



(10) **DE 10 2014 116 776 A1** 2016.05.19

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 116 776.7**

(22) Anmeldetag: **17.11.2014**

(43) Offenlegungstag: **19.05.2016**

(51) Int Cl.: **A61B 17/58 (2006.01)**

A61B 17/68 (2006.01)

(71) Anmelder:

Aesculap AG, 78532 Tuttlingen, DE

(74) Vertreter:

**Hoeger, Stellrecht & Partner Patentanwälte mbB,
70182 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Gradl, Georg, Dr., 18211 Börgerende, DE; Bail,
Hermann-Josef, Dr., 90471 Nürnberg, DE;
Saueressig, Thomas, 78532 Tuttlingen, DE; Brax,
Michel, Dr., Haguenau Cedex, FR**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2012 106 336 A1

DE 602 15 744 T2

US 2002 / 0 198 527 A1

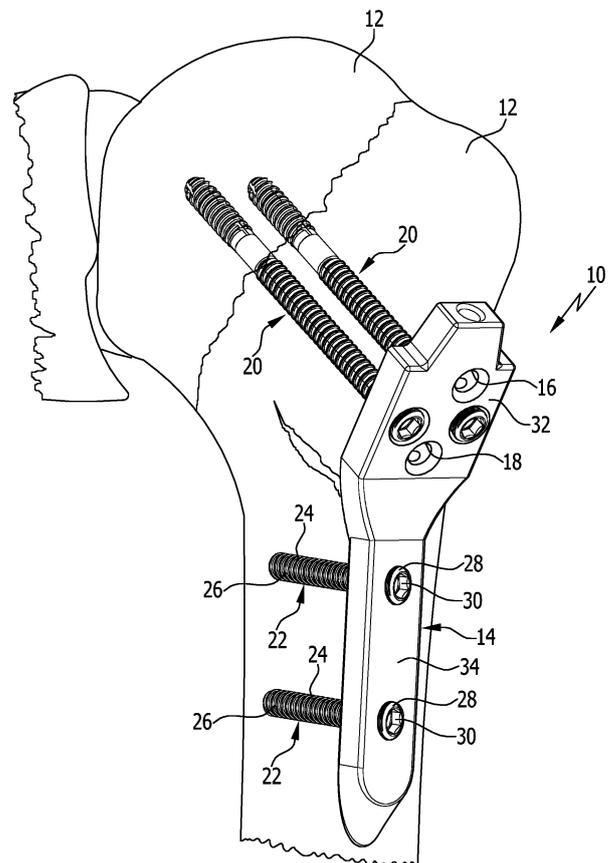
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Knochenschraube und Knochenfixierungssystem**

(57) Zusammenfassung: Um eine Knochenschraube mit einem distalen Schraubenteil und einem proximalen Schraubenteil, welcher distale Schraubenteil ein distales Knochengewinde umfasst und welcher proximale Schraubenteil ein proximales Knochengewinde umfasst, wobei der distale Schraubenteil und der proximale Schraubenteil relativ zueinander in einer Richtung parallel zu einer von der Knochenschraube definierten Längsachse verschiebbar sind, so zu verbessern, dass die Gefahr einer Schraubenpenetration verringert wird, wird vorgeschlagen, dass sie eine Bremsrichtung umfasst zum Erzeugen einer Bremskraft infolge einer Bewegung des proximalen Schraubenteils und des distalen Schraubenteils aufeinander zu.

Ferner wird ein verbessertes Knochenfixierungssystem vorgeschlagen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Knochenschraube mit einem distalen Schraubenteil und einem proximalen Schraubenteil, welcher distale Schraubenteil ein distales Knochengewinde umfasst und welcher proximale Schraubenteil ein proximales Knochengewinde umfasst, wobei der distale Schraubenteil und der proximale Schraubenteil relativ zueinander in einer Richtung parallel zu einer von der Knochenschraube definierten Längsachse verschiebbar sind.

[0002] Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Knochenfixierungssystem zum Verbinden von mindestens zwei voneinander, insbesondere infolge einer Fraktur, getrennten Knochenteilen, umfassend mindestens eine mindestens eine Durchbrechung aufweisende Knochenplatte und mindestens eine durch die Durchbrechung mindestens teilweise durchführbare Knochenschraube.

