegsamen Drahts oder Kabels erhalten, wodurch eine zumindest gering-
5 fügige Relativbewegung zweier benachbarter Wirbelsäulensegmente zu deren gegenseitigen Ausrichtung sichergestellt ist. Auf diese Weise lassen sich Verschleiß, Korrosion und Bruch vermeiden sowie eine ausgesprochen hohe Elastizität infolge des niedrigen E-Moduls von Titan oder Titan-Legierungen erreichen.

10

Im Rahmen der Erfindung liegt weiterhin nach Anspruch 31 ein Werkzeug zur Montage und/oder Demontage eines Systems zur Osteosynthese an der Wirbelsäule, vorzugsweise zur Stabilisierung von Wirbelsäulensegmenten der Wirbelsäule, und zwar
15 auch unabhängig von den vorhergehenden Ansprüchen. Das erfindungsgemäße Werkzeug umfaßt ein Fräsinstrument zum Ausfräsen einer Ausnehmung in dem Knochenmaterial des Wirbelsäulensegments, ein erstes Schraubinstrument zum Einbringen des Haltemittels in das Knochenmaterial des Wirbelsäulensegments
20 und ein zweites Schraubinstrument zum Festziehen der Klemmschraube nach Montage des Schwenklagerelements mit dem Verbindungselement in dem Haltemittel. Mit einem solchen Werkzeug läßt sich die Montage und/oder Demontage eines Haltemittels in Form einer Pedikelschraube ausgesprochen
25 schnell, einfach und sicher erreichen.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist das Fräsinstrument nach Anspruch 32 einen Fräser mit zwei axial aufeinanderfolgenden Schneidflächen zum Erzeugen einer innen
30 gelegenen kegelstumpffartigen, sich in das Knochenmaterial des Wirbelsäulensegments hinein verjüngenden Ausnehmung und einer äußeren zylindrischen Ausnehmung auf, wobei die beiden Ausnehmungen der Form eines entsprechenden Abschnittes des Haltemittels entsprechend, der im Knochenmaterial des Wirbels
35 plaziert wird.

Weiterhin umfaßt das Fräsinstrument entsprechend den Merkmalen der Ansprüche 33 und 34 einen dem Fräser vorlaufenden Zentrierdorn, der ebenfalls eine Schneidfläche zum Vorbohren aufweist.

Das erste Schraubinstrument ist nach Anspruch 35 vorzugsweise derart ausgebildet, daß das Haltemittel an einem Ende starr lösbar befestigt ist, wobei die Mittellängsachse von Haltemittel und Schaft des ersten Schraubinstrumentes zusammenfallen. Auf diese Weise kann das Haltemittel während des operativen Eingriffes in die bereits vorgefräste Ausnehmung im Knochen genau positioniert werden. Auch lassen sich insoweit noch geringfügige Richtungskorrekturen auf einfache Weise vornehmen.

Besonders vorteilhaft läßt sich dies konstruktiv in der Weise bewerkstelligen, daß das erste Schraubinstrument nach Anspruch 36 einen Querriegel aufweist, der in den U-förmigen Aufnahme-raum des Haltemittels, insbesondere einer Pedikelschraube zum Einschrauben derselben einpaßbar ist.

Zur sicheren Fixierung des Haltemittels an dem ersten Schraubinstrument ist dieses nach Anspruch 37 mit einer längs des Schaftes verschiebbaren Gewindehülse versehen, wobei die Gewindehülse ein Außengewinde aufweist, das mit dem Innengewinde im Aufnahme-raum des Haltemittels zusammenwirkt. Bevorzugt weist die Gewindehülse nach Anspruch 38 am Außenumfang noch einen Rändelabschnitt auf, um die Griffsicherheit zu erhöhen.

Um zu vermeiden, daß die Klemmschraube bei der Montage an dem Haltemittel verlustig geht, sind die Maßnahmen gemäß Anspruch 40 vorgesehen.

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einiger bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung sowie anhand der Zeichnungen. Hierbei zeigen:

- 5
- Fig. 1 eine Seitenansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten Systems;
- 10 Fig. 2 einen teilweisen Mittellängsschnitt durch eine Ausführung eines erfindungsgemäß ausgebildeten Haltemittels mit Schwenklagerelement und Verbindungselement in montiertem Zustand und in vergrößertem Maßstab;
- 15 Fig. 3 einen teilweisen Mittellängsschnitt durch die Ausführung des Haltemittels gemäß Fig. 2 ohne Schwenklagerelement und Verbindungselement in unmontiertem Zustand und in vergrößertem Maßstab;
- 20 Fig. 4 eine Vorder- bzw. Rückansicht auf das Schwenklagerelement nach Fig. 2 in vergrößertem Maßstab;
- Fig. 5 eine Draufsicht auf das Schwenklagerelement nach Fig. 2 in vergrößertem Maßstab;
- 25 Fig. 6 einen Mittellängsschnitt durch das Schwenklagerelement nach Fig. 2 in vergrößertem Maßstab längs Linie VI-VI in Fig. 5;
- 30 Fig. 7A eine Seitenansicht und eine Draufsicht auf einen und 7B Haltestift für das Schwenklagerelement nach Fig. 2 in vergrößertem Maßstab;
- 35 Fig. 8 einen teilweisen Mittellängsschnitt durch eine alternative Ausführung eines erfindungsgemäß ausge-

bildeten Haltemittels mit Schwenklagerelement und Verbindungselement in montiertem Zustand und in vergrößertem Maßstab;

- 5 Fig. 9 eine Draufsicht auf das Schwenklagerelement nach Fig. 8;
- Fig. 10A Seitenansichten von erfindungsgemäß vorgesehenen
bis 10D Distanzringen und Distanzhülsen mit unterschiedlicher
10 axialer Breite;
- Fig. 11 eine Explosionsdarstellung eines Verbindungselements mit einem Universalgelenk;
- 15 Fig. 12 eine Seitenansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten Fräsinstrumentes;
- Fig. 13 eine Seitenansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten ersten Schraubinstrumentes; und
20
- Fig. 14 eine Seitenansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten zweiten Schraubinstrumentes.
25

In Fig. 1 ist eine Ausführungsform eines Systems 10 zur Osteosynthese an der Wirbelsäule, insbesondere zur Stabilisierung von wenigstens zwei Wirbelsäulensegmenten (nicht gezeigt), dargestellt. Das System 10 umfaßt zwei Haltemittel 12, die
30 jeweils an einem Wirbelsäulensegment der Wirbelsäule verankert sind.

Das Haltemittel 12 ist hier als Pedikelschraube ausgebildet. Diese wird in bekannter Weise in den Pedikel, d.h. in den
35 Wirbelbogen zwischen Dornfortsatz, Querfortsatz und dem

entsprechenden oberen Gelenkfortsatz eingeschraubt. In alternativer Ausgestaltung kann das Haltemittel 12 jedoch ebenso gut hakenförmig ausgebildet sein (nicht gezeigt). In diesem Fall wird das Haltemittel 12 am Pedikel, unter dem Gelenkfortsatz und Querfortsatz in an sich bekannter Weise verankert bzw. eingehängt.

Die beiden Haltemittel 12 entsprechend Fig. 1 sind zur Aufnahme und Festlegung eines die beiden Haltemittel 12 miteinander verbindenden, stabartigen Verbindungselements 14 vorgesehen. Je nach Erfordernis, d. h. an die jeweilige Indikation angepaßt, ist das Verbindungselement 14 entweder aus einem biegesteifen bzw. weitgehend biegesteifen Stab oder aus einem verbiegbaren Draht, flexiblen Kabel od.dgl. biegeelastischem Element hergestellt. Als Material für ein solches stabartiges Verbindungselement 14 bietet sich Titan, eine Titanlegierung od.dgl. körperverträgliches Material an.

Entsprechend den Fig. 2 und 8 ist das Haltemittel 12 mit einem stimmgabelartigen Kopf 15 versehen, dessen beide Schenkel 16, 17 einen etwa U-förmigen Aufnahmeraum 18 für das Verbindungselement 14 begrenzen. Eine Klemmschraube 19 zur Festlegung des Verbindungselements 14 zwischen den beiden Schenkeln 16, 17 des stimmgabelartigen Schraubenkopfes 15 ist an dem Haltemittel 12 über eine Gewindeverbindung anbringbar, d.h. in den Aufnahmeraum 18 hineinschraubbar.

Die Klemmschraube 19 weist, wie in den Fig. 2 und 3 deutlich gezeigt, weiterhin einen etwa topfähnlichen Außenrand 21 auf, der die stirnseitigen Enden der beiden Schenkel 16, 17 des stimmgabelartigen Schraubenkopfes 15 übergreift und diese im montierten Zustand zusammenhält.

Der Boden 22 des Aufnahmeraums 18 ist entsprechend den Fig. 2 und 8 etwa konkav ausgebildet, und zwar in Zuordnung zu einem

Schwenklagerelement 23, welches zwischen dem Boden 22 des
Aufnahmeraums 18 und dem Verbindungselement 14 angeordnet ist.
Die Lagerfläche 24 des Schwenklagerelements 23, die dem Boden
22 des Aufnahmeraums 18 zugewandt ist, ist komplementär konvex
5 ausgestaltet.

Die Fig. 2 bis 6 zeigen eine erste Ausführungsform des
Schwenklagerelements 23. Bei dieser Ausführungsform ist die
Lagerfläche 24, die dem Boden 22 des Aufnahmeraums 18 zugewandt
10 ist, schalenförmig, insbesondere hemisphärisch ausgebildet.
Zudem weist die gegenüberliegende Seite 25 des Schwenklager-
elements 23, die im montierten Zustand der Klemmschraube 19
zugewandt ist, eine Nut 26 zur Aufnahme des stabartigen
Verbindungselements 14 auf.

15 Die Nut 26 zur Aufnahme des stabartigen Verbindungselements 14,
die im Schwenklagerelement 23 ausgebildet ist, weist einen etwa
halbkreisförmigen Querschnitt entsprechend dem Querschnitt des
Verbindungselements 14 auf. Weiterhin sind in die Oberfläche
20 der Nut 26 Querrippen 27, insbesondere ein Feingewinde, einge-
arbeitet. Die Querrippen 27 wirken einer axialen Verschiebung
des Verbindungselements 14 nach dessen Montage in dem etwa U-
förmigen Aufnahmeraum 18 des Haltemittels 12 längs der
Durchgangsebene des Aufnahmeraums 18 zusätzlich entgegen.

25 Die innere Seite 20 der Klemmschraube 19, die auf das stabar-
tige Verbindungselement 14 einwirkt, ist konvex gewölbt oder
kegelförmig ausgebildet. Vorzugsweise beträgt der Winkel φ der
Kegelfläche (vgl. Fig. 3) etwa 5° bis 35° , insbesondere ca.
30 20° . Im Falle einer kegelförmigen Ausbildung der inneren Seite
20 der Klemmschraube 19 ist dabei deren Kegelspitze vorzugs-
weise abgerundet.

Das Schwenklagerelement 23 ist am Boden 22 des Aufnahmeraums 18
35 derart gehalten, daß es sowohl in einer Ebene parallel zur

Durchgangsebene des Aufnahmeraums 18 als auch senkrecht dazu verschwenkbar ist. Zu diesem Zweck weist das Schwenklagererelement 23 eine halbschalenförmige, insbesondere hemisphärische Lagerfläche 24 auf entsprechend der sphärischen Ausbildung des Bodens 22 des Aufnahmeraums 18.

Die Fixierung des Schwenklagererelements 23 am Boden 22 des Aufnahmeraums 18 erfolgt durch einen wie in den Fig. 7A und 7B gezeigten Haltestift 28 mit einem proximal angeordneten Kopf 29 und einem distalen Ende 30. Der Haltestift 28 erstreckt sich mit seinem distalen Ende 30 mit geringem Spiel durch einen Schlitz 31 im Schwenklagererelement 23, welcher parallel zur Aufnahmenut 26 für das stabartige Verbindungselement 14 verläuft, hindurch und ist in eine korrespondierende Aufnahmebohrung 32 am Boden 22 des Aufnahmeraums 18 hineinpreßbar. Der Kopf 29 des Haltestifts 28 kommt dabei innerhalb einer Kopfnut 33 zur Anlage, die in der Aufnahmenut 26 für das stabartige Verbindungselement 14 parallel zum vorgenannten Schlitz 31 ausgebildet ist. Der Kopf 29 des Haltestifts 28 liegt somit im montierten Zustand versenkt innerhalb der zugeordneten Kopfnut 33, so daß beim Verschwenken des Schwenklagererelements 23 in einer Ebene parallel zur Ebene des im Schwenklagererelement 23 ausgebildeten Schlitzes 31 keine Kollision zwischen dem Kopf 29 und dem stabartigen Verbindungselement 14 auftritt.

Der Haltestift 28 ist mit seinem distalen Ende 30 in der Aufnahmebohrung 32 am Boden 22 des Aufnahmeraums 18 mit Preßsitz, starkem Schiebesitz oder dergleichen gehalten.

In alternativer nicht im einzelnen dargestellter Ausgestaltung kann die Fixierung des Schwenklagererelements 23 am Boden 22 des Aufnahmeraums 18 auch durch einen über dessen dem Boden 22 des Aufnahmeraums 18 zugewandte Lagerfläche 24 vorstehenden Stift erfolgen, der mit geringer Pressung in einer im Boden 22 des Aufnahmeraums 18 ausgebildeten Aufnahmenut (nicht dargestellt)

gehalten ist, wobei sich die Aufnahmen parallel zur Durchgangsebene des Aufnahmeraums 18 erstreckt. Ebenso ist es in einer weiteren alternativen Ausgestaltung denkbar, daß die Fixierung des Schwenklagerelements 23 am Boden 22 des Aufnahmeraums 18 durch einen über diesen vorstehenden Stift erfolgt, der mit geringer Pressung in einer an der dem Boden 22 des Aufnahmeraums 18 zugewandten Lagerfläche 24 des Schwenklagerelements 23 ausgebildeten, insbesondere durchgehend ausgebildeten Aufnahmen gehalten ist, wobei sich die Aufnahmen parallel zur Aufnahmenut 26 für das stabartige Verbindungselement 14 erstreckt.

Die Fig. 8 und 9 zeigen eine zweite Ausführungsform des Schwenklagerelements 23. Bei dieser Ausführungsform ist der Boden 22 des Aufnahmeraums 18 etwa kugelschalenförmig ausgebildet. Das Schwenklagerelement 23 selbst ist durch eine längs des Verbindungselements 14 verschiebbaren Kugelhülse 34 gebildet, die einen radialen Spalt bzw. Schlitz 35 umfaßt, welcher etwa parallel zur Rotationsachse 36 der Kugelhülse 34 verläuft und für eine radiale Federung vorgesehen ist.