[0003] Knochenschrauben und Knochenfixierungssysteme der eingangs beschriebenen Art sind beispielsweise aus der DE 10 2012 106 336 A1 bekannt. Sie werden zur Behandlung von Knochenfrakturen eingesetzt, beispielsweise von proximalen Humerusfrakturen, insbesondere im Bereich des Schultergelenks. Dabei können jedoch unerwünschte Schraubenpenetrationen insbesondere des Humeruskopfes auftreten. Dies kann intraoperativ passieren, beispielsweise wenn eine erforderliche Schraubenlänge vom Operateur falsch beurteilt und eine Knochenschraube entsprechend falscher Länge, also zu lang, gewählt wird, sowie postoperativ durch Abkippen beziehungsweise Absinken des Kalottenfragments über Schraubenspitzen der Knochenschrauben.

[0004] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Knochenschraube und ein Knochenfixierungssystem der eingangs beschriebenen Art so zu verbessern, dass insbesondere die Gefahr einer Schraubenpenetration verringert wird.

[0005] Diese Aufgabe wird bei einer Knochenschraube der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass sie eine Bremsrichtung umfasst zum Erzeugen einer Bremskraft infolge einer Bewegung des proximalen Schraubenteils und des distalen Schraubenteils aufeinander zu.

[0006] Eine derart weitergebildete Knochenschraube ermöglicht es insbesondere, dass sich die Knochenfragmente, die einerseits mit dem distalen Schraubenteil und andererseits mit dem proximalen Schraubenteil verbunden sind, aufeinander zu bewegen können. Durch die Bremsrichtung wird jedoch verhindert, dass eine solche Bewegung abrupt erfolgt. Die Bremsrichtung bremst insbesondere eine Bewegung des proximalen Schraubenteils

und des distalen Schraubenteils aufeinander zu. Die Grundeigenschaft der Knochenschraube, nämlich die relative Beweglichkeit des distalen Schraubenteils und des proximalen Schraubenteils, bleibt also grundsätzlich erhalten, wird jedoch gebremst, so dass abrupte Bewegungen des vom Knochen abgetrennten Fragments relativ zu diesem vermieden werden können. Insbesondere kann die Bremsrichtung derart ausgebildet sein, dass sie nur dann wirkt, wenn sich die Schraubenteile relativ zueinander bewegen. Optional kann die Bremsrichtung jedoch eine Haltekraft ausüben, die zunächst überwunden werden muss, um überhaupt eine Bewegung zwischen dem distalen Schraubenteil und dem proximalen Schraubenteil zu ermöglichen. Insbesondere kann die Bremsrichtung derart ausgebildet sein, dass sie nicht oder im Wesentlichen nicht elastisch wirkt, sondern rein plastisch.

[0007] Vorzugsweise ist die Bremsrichtung derart ausgebildet, dass die erzeugte Bremskraft einer Bewegung des proximalen Schraubenteils und des distalen Schraubenteils aufeinander zu entgegen gerichtet ist. Die Bremsrichtung wirkt also der Bewegung der Schraubenteile aufeinander zu entgegen und verhindert so eine abrupte Bewegung der miteinander mittels der Knochenschraube verbundenen Knochenteile aufeinander zu.

[0008] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die die Bremsrichtung in Form einer unidirektionalen Bremsrichtung ausgebildet ist. Dies ermöglicht es, beispielsweise nur eine Bewegung der Schraubenteile und der damit verbundenen Knochenteile aufeinander zu oder voneinander weg zu bremsen. Eine Bewegung in der jeweils entgegengesetzten Richtung wäre dann ungebremst.

[0009] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Bremsrichtung derart ausgebildet ist, dass die erzeugbare Bremskraft mit abnehmendem Abstand zwischen einem proximalen Ende des proximalen Schraubenteils und einem distalen Ende des distalen Schraubenteils gleich bleibt, zunimmt oder abnimmt. Insbesondere kann die Bremsrichtung also derart ausgebildet sein, dass, je weiter die Schraubenteile aufeinander zu bewegt werden beziehungsweise bewegt sind, die Bremskraft zunehmen, abnehmen oder gleich bleiben kann. Dies kann insbesondere auf verschiedene Arten realisiert werden.