Da erste und zweite Ausführungsform des Systems 10 nach der Fig. 2 bzw. gemäß der Fig. 8 im übrigen weitgehend übereinstimmen, sind gleiche Bauteile mit identischen Bezugsziffern versehen.

Wie aus Fig. 8 deutlich hervorgeht, ist das Verbindungselement 14 jeweils über die Kugelhülse 34 von dem Haltemittel 12 aufnehmbar und in dem Haltemittel 12 festlegbar. Die jedem Haltemittel 12 zugeordnete Kugelhülse 34 ist infolge des etwa kreisförmigen Querschnitts des Verbindungselements 14 einfach, schnell und ohne Kraftaufwand längs desselben verschiebbar.

Die Kugelhülse 34 ist zusammen mit dem Verbindungselement 14 im Kopf 15 des Haltemittels 12 einbringbar und mittels der Klemm-

5 schraube 19 sicher- sowie festlegbar. Der U-förmige, von zwei Schenkeln 16, 17 gebildete Aufnahme- raum 18 zur Aufnahme der Kugelhülse 34 und des Verbindungselements 14 fällt im wesentlichen mit der Durchgangsebene des Verbindungselements 14 bzw. der Mittellängsebene des Haltemittels 12, welche sich in Fig. 2 senkrecht zur Blattebene erstreckt, zusammen. Die Kugelhülse 34 ist weitgehend ohne Spiel in das bzw. die Haltemittel 12 eingesetzt.

10 Entsprechend Fig. 1 ist das Haltemittel 12 derart ausgebildet, daß das Schwenklagerelement 23, d.h. die Kugelhülse 34, zusammen mit dem Verbindungselement 14 nach Sicherung in dem Haltemittel 12 durch die Klemmschraube 19 verschwenkt werden kann. Der Verschwenkungsgrad von Schwenklagerelement 34 und Verbindungselement 14 im Aufnahme- raum des Haltemittels 12 richtet sich nach dem gegenseitigen Abstand und der Höhe der beiden Schenkel 16, 17 des stimmgabelartigen Kopfes 15. Dementsprechend lassen sich das Schwenklagerelement 23 und das Verbindungselement 14 in der Mittellängsebene des Haltemittels 12 um einen Winkel α von 15° bis 45°, vorzugsweise von 30°, und in der quer bzw. senkrecht zur Mittellängsebene des Haltemittels 12, d. h. senkrecht zur Blattebene, verlaufenden Ebene des Haltemittels 12 um einen Winkel β von 1° bis 20°, vorzugsweise von etwa 3°, gegenüber dem Haltemittel 12 verschwenken.

25 Gemäß Fig. 8 ist die Kugelhülse 34 mit der Lagerfläche 24 am Boden 22 des Aufnahme- raums 18 des Haltemittels 12 zur Anlage bringbar. Der Boden 22 ist im wesentlichen kugelförmig ausgebildet und an die Form der Kugelhülse 34 angepaßt. Insoweit steht die Kugelhülse 34 großflächig mit dem Boden 22 des Aufnahme- raums 18 des Haltemittels 12 in Kontakt. Insbesondere weist der Boden 22, an dem die Kugelhülse 34 zur Anlage bringbar ist, entsprechend Fig. 8 eine sich konisch nach innen verjüngende Grundform auf. Hierdurch wird eine zusätzliche radiale Klemmwirkung auf die Kugelhülse beim Anpressen an den

30
35

Boden 22 durch die Klemmschraube 19 erhalten, die letztlich auf das stabartige Verbindungselement 14 übertragen wird und dessen Halt sichert.

5 Die in Fig. 8 gezeigte Kugelhülse 34 weist - wie bereits erwähnt - einen radialen, etwa in Richtung der Rotationsachse 36 der Kugelhülse 34 verlaufenden Spalt oder Schlitz 35 auf, der eine radiale Federung erlaubt. Im wesentlichen diametral zu dem Spalt bzw. Schlitz 35 ist noch eine an der inneren Hülse-
10 wandung 37 der Kugelhülse 34 ausgebildete Nut 38 vorgesehen, die in Richtung der Rotationsachse 36 der Kugelhülse 34 verläuft. Auf diese Weise wird die Federwirkung der Kugelhülse 34 bei der Festlegung im Aufnahme-
raum 18 des Haltemittels 12 durch die Klemmschraube 19 erhöht. Damit einhergehend wird auch
15 die Klemmwirkung zwischen der Kugelhülse 34 und dem Verbindungselement 14 gesteigert. Ein selbsttätiges Lösen bzw. eine axiale Verschiebung des Verbindungselementes 14 nach der Montage des Implantates ist somit sicher ausgeschlossen.

20 Gemäß Fig. 9 ist die Kugelhülse 34 mit mehreren Kerben 39 versehen, die an der Außenoberfläche 40 ausgebildet sind und sich etwa parallel zur Rotationsachse 36 der Kugelhülse 34 erstrecken. Mittels der Kerben 39 läßt sich die Kugelhülse 34 nach Einsetzen in dem Aufnahme-
raum 18 des Haltemittels 12 unter
25 Zuhilfenahme eines Raspatoriums, Spatels od.dgl. Instruments um ihre Rotationsachse 36 verdrehen. Auf diese Weise kann der Spalt bzw. Schlitz 35 - wie in Fig. 8 dargestellt - einfach in eine seitliche Position verbracht werden, in welcher eine größtmögliche Federung und damit auch Klemmung erzielt werden
30 kann.

Nach Fig. 8 wird die Kugelhülse 34 von der inneren Stirnfläche 41 der Klemmschraube 19 beaufschlagt. Diese Fläche 41 ist entweder flach bzw. eben, kugelschalenförmig, insbesondere auch
35 kreisringförmig ausgebildet. Bei letztgenannter Ausbildung ist

die Fläche 41 vorzugsweise an die Form der Kugelhülse 34 angepaßt.

Die Klemmschraube 19 ist in dem Aufnahme-
5 raum 18 des Haltemittels 12 einschraubbar. Zu diesem Zweck weist die Klemmschraube 19 einen Vorsprung 42 mit einem Außengewinde 43 auf. Das Außengewinde 43 wirkt mit einem Innengewinde 44 an den Innenseiten der beiden Schenkel 16, 17 des Aufnahme-
10 raums 18 zusammen. Die innere Stirnfläche 41 der Klemmschraube 19 zur Beaufschlagung der Kugelhülse 34 ist bei dieser Ausführungsform am inneren stirnseitigen Ende 46 des Vorsprungs 42 vorgesehen.

Um die Klemmschraube 19 zuverlässig ein- und ausschrauben zu
15 können, ist sie hier mit einem Innensechskant 48 für ein Schraubinstrument 50 entsprechend Fig. 14 versehen.

Das in Fig. 14 dargestellte Schraubinstrument 50, das zum
Festziehen der Klemmschraube 19 am Kopf 15 des Haltemittels 12
20 dient, weist einen Schaft 52 und eine an einem Ende desselben befestigten Handhabe 54 (Griff) auf. Am anderen Ende des Schaftes 52 ist ein Außensechskant 56 entsprechend dem Innensechskant 48 der Klemmschraube 19 vorgesehen. Zusätzlich ist an einer Fläche des Außensechskantes 56 eine etwa senkrecht zu der
25 Wirkfläche gegen die Wirkung einer Feder versenkbare Kugel 58 vorgesehen, die mit einer komplementären Vertiefung in den Wirkflächen des Innensechskantes 48 korrespondiert.

Entsprechend Fig. 1, 2 und 8 ist das Haltemittel 12 als Pedikelschraube mit einem Abschnitt 60 mit selbstschneidendem
30 Gewinde 62 ausgebildet. Das Gewinde 62 ist im Bereich 64 der ersten Gewindegänge zur Spanabhebung des Knochenmaterials des Wirbels längsgeschlitzt.

Zwischen dem Kopf 15 der Pedikelschraube und dem Gewinde 62 ist
35 ein Abschnitt 66 ausgebildet, der sich in Richtung zur Schrau-

benspitze hin kegelstumpfförmig verjüngt. Der Abschnitt 66 dient einer paßgenauen Anlage in einer entsprechend vorgefrästen Ausnehmung im Knochenmaterial des Wirbels, um auf diese Weise auftretende, zumeist sehr hohe Scherkräfte abzufangen.

5 Zusätzlich können auf den kegelstumpfförmigen Abschnitt 66 in Fig. 10 A bis 10 D beispielhaft dargestellte Distanzringe 68 unterschiedlicher axialer Breite aufgesetzt werden.

Wie in Fig. 11 gezeigt, ist das als biegesteifer Stab ausgebildete Verbindungselement 14 zusätzlich mit einem Universalgelenk 70 versehen, das zwischen zwei Haltemitteln 12 (in Fig. 5 nicht dargestellt) angeordnet ist. Das Universalgelenk 70 verbindet zwei Teile 14', 14'' des Verbindungselements 14.

10

Das Universalgelenk 70 umfaßt entsprechend Fig. 11 ein etwa axial ausgerichtetes topfförmiges Aufnahmeelement 72, das mit dem einen Teil 14' des Verbindungselements 14 starr verbunden ist. Des weiteren umfaßt das Universalgelenk 70 eine Verdickung 74, die endseitig an dem anderen Teil 14'' des Verbindungselements 14 angebracht ist. Diese wird von dem topfförmigen Aufnahmeelement 72 aufgenommen. Im vorliegenden Fall ist die Verdickung 74 scheibenförmig abgerundet bzw. flanschartig ausgebildet. Die Verdickung 74 ist mit dem anderen Teil 14'' des Verbindungselements 14 über einen Gewindingring 76 in dem topfförmigen Aufnahmeelement 72 des einen Teils 14' des Verbindungselements 14 gehalten.

15

20

25

Das Universalgelenk 70 ist darüber hinaus derart ausgebildet, daß die beiden Teile 14', 14'' des Verbindungselementes 14 nicht nur eine seitliche Drehbewegung bzw. Abknickbewegung relativ zueinander, sondern auch eine Translationsbewegung in Axialrichtung vollziehen können. Vorzugsweise erfolgt eine solche Translationsbewegung in Axialrichtung unter Einwirkung von Federkräften. Demnach ist in dem Aufnahmeelement 72 des Universalgelenks 70 eine (Druck-)Schraubenfeder 78 angeordnet,

30

35

die sich zwischen der Verdickung 74 des anderen Teils 14'' des Verbindungselements 14 und dem an dem Aufnahmeelement 72 des einen Teils 14' des Verbindungselements 14 befestigten Gewindering 76 unter Zwischenschaltung einer Beilagscheibe 70
5 abstützt. Durch die Wahl der Länge des topfförmigen Aufnahmeelementes 72 sowie Dimensionierung der Schraubenfeder 78 läßt sich die Translationsbewegung der beiden Teile 14', 14'' des Verbindungselements 14, jeweils an die spezielle Anwendung angepaßt, beliebig variieren.

10

Zur Montage und/oder Demontage des Systems 10 zur Osteosynthese an der Wirbelsäule, insbesondere zur Stabilisierung von Wirbelsäulensegmenten, ist noch ein weiteres Werkzeug vorgesehen, nämlich ein Fräsinstrument 82 zum Ausfräsen einer Ausnehmung in
15 dem Knochenmaterial des Wirbelsäulensegments. Das Fräsinstrument 82 umfaßt gemäß Fig. 12 einen Fräskopf 84 mit insgesamt zwei Schneidflächen 86, 88. Die eine Schneidfläche 88 ist zum Erzeugen einer kegelstumpfförmigen, sich in das Knochenmaterial des Wirbels hinein verjüngenden Ausnehmung entsprechend der
20 Form des Abschnittes 66 des Haltemittels 12 vorgesehen. Die andere Schneidfläche 86 dient demgegenüber dem Erzeugen einer zylindrischen Ausnehmung entsprechend der Form des Kopfes 15 des Haltemittels 12 in dem Knochenmaterial des Wirbelsäulensegments. Der Fräskopf 84 ist am distalen Ende eines Schaftes
25 90 befestigt. Am proximalen Ende des Fräskopfes 84 ist ein Profil angearbeitet, das zum Drehantrieb des Fräskopfes 84 in ein entsprechendes maschinengetriebenes Futter eingesteckt werden kann. Das Fräsinstrument 82 umfaßt des weiteren einen dem Fräskopf 84 vorlaufenden Zentrierdorn 94, der eine
30 Schneidfläche 96 zum Vorbohren aufweist.

Schließlich ist noch ein weiteres Schraubinstrument 98 entsprechend Fig. 13 vorgesehen. Dieses dient zum Einschrauben des Haltemittels 12 in das Knochenmaterial des Wirbelsäulensegments. Es besteht wiederum aus einem Schaft 100, an dessen
35

distalem Ende das Haltemittel 12 lösbar befestigbar ist (nicht
gezeigt), wobei dann die Mittellängsachsen von Haltemittel 12
und Schaft 100 zusammenfallen. Gemäß Fig. 13 weist das Schraub-
instrument 98 am distalen Ende noch einen Querriegel 102 auf,
5 dessen Querschnitt dem des Verbindungselements 14 entspricht.
Der Querriegel 102 kann so in der Aufnahmenut 26 des Schwenk-
lagerelements 23 gemäß Fig. 4 plaziert werden, um dann das
entsprechende Drehmoment auf die beiden Schenkel des
Pedikelschraubenkopfes 15 aufzubringen. In dieser Position
10 wird der Querriegel durch eine Gewindehülse 104 gehalten. Diese
ist längs des Schaftes 100 verschiebbar gehalten und mit einem
Außengewinde 106 versehen, das mit dem Innengewinde 44 im Kopf
15 bzw. Aufnahmeraum 18 des Haltemittels 12 (Pedikelschraube)
zusammenwirkt. Die Gewindehülse weist auch noch einen Rändel-
15 abschnitt zum erleichterten Ein- und Ausschrauben auf. Die
knebelartige Handhabe 108 am proximalen Ende des Schaftes 100
ist mit der Bezugsziffer 108 gekennzeichnet.