[0010] Auf besonders einfache Weise lässt sich eine Bewegung der Schraubenteile relativ zueinander bremsen, wenn die Bremsrichtung mindestens ein Bremssegment umfasst, welches sich einerseits am distalen Schraubenteil und andererseits am proximalen Schraubenteil abstützt. Die Schraubenteile liegen insbesondere beide direkt oder indirekt am mindestens einen Bremssegment an. Insbesondere kann

das eine Schraubenteil auf das Bremsselement und das andere Schraubenteil hin bewegt werden, wobei dann die Bewegung durch das Bremsselement abgebremst wird.

[0011] Günstigerweise ist das mindestens eine Bremsselement plastisch verformbar ausgebildet. Zum Beispiel kann es aus einem weichen Material, beispielsweise Gelatine oder einem plastisch verformbaren Kunststoff, hergestellt sein. Insbesondere kann das mindestens eine Bremsselement ausschließlich plastisch verformbar ausgebildet sein.

[0012] Vorzugsweise ist das Bremsselement in Form einer Feder ausgebildet. Insbesondere kann die Feder in Form einer weichen Feder ausgebildet sein. Eine weiche Feder, die insbesondere auch als Feder ohne Spannung bezeichnet werden kann, hat die Eigenschaft, dass sie beim Zusammendrücken nachgibt und nur wenig oder gar nicht zurückfedert. Um die Verformung zu bewirken, kann die Feder insbesondere dergestalt ausgebildet sein, dass eine minimale Verformungskraft aufgebracht wird, damit die Feder überhaupt verformt werden kann.

[0013] Besonders einfach herstellen lässt sich ein Bremsselement in Form einer Feder, wenn diese durch Ausglühen weich gemacht ist. Eine solche Feder weist dann insbesondere die Eigenschaft auf, dass sie eine Bewegung der Schraubenteile aufeinander zu bremsen kann.

[0014] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass sich das mindestens eine Bremsselement an einer proximalen Anschlagfläche des distalen Schraubenteils und an einer distalen Anschlagfläche des proximalen Schraubenteils abstützt. Auf diese Weise kann die Knochenschraube besonders kompakt ausgebildet werden.

[0015] Vorteilhaft ist es, wenn die distale Anschlagfläche in Form einer distalen Endfläche des proximalen Schraubenteils oder in Form einer in distaler Richtung weisenden Ringfläche des proximalen Schraubenteils ausgebildet ist. Derartige distale Anschlagflächen ermöglichen es insbesondere, eine Feder als Bremsselement zu nutzen, die sich an diesen distalen Anschlagflächen abstützen kann.

[0016] Vorzugsweise ist die proximale Anschlagfläche in Form einer in proximaler Richtung weisenden Bodenfläche einer in proximaler Richtung offenen Schraubenteilaufnahme zum Aufnehmen des proximalen Schraubenteils oder in Form einer in proximaler Richtung weisenden Ringfläche des distalen Schraubenteils ausgebildet. Derart ausgebildete proximale Anschlagflächen ermöglichen es insbesondere einer Feder, sich in optimaler Weise am distalen Schraubenteil abzustützen.

[0017] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Bremseinrichtung mindestens ein Bremsselement umfasst, welches sich am distalen Schraubenteil oder am proximalen Schraubenteil abstützt und relativ zum und am jeweils anderen Schraubenteil bewegbar gehalten ist. Eine solche Bremseinrichtung umfasst also insbesondere ein Bremsselement, welches an einem der beiden Schraubenteile bewegbar gehalten ist. Am jeweils anderen Schraubenteil stützt sich das Bremsselement ab. So kann eine Bremswirkung insbesondere dadurch erreicht werden, dass das Bremsselement relativ zum Schraubenteil, an dem es bewegbar gehalten ist, bewegt wird. Eine Bremskraft kann insbesondere in Form einer Reibkraft zwischen dem Bremsselement und dem Schraubenteil, an dem es bewegbar gehalten ist, erzeugt werden.