Sämtliche in den Anmeldungsunterlagen offenbarten Merkmale
20 werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln
oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Patentansprüche

1. System zur Osteosynthese an der Wirbelsäule, insbesondere zur Stabilisierung von Wirbelsäulensegmenten, bestehend aus
- mindestens einem stabartigen Verbindungselement (14),
 - mindestens zwei, jeweils an einem Wirbelsäulensegment verankerbaren Haltemitteln (12) mit einem stimmgabelartigen Kopf (15), dessen beide Schenkel (16, 17) einen etwa U-förmigen Aufnahmeraum (18) für das Verbindungselement (14) begrenzen,
 - einer Klemmschraube (19), die zur Festlegung des Verbindungselements (14) zwischen den beiden Schenkeln (16, 17) des stimmgabelartigen Schraubenkopfes (15) in den Aufnahmeraum (18) hineinschraubbar ist, wobei
 - der Boden (22) des Aufnahmeraums (18) konkav ausgebildet ist in Zuordnung zu einem zwischen dem Boden (22) des Aufnahmeraums (18) und dem Verbindungselement (14) angeordneten Schwenklagerelement (23), dessen dem Boden (22) des Aufnahmeraums (18) zugewandte Lagerfläche (24) komplementär konvex ausgebildet ist,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- daß die dem Boden (22) des Aufnahmeraums (18) zugewandte Lagerfläche (24) des Schwenklagerelements (23) schalenförmig,

insbesondere hemisphärisch ausgebildet ist, und daß die gegenüberliegende, im montierten Zustand der Klemmschraube (19) zugewandte Seite (25) eine Nut (26) zur Aufnahme des stabartigen Verbindungselements (14) aufweist.

5

2. System nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

daß die im Schwenklagerelement (23) ausgebildete Nut (26) zur Aufnahme des stabartigen Verbindungselements (14) entsprechend dessen Querschnitt einen etwa halbkreisförmigen Querschnitt aufweist.

10

3. System nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,

daß in die Oberfläche der Nut (26) Querrippen (27), insbesondere ein Feingewinde, eingearbeitet sind.

15

4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,

daß die innere, d.h. die dem Boden (22) des Aufnahmeraums (18) bzw. die auf das stabartige Verbindungselement (14) einwirkende Seite (20) der Klemmschraube (19) konvex gewölbt oder kegelförmig ausgebildet ist, wobei im letztgenannten Fall die Kegelspitze vorzugsweise abgerundet ist.

20

25

5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,

daß das Schwenklagerelement (23) am Boden (22) des Aufnahmeraums (18) gehalten ist derart, daß es sowohl in einer Ebene parallel zur Durchgangsebene des Aufnahmeraums (18) als auch senkrecht dazu verschwenkbar ist.

30

6. System nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Fixierung des Schwenklagerelements (23) am Boden (22) des Aufnahmeraums (18) durch einen über dessen dem Boden (22) des Aufnahmeraums (18) zugewandte Lagerfläche (24) vorstehenden Stift erfolgt, der mit geringer Pressung in einer im

35

Boden (22) des Aufnahmeraums (18) ausgebildeten Aufnahmenut gehalten ist, wobei die Aufnahmenut sich parallel zur Durchgangsebene des Aufnahmeraums (18) erstreckt.

5 7. System nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Fixierung des Schwenklagerelements (23) am Boden (22)
des Aufnahmeraums (18) durch einen über diesen vorstehenden
10 Stift erfolgt, der mit geringer Pressung in einer an der dem
Boden (22) des Aufnahmeraums (18) zugewandten Lagerfläche
(24) des Schwenklagerelements (23) ausgebildeten, insbeson-
dere durchgehend ausgebildeten Aufnahmenut gehalten ist,
wobei sich die Aufnahmenut parallel zur Aufnahmenut (26) für
das stabartige Verbindungselement (14) erstreckt.

15

8. System nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Fixierung des Schwenklagerelements (23) am Boden (22)
des Aufnahmeraums (18) durch einen Haltestift (28) mit pro-
20 ximal angeordnetem Kopf (29) erfolgt, der mit seinem distalen
Ende (30) mit geringem Spiel durch einen sich parallel zur
Aufnahmenut (26) für das stabartige Verbindungselement (14)
erstreckenden Schlitz (31) im Schwenklagerelement (23) hin-
durch in eine korrespondierende Aufnahmebohrung (32) am Boden
25 (22) des Aufnahmeraums (18) hineinpreßbar ist, bis sein Kopf
(29) innerhalb einer in der Aufnahmenut (26) für das
stabartige Verbindungselement (14) parallel zum vorgenannten
Schlitz (31) ausgebildeten Kopfnut (33) zur Anlage kommt.

30 9. System nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Kopf (29) des Haltestifts (28) im montierten Zustand
versenkt innerhalb der zugeordneten Kopfnut (33) liegt, so
daß beim Verschwenken des Schwenklagerelements (23) in einer
35 Ebene parallel zur Ebene des im Schwenklagerelement (23)
ausgebildeten Schlitzes (31) keine Kollision zwischen Kopf
(29) und stabartigem Verbindungselement (14) auftritt.

10. System nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Haltestift (28) mit seinem distalen Ende (30) in der
5 Aufnahmebohrung (32) am Boden (22) des Aufnahmeraums (18) mit
Preßsitz oder starkem Schiebesitz gehalten ist.

11. System zur Osteosynthese an der Wirbelsäule, insbeson-
dere zur Stabilisierung von Wirbelsäulensegmenten, bestehend
10 aus

- mindestens einem stabartigen Verbindungselement (14),
- mindestens zwei, jeweils an einem Wirbelsäulensegment
verankerbaren Haltemitteln (12) mit einem stimmgabel-
15 artigen Kopf (15), dessen beide Schenkel (16, 17) einen
etwa U-förmigen Aufnahmeraum (18) für das Verbindungs-
element (14) begrenzen,
- einer Klemmschraube (19), die zur Festlegung des Verbin-
dungselements (14) zwischen den beiden Schenkeln (16, 17)
des stimmgabelartigen Schraubenkopfes (15) in den Auf-
20 nahmeraum (18) hineinschraubbar ist, wobei
- der Boden (22) des Aufnahmeraums (18) etwa konkav ausge-
bildet ist in Zuordnung zu einem zwischen dem Boden (22)
des Aufnahmeraums (18) und dem Verbindungselement (14)
angeordneten Schwenklagerelement (23), dessen dem Boden
25 (22) des Aufnahmeraums (18) zugewandte Lagerfläche (24)
etwa komplementär konvex ausgebildet ist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Boden (22) des Aufnahmeraums (18) etwa schalenförmig,
insbesondere etwa hemisphärisch ausgebildet ist und daß das
30 Schwenklagerelement (23) von einer längs des Verbindungsele-
ments (14) verschiebbaren Kugelhülse (34) mit einem radialen,
etwa parallel zur Rotationsachse (36) der Kugelhülse (34)
verlaufenden Schlitz (35) gebildet ist.

35 12. System nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Kugelhülse (34) weitgehend spielfrei in den Aufna-
hmeraum (18) des Haltemittels (12) einsetzbar ist.

13. System nach Anspruch 11 und/oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß der sphärisch ausgebildete Boden (22), an dem die
5 Kugelhülse (34) zur Anlage bringbar ist, eine konische
Grundform besitzt.
14. System nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
10 daß die Kugelhülse (34) an ihrer inneren Hülsenwandung (37)
eine im wesentlichen diametral zu dem Schlitz (35) angeord-
nete und etwa in Richtung der Rotationsachse (36) der Kugel-
hülse (34) verlaufende Nut (38), Kerbe oder dergleichen
aufweist.
- 15
15. System nach einem der Ansprüche 11 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Kugelhülse (34) mit mehreren an ihrer äußeren Ober-
fläche (40) angeordneten und etwa in Richtung der Rotations-
20 achse (36) der Kugelhülse (34) verlaufende Kerben (39),
Rillen oder dergleichen versehen ist.
16. System nach einem der Ansprüche 11 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß in die innere Hülsenwandung (37) der Kugelhülse (34)
Querrippen, insbesondere ein Feingewinde, eingearbeitet sind
bzw. ist.
17. System nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 16,
30 dadurch gekennzeichnet,
daß wenigstens ein Haltemittel (12) als Pedikelschraube mit
einem, insbesondere selbstschneidenden, Gewinde (62) ausge-
bildet ist.