[0018] Auf einfache Weise kann sich einer der beiden Schraubenteile am Bremsselement abstützen, wenn das mindestens eine Bremsselement mindestens eine Stützfläche, an welcher sich das distale oder das proximale Schraubenteil abstützt, und eine Bremsfläche aufweist, mit welcher der jeweils andere Schraubenteil in Kontakt steht. So ist es insbesondere möglich, infolge einer Bewegung der beiden Schraubenteile aufeinander zu das Bremsselement durch ein Schraubenteil, welches an der mindestens einen Stützfläche anliegt, zu schieben, so dass es, wenn es mit dem anderen Schraubenteil in Reibkontakt steht, eine Bremskraft ausübt, die der Bewegung entgegen wirkt.

[0019] Um auf einfache Weise eine Bremskraft ausüben zu können, ist es vorteilhaft, wenn die Bremsfläche quer zur Stützfläche verläuft. Insbesondere kann sie senkrecht zur Stützfläche verlaufen, um eine optimale Bremskraft zu erzeugen.

[0020] Vorzugsweise ist die Bremsfläche in Form einer in sich geschlossenen Ringfläche ausgebildet. Beispielsweise kann es sich um Außenflächen eines im Querschnitt vieleckigen Quaders handeln oder eine von einer Durchbrechung begrenzte Innenfläche, die ebenfalls einen vieleckigen Querschnitt aufweist.

[0021] Ferner kann es günstig sein, wenn die Bremsfläche in Richtung auf die Längsachse hin oder radial von der Längsachse weg weist. Dies ermöglicht es insbesondere, Bremsselemente auszubilden, die einen der beiden Schraubenteile umgeben oder in eine Aufnahme eines der beiden Schraubenteile eingeführt sind.

[0022] Besonders einfach herstellen lässt sich die Knochenschraube, wenn die Bremsfläche konzentrisch oder im Wesentlichen konzentrisch zur Längsachse ausgebildet ist. Insbesondere können so rotationssymmetrisch geformte Bremsselemente zum Ein-

satz kommen. Diese können beispielsweise einen Schraubenteil umgeben oder in eine Ausnehmung eines der Schraubenteile eingesetzt sein.

[0023] Günstig ist es, wenn das mindestens eine Bremsselement in Form eines Bremskörpers ausgebildet ist, welcher klemmend in einer Bremskörperaufnahme des distalen oder proximalen Schraubenteils angeordnet ist. Sowohl das Bremsselement als auch die Bremskörperaufnahme können einen beliebigen Querschnitt aufweisen. Insbesondere kann der Bremskörper formschlüssig oder im Wesentlichen formschlüssig in die Bremskörperaufnahme eingreifen beziehungsweise teilweise oder vollständig in dieser angeordnet sein.

[0024] Vorteilhaft ist es, wenn die Bremskörperaufnahme in Form einer Bohrung ausgebildet ist und wenn der Bremskörper in Form eines in die Bohrung formschlüssig oder im Wesentlichen formschlüssig mit Übermaß eingesetzten Stopfens ausgebildet ist. Durch diese konstruktive Ausgestaltung lässt sich die Knochenschraube auf einfache Weise herstellen.

[0025] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das mindestens eine Bremsselement in Form eines Bremsrings ausgebildet ist, welcher einen Schaftabschnitt des distalen oder proximalen Schraubenteils umgibt, und dass der Schaftabschnitt den Bremsring mit Übermaß durchsetzt. Diese Ausgestaltung ermöglicht insbesondere die Erzeugung einer Reibungskraft zwischen dem Bremsselement und dem Schraubenteil, dessen Schaftabschnitt es umgibt. Der Schaftabschnitt kann einen beliebigen Querschnitt aufweisen, ebenso der Bremsring. Günstigerweise sind der Bremsring und der Schaftabschnitt derart ausgebildet, dass eine flächige Anlage aneinander ermöglicht wird.

[0026] Günstig ist es, wenn das mindestens eine Bremsselement um die Längsachse relativ zum ersten und/oder zweiten Schraubenteil verdrehbar angeordnet ist. Diese Anordnung erleichtert insbesondere das Einschrauben der Knochenschraube in die miteinander zu verbindenden Knochenfragmente. Zudem erleichtert es die Herstellung der Knochenschraube. Beispielsweise kann eine Verdrehbarkeit auf einfache Weise dadurch erreicht werden, dass der Schaftabschnitt, an dem das mindestens eine Bremsselement bewegbar gehalten ist, einen kreisförmigen, im Wesentlichen kreisförmigen oder ovalen Querschnitt aufweist.

[0027] Vorteilhaft ist es, wenn die Knochenschraube eine Drehkopplungseinrichtung zum drehfesten Kopeln des distalen Schraubenteils und des proximalen Schraubenteils in Umfangsrichtung umfasst. Diese ermöglicht es insbesondere, lediglich am proximalen Schraubenteil eine Werkzeugelementaufnahme

vorzusehen, um die Knochenschraube in den Knochen einzuschrauben. Mittels der Drehkopplungseinrichtung wird infolge einer Rotation des proximalen Schraubenteils auch der distale Schraubenteil mit rotiert. Es erfolgt somit eine Drehkopplung in Umfangsrichtung. Die Drehkopplungseinrichtung hat so ferner auch die Funktion einer Mitnahmeeinrichtung, die es ermöglicht, infolge einer Rotation des proximalen Schraubenteils den distalen Schraubenteil sozusagen mitzunehmen, also gleichsinnig mit insbesondere derselben Rotationsgeschwindigkeit wie den proximalen Schraubenteil zu rotieren. Durch die Drehkopplungseinrichtung kann dann insbesondere auch auf eine Werkzeugelementaufnahme am distalen Schraubenteil verzichtet werden. Eine Kanülierung des proximalen Schraubenteils ist dann nicht mehr erforderlich, um Zugriff zum distalen Schraubenteil zu erhalten. Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Knochenschraube können der proximale und der distale Schraubenteil mit einem einzigen Einschraubwerkzeug eingeschraubt werden, welches lediglich mit dem proximalen Schraubenteil in Eingriff gebracht werden muss, was zudem die intraoperative Handhabung der Knochenschraube verbessert. Die Knochenschraube kann insbesondere zur Fixierung eines Humeruskopffragments eingesetzt werden. Dieses kann man sich als eine dünne Halbschale vorstellen. Daher ist es grundsätzlich günstig, diese Halbschale wie bei einem Regenschirm an mehreren Stellen gleichmäßig abzustützen. Nachträgliche Bewegungen des Humeruskopffragments können mit der vorgeschlagenen Knochenschraube ausgeglichen werden, ohne dass eine Schraubenpenetration entsteht, welche insbesondere dann auftreten kann, wenn ein Operateur herkömmliche starre Schrauben zur Fixierung des Knochenfragments verwendet und diese zu lang gewählt hat. Die erfindungsgemäß weitergebildete Knochenschraube ist somit bei der Operation sehr einfach handhabbar. Aufgrund der axialen Beweglichkeit der beiden Schraubenteile der Knochenschraube relativ zueinander verzeiht diese Knochenschraube Fehler, insbesondere wenn die Länge der Knochenschraube vom Operateur nicht exakt passend gewählt wurde.

[0028] Günstigerweise umfasst die Drehkopplungseinrichtung mindestens ein Drehkopplungsglied, welches den distalen Schraubenteil und den proximalen Schraubenteil miteinander drehfest koppelt. Es ist insbesondere denkbar, ein einziges Drehkopplungsglied vorzusehen, um die beiden Schraubenteile miteinander drehfest zu koppeln.