18. System nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Pedikelschraube im Bereich (64) der ersten Gewinde-
gänge des Gewindes (62) zur Spanabhebung des Knochenmaterials
5 des Wirbelsäulensegments längsgeschlitzt ist.
19. System nach Anspruch 17 und/oder 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Pedikelschraube zwischen dem Kopf (15) und dem
10 Gewinde (62) einen sich in Richtung zum Gewinde (62) hin
kegelstumpffartig verjüngenden Abschnitt (66) zur paßgenauen
Anlage in einer entsprechend vorgefrästen Ausnehmung im
Knochen des Wirbelsäulensegments aufweist.
- 15 20. System nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß auf den kegelstumpffartigen Abschnitt (66) der Pedikel-
schraube Distanzringe (68) unterschiedlicher axialer Breite
aufsetzbar sind.
- 20 21. System nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß wenigstens ein Haltemittel (12) als Haken zur Verankerung
am Pedikel, unter dem Gelenkfortsatz und am Querfortsatz
25 ausgebildet ist.
22. System nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 21,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Verbindungselement (14) als biegesteifer Stab oder
30 dergleichen ausgebildet ist.
23. System, insbesondere nach Anspruch 22,
dadurch gekennzeichnet,
daß das als biegesteifer Stab ausgebildete Verbindungselement
35 (14) wenigstens ein zwischen zwei Haltemitteln (12) angeord-
netes Universalgelenk (70) umfaßt.

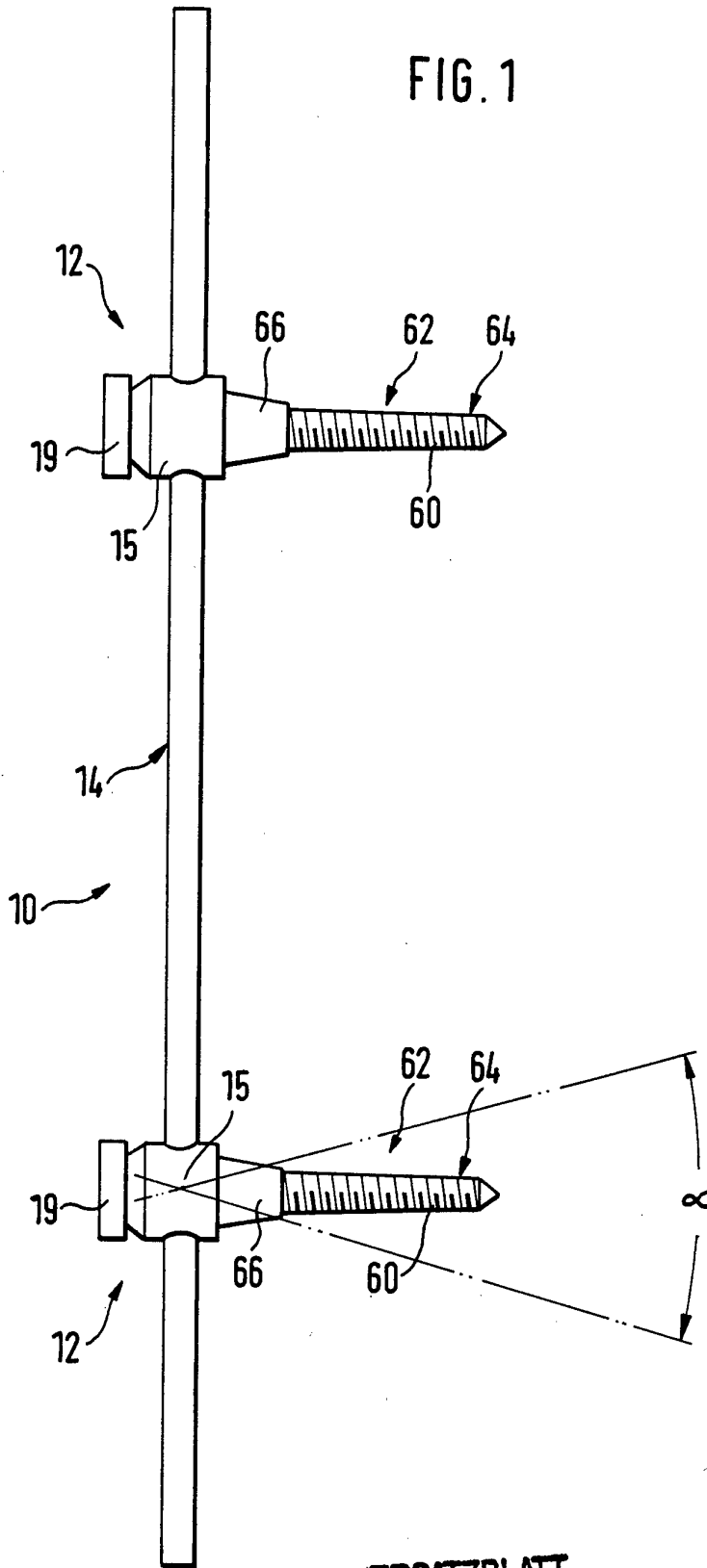
24. System nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Universalgelenk (70) zwischen zwei Teilen (14', 14")
des Verbindungselements (14) angeordnet ist und ein sich
5 axial erstreckendes topfförmiges Aufnahmeelement an dem einen
Teil (14') des Verbindungselements (14) und eine endseitig an
dem anderen Teil (14") des Verbindungselements (14)
angebrachte, von dem topfförmigen Aufnahmeelement (72)
aufnehmbare und scheibenförmig abgerundete, kugelförmige oder
10 dergleichen flanschartige Verdickung (74) umfaßt.
25. System nach Anspruch 24,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Verdickung (74) mit dem anderen Teil (14") des Ver-
15 bindungselements (14) durch einen Gewinding (76), Spreng-
ring oder dergleichen in dem topfförmigen Aufnahmeelement
(72) des einen Teils (14') des Verbindungselements (14)
gehalten ist.
26. System nach Anspruch 24 und/oder 25,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Universalgelenk (70) derart ausgebildet ist, daß die
beiden Teile (14', 14") des Verbindungselements (14) relativ
zueinander in Axialrichtung, insbesondere unter elastischer
25 Vorspannung, bewegbar sind.
27. System nach Anspruch 26,
dadurch gekennzeichnet,
daß in dem topfförmigen Aufnahmeelement (72) des Universal-
30 gelenks (70) eine (Druck-)Schraubenfeder (78) oder derglei-
chen angeordnet ist, die sich zwischen der Verdickung (74)
und dem an dem Aufnahmeelement (72) befestigten Gewinding
(76), Sprengring oder dergleichen abstützt.
28. System nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 21,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Verbindungselement (14) als verbiegbarer Draht oder
in Form eines flexiblen Kabels ausgebildet ist.