[0029] Vorteilhaft ist, wenn die Drehkopplungseinrichtung mindestens zwei miteinander zusammenwirkende erste und zweite Drehkopplungsglieder umfasst, welche miteinander drehfest in Eingriff stehen. Insbesondere können zwei Drehkopplungsglieder vorgesehen sein, eines am proximalen Schraubenteil und eines am distalen Schraubenteil. Ins-

besondere kann das am proximalen Schraubenteil vorgesehene Drehkopplungsglied die Funktion eines Mitnehmers ausüben, um ein in das proximale Schraubenteil eingeleitetes Drehmoment auf den distalen Schraubenteil zu übertragen. Das Drehkopplungsglied des proximalen Schraubenteils übernimmt dann quasi die Funktion eines Werkzeugelements, welches mit dem anderen Drehkopplungsglied, welches quasi eine Werkzeugelementaufnahme des distalen Schraubenteils definiert, zusammenwirkt. In einem solchen Fall kann somit das proximale Schraubenteil quasi als eine Verlängerung des Einschraubwerkzeugs dienen.

[0030] Um die Knochenschraube auch einfache Weise teleskopierbar auszubilden, ist es vorteilhaft, wenn das mindestens eine erste und das mindestens eine zweite Drehkopplungsglied in einer Richtung parallel zur Längsachse formschlüssig oder im Wesentlichen formschlüssig ineinander einführbar sind. Optional können sie auch derart ausgebildet sein, dass die beiden Schraubenteile gegen ein Auseinanderfallen gesichert sind.

[0031] Auf besonders einfache Weise lässt sich die Drehkopplungseinrichtung ausbilden, wenn das mindestens eine erste Drehkopplungsglied in Form eines parallel zur Längsachse abstehenden Drehkopplungsvorsprungs ausgebildet ist und wenn das mindestens eine zweite Drehkopplungsglied in Form einer zum Drehkopplungsvorsprung korrespondierend ausgebildeten Drehkopplungsaufnahme ausgebildet ist. Wahlweise kann der Drehkopplungsvorsprung am distalen oder am proximalen Schraubenteil vorgesehen sein. Die Drehkopplungsaufnahme kann entsprechend korrespondierend entweder am proximalen oder am distalen Schraubenteil angeordnet oder ausgebildet sein. Insbesondere wenn die Drehkopplungsaufnahme am distalen Schraubenteil ausgebildet sein. Beispielsweise kann sie in proximaler Richtung weisend geöffnet sein und so quasi die Funktion einer Werkzeugelementaufnahme ausüben.

[0032] Um die Knochenschraube möglichst kompakt ausbilden zu können, ist es vorteilhaft, wenn das mindestens eine erste Drehkopplungsglied an einem distalen Ende oder im Bereich des distalen Endes des proximalen Schraubenteils angeordnet oder ausgebildet ist und wenn das mindestens eine zweite Drehkopplungsglied an einem proximalen Ende oder im Bereich des proximalen Endes des distalen Schraubenteils angeordnet oder ausgebildet ist.

[0033] Auf einfache Weise lässt sich eine Drehkopplung der beiden zusammenwirkenden Drehkopplungsglieder erreichen, wenn das mindestens eine erste und das mindestens eine zweite Drehkopplungsglied einen von einer Rotationssymmetrie abweichenden Querschnitt aufweisen. So lassen sich einfach und sicher Drehmomente vom proximalen

Schraubenteil auf das distale Schraubenteil übertragen.

[0034] Günstig ist es, wenn Querschnitte des mindestens einen ersten und des mindestens einen zweiten Drehkopplungsglieds unrund sind. Insbesondere bei einer entsprechenden Anpassung können so bei minimalen Querschnittsflächen maximale Drehmomente übertragen werden. Dies gestattet es, Knochenschrauben mit einem das Knochengewinde tragenden Schaft mit kleinstmöglichem Durchmesser auszubilden.

[0035] Besonders einfach ausbilden lassen sich die Drehkopplungsglieder, wenn die Querschnitte oval oder vieleckig sind, insbesondere sechseckig. Denkbar ist es auch, die Querschnitte als Vielrund auszubilden.

[0036] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die Knochenschraube eine Axialkopplungseinrichtung zum beweglichen Koppeln des distalen Schraubenteils und des proximalen Schraubenteils in einer Richtung parallel zur Längsachse umfassen. Insbesondere kann die Axialkopplungseinrichtung derart ausgebildet sein, dass die beiden Schraubenteile in einem begrenzten Umfang in axialer Richtung beweglich, jedoch nicht voneinander lösbar sind. Dies hat den Vorteil, dass die beiden Schraubenteile nur gemeinsam implantiert und auch wieder gemeinsam explantiert werden können.

[0037] Vorteilhaft ist es, wenn die Axialkopplungseinrichtung mindestens ein erstes und mindestens ein zweites Axialkopplungsglied umfasst, welche in einer Richtung parallel zur Längsachse formschlüssig oder im Wesentlichen formschlüssig miteinander in Eingriff stehen. So kann insbesondere eine definierte Führung einer axialen Bewegung der beiden Schraubenteile relativ zueinander sichergestellt werden. Querschnitte der Axialkopplungsglieder können insbesondere auch kreisförmig oder rund sein.

[0038] Günstig ist es, wenn das mindestens eine erste Axialkopplungsglied in Form eines parallel zur Längsachse abstehenden Axialkopplungsvorsprungs ausgebildet ist und wenn das mindestens eine zweite Axialkopplungsglied in Form einer zum Axialkopplungsvorsprung korrespondierend ausgebildeten Axialkopplungsaufnahme ausgebildet ist. Derart ausgebildete Axialkopplungsglieder ermöglichen insbesondere eine definiert geführte Bewegung der Schraubenteile relativ zueinander parallel zur Längsachse.

[0039] Besonders einfach wird der Aufbau der Knochenschraube, wenn das mindestens eine erste und/oder das mindestens eine zweite Axialkopplungsglied rotationssymmetrisch ausgebildet sind. Rotati-

onssymmetrisch bedeutet insbesondere, dass Querschnitte der Axialkopplungsglieder kreisförmig oder rund sind, also nicht unbedingt unrund sein müssen.

[0040] Um den Aufbau der Knochenschraube so kompakt wie möglich zu gestalten, ist es vorteilhaft, wenn das mindestens eine erste Drehkopplungsglied und das mindestens eine zweite Drehkopplungsglied das mindestens eine erste und das mindestens eine zweite Axialkopplungsglied bilden. Die Drehkopplungsglieder können als insbesondere eine Doppelfunktion ausüben, nämlich zur Drehkopplung sowie zur axialen Kopplung der beiden Schraubenteile miteinander dienen.

[0041] Ferner kann es günstig sein, wenn die Knochenschraube eine Anschlagrichtung zum Begrenzen eines Verschiebeweges des ersten und des zweiten Schraubenteils relativ zueinander umfasst. Die Knochenschraube kann somit insbesondere nur auf einer vom Verschiebeweg definierten Länge teleskopiert werden.

[0042] Günstigerweise liegt der Verschiebeweg in einem Bereich von etwa 3 mm bis etwa 30 mm.

[0043] Vorteilhafterweise liegt der Verschiebeweg in einem Bereich von etwa 4 mm bis etwa 10 mm. Vorzugsweise beträgt er etwa 5 mm. Die angegebenen Bereiche für den Verschiebeweg decken somit insbesondere die besonderen Abmessungen ab, die für den Einsatz der Knochenschraube zur Behandlung einer Humeruskopffraktur vorteilhaft sind.

[0044] Die Knochenschraube lässt sich noch kompakter ausbilden, wenn die Axialkopplungseinrichtung die Anschlagrichtung umfasst.

[0045] Ein Verschiebeweg der beiden Schraubenteile relativ zueinander kann auf einfache Weise dadurch begrenzt werden, wenn die Anschlagrichtung mindestens einen ersten Anschlag zum Begrenzen einer Bewegung des ersten und des zweiten Schraubenteils aufeinander zu umfasst.

[0046] Um das unerwünschte und unabsichtliche Trennen der beiden Schraubenteile voneinander zu verhindern, ist es günstig, wenn die Anschlagrichtung mindestens einen zweiten Anschlag zum Begrenzen einer Bewegung des ersten und des zweiten Schraubenteils voneinander weg umfasst.

[0047] Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn die Drehkopplungseinrichtung die Anschlagrichtung umfasst. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Drehkopplungseinrichtung lediglich ein einziges Drehkopplungsglied umfasst, welches die beiden Schraubenteile drehfest miteinander koppelt und zugleich eine Bewegung derselben voneinander weg

und/oder aufeinander zu in axialer Richtung begrenzt.