29. System nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß das Schwenklagerelement (23) und/oder das Haltemittel (12) und/oder die Klemmschraube (19) und/oder das Verbindungselement (14) aus Titan, einer Titanlegierung oder dergleichen nicht-rostendem Material besteht/bestehen.
30. Verbindungselement für ein System (10) zur Osteosynthese an der Wirbelsäule, vorzugsweise zur Stabilisierung von Wirbelsäulensegmenten der Wirbelsäule, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 29, in Form eines verbiegbaren Drahtes oder eines flexiblen Kabels, jeweils bestehend aus Titan, einer Titanlegierung oder dergleichen körperverträglichem Implantat-Material.
31. Werkzeug zur Montage und/oder Demontage eines Systems (10) zur Osteosynthese an der Wirbelsäule, vorzugsweise zur Stabilisierung von Wirbelsäulensegmenten der Wirbelsäule, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 20 und 22 bis 30, umfassend ein Fräsinstrument (82) zum Ausfräsen einer Ausnehmung in dem Knochenmaterial des Wirbelsäulensegments, ein erstes Schraubinstrument (98) zum Einbringen des Haltemittels (12) in das Knochenmaterial des Wirbelsäulensegments und ein zweites Schraubinstrument (50) zum Festziehen der Klemmschraube (19) nach Platzierung des Verbindungselements (14) im Aufnahmeraum (18) des Haltemittels (12).
32. Werkzeug nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß das Fräsinstrument (82) einen Fräser (84) mit zwei axial aufeinanderfolgenden Schneidflächen (86, 88) zum Erzeugen einer innenliegenden kegelstumpfförmigen, sich in das Knochenmaterial des Wirbelsäulensegments hinein verjüngenden Ausnehmung und einer äußeren zylindrischen Ausnehmung entsprechend der Form eines Abschnittes (66) des Haltemittels (12), der im Knochenmaterial des Wirbelsäulensegments platzierbar ist.

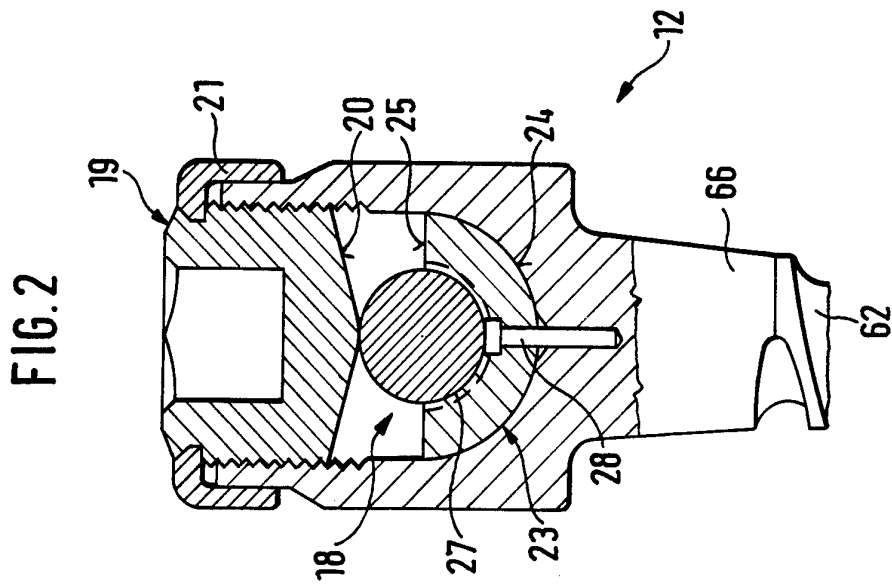
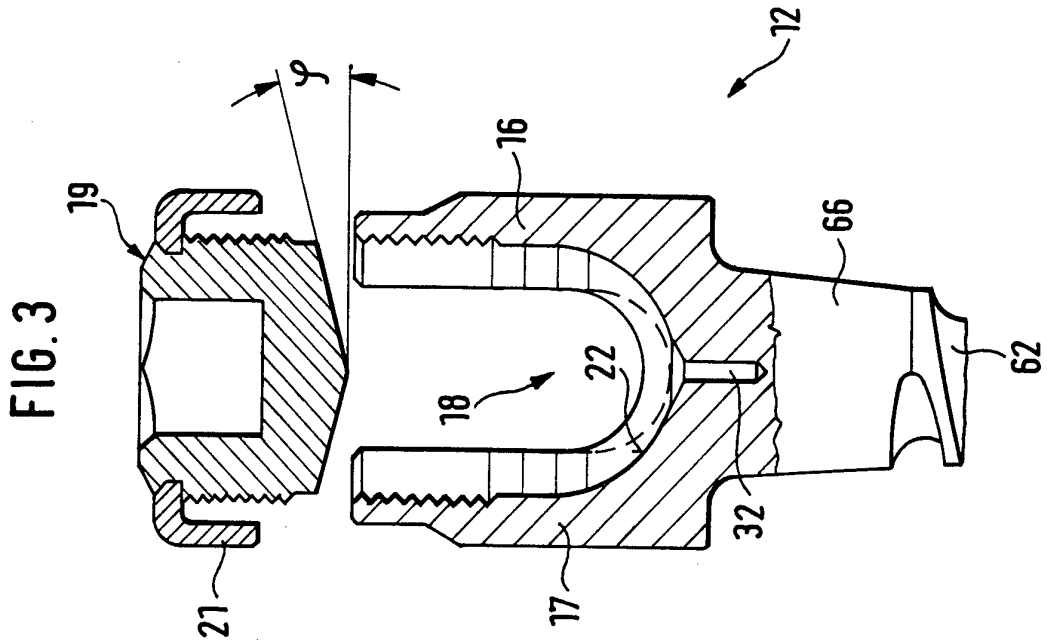
33. Werkzeug nach Anspruch 32,
dadurch gekennzeichnet,
das das Fräsinstrument (82) einen dem Fräser (84) vorlaufenden Zentrierdorn (94) umfaßt.
34. Werkzeug nach Anspruch 33,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Zentrierdorn (94) eine Schneidfläche (96) zum Vorbohren aufweist.
35. Werkzeug nach wenigstens einem der Ansprüche 31 bis 34,
dadurch gekennzeichnet,
daß das erste Schraubinstrument (98) derart ausgebildet ist,
daß das Haltemittel (12) an einem Ende starr lösbar befestigbar ist, wobei die Mittellängsachse von Haltemittel (12) und dem Schaft (100) des ersten Schraubinstrumentes (98) zusammenfallen.
36. Werkzeug nach Anspruch 35,
dadurch gekennzeichnet,
daß am Eingriffsende des ersten Schraubinstrumentes (98) ein Querriegel (102) mit einem Querschnitt entsprechend dem Querschnitt des Verbindungselements (14) angeordnet, insbesondere angeformt ist zur Drehmomentübertragenden Einpassung in den U-förmigen Aufnahmeraum (18) des Haltemittels (12).
37. Werkzeug nach Anspruch 35 und/oder 36,
dadurch gekennzeichnet,
daß das erste Schraubinstrument (98) eine längs des Schaftes (100) verschiebbare Gewindehülse (104) mit einem Außengewinde (106), das mit dem Innengewinde (44) im Aufnahmeraum (18) des Haltemittels (12) zusammenwirkt, aufweist.

38. Werkzeug nach Anspruch 37,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Gewindehülse (104) am Außenumfang einen gerändelten
Abschnitt aufweist.
39. Werkzeug nach wenigstens einem der Ansprüche 31 bis 38,
dadurch gekennzeichnet,
daß das zweite Schraubinstrument (50) zum Festziehen der
Klemmschraube (19) einen Außensechskant (56), Innensechskant
oder dergleichen entsprechend einem Innensechskant (48),
Außensechskant der Klemmschraube (19) aufweist.
40. Werkzeug nach Anspruch 39,
dadurch gekennzeichnet,
daß das zweite Schraubinstrument (50) an einer Eingriffs-
fläche des Außensechskantes (56), Innensechskantes oder
dergleichen eine versenkt angeordnete, federbeaufschlagte
Kugel (58), Stift od.dgl. Rastelement umfaßt, die bzw. das
mit einer komplementären Vertiefung in den Eingriffsflächen
des Innensechskantes (48), Außensechskantes oder dergleichen
der Klemmschraube (19) korrespondiert.

FIG. 1



ERSATZBLATT



ERSATZBLATT

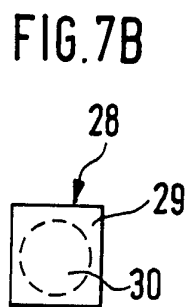
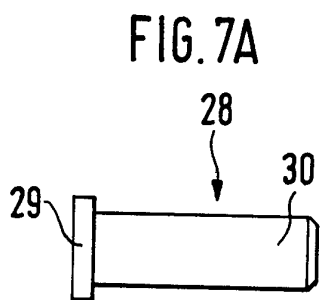
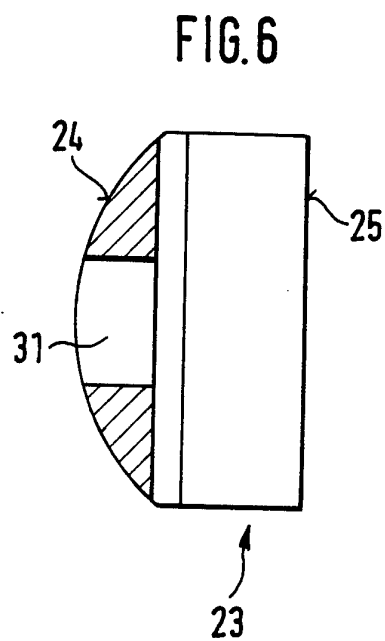
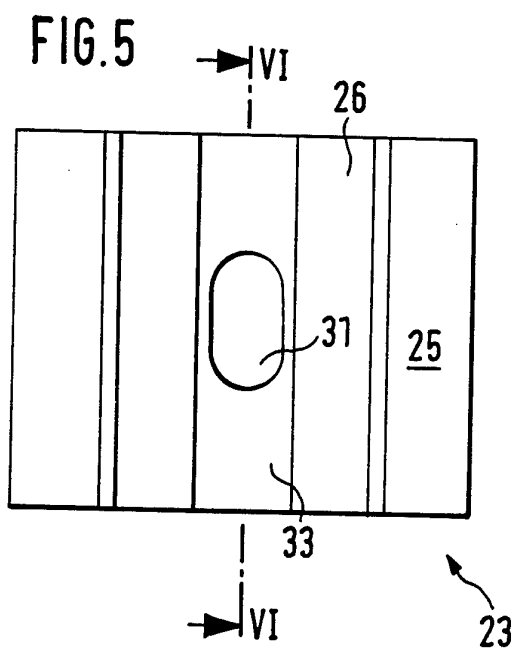
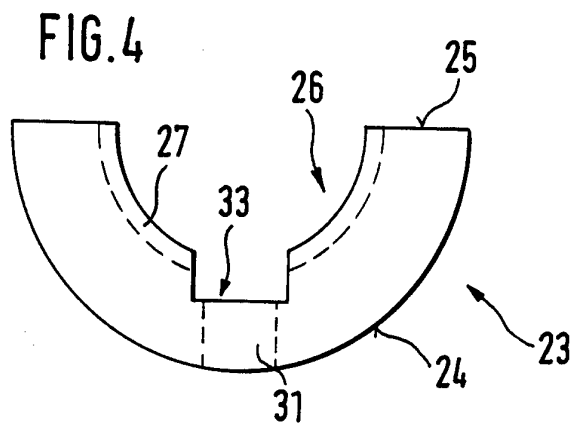


FIG. 8

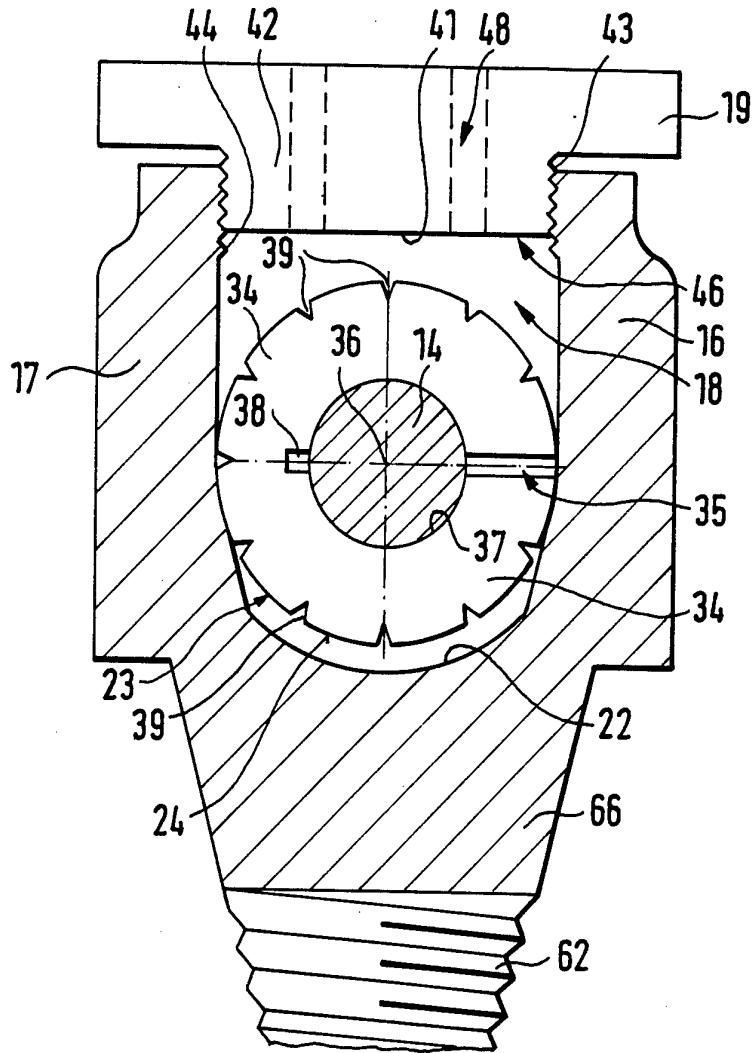


FIG. 9

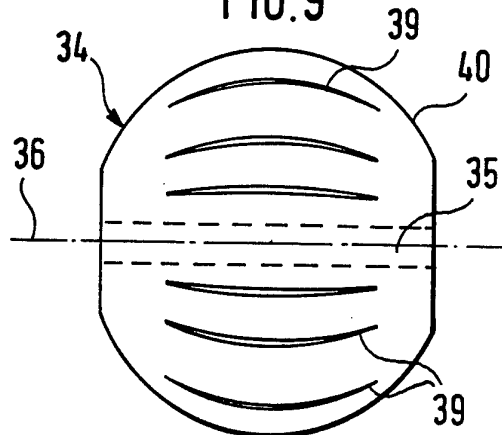


FIG.10A

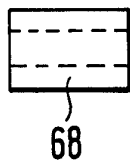


FIG.10B



FIG.10C

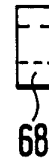


FIG.10D



FIG.11