[0048] Eine besonders einfache Konstruktion der Knochenschraube ergibt sich, wenn das mindestens eine Drehkopplungsglied eine Schraubenfeder umfasst, welche mit dem distalen und mit dem proximalen Schraubenteil drehfest verbunden ist. Die Schraubenfeder dient damit als einziges Drehkopplungsglied zur Drehkopplung der beiden Schraubenteile relativ zueinander. Gleichzeitig kann sie jedoch auch einen Verschiebeweg der Schraubenteile aufeinander zu und/oder voneinander weg in gewünschter Weise begrenzen.

[0049] Um die Funktion der Knochenschraube durch die Schraubenfeder möglichst wenig zu beeinträchtigen, ist es vorteilhaft, wenn die Schraubenfeder an einer Gewindeflanke des distalen Schraubenteils und an einer Gewindeflanke des proximalen Schraubenteils festgelegt ist.

[0050] Um eine Stabilität der Knochenschraube in gewünschter Weise sicherzustellen, ist es günstig, wenn die Schraubenfeder mit der Gewindeflanke des distalen Schraubenteils und/oder des proximalen Schraubenteils auf einer Länge fest verbunden ist, welche mindestens der doppelten Ganghöhe entspricht. Vorzugsweise entspricht die Länge, auf welcher die Schraubenfeder mit den Gewindeflächen der Schraubenteile verbunden ist, mindestens der vierfachen Ganghöhe. Die Ganghöhe in diesem Sinn ist definiert als der Abstand zweier Gewindeflanken in axialer Richtung. Damit bedeutet eine Festlegung auf mindestens der doppelten Ganghöhe, dass die Schraubenfeder längs zweier, sich über jeweils 360° erstreckende Schrauben am Schraubenteil befestigt ist. Eine Befestigung kann insbesondere durch Löten, Schweißen und/oder Kleben erfolgen.

[0051] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Knochenschraube eine Abstandshalteeinrichtung zum Halten des proximalen Schraubenteils und des distalen Schraubenteils in einer bezogen auf eine in axialer Richtung maximal angenäherte Stellung ausgerichteten Stellung. Mit anderen Worten begrenzt die Abstandshalteeinrichtung einen Weg der Schraubenteile aufeinander zu. Insbesondere kann die Abstandshalteeinrichtung in Form einer dynamischen Abstandshalteeinrichtung ausgebildet sein, welche mit zunehmender Verringerung eines Abstands oder einer Bewegung der Schraubenteile aufeinander zu zunehmende Kräfte erfordert, um einen Abstand weiter zu verringern. Sie kann also insbesondere auch in Form einer Rückstelleinrichtung ausgebildet sein, die bestrebt ist, die beiden Schraubenteile wieder so relativ zueinander zu positionieren, dass sie möglichst einen in einer Grundstellung definierten Abstand voneinander einnehmen. Werden die Schraubenteile

le beispielsweise relativ zueinander aus der Grundstellung ausgelenkt, also weiter voneinander entfernt oder weiter aufeinander zu als in der Grundstellung bewegt, kann die Rückstelleinrichtung die Schraubenteile wieder automatisch zurück in die Grundstellung bewegen.

[0052] Günstig ist es, wenn die ausgelenkte Stellung eine maximal ausgelenkte Stellung definiert, in welcher der distale Schraubenteil maximal weit weg vom proximalen Schraubenteil in distaler Richtung bewegt ist. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass die beiden Schraubenteile immer einen gewissen Mindestabstand voneinander aufweisen beziehungsweise eine Länge zwischen dem distalen Ende des distalen Schraubenteils und dem proximalen Ende des proximalen Schraubenteils maximal ist.

[0053] Auf besonders einfache Weise lässt sich die Abstandshalteeinrichtung ausbilden, wenn sie mindestens ein Abstandshaltelement umfasst zum Halten des proximalen Schraubenteils und des distalen Schraubenteils in einer bezogen auf eine in axialer Richtung maximal angenäherte Stellung ausgelenkten Stellung. So kann beispielsweise schon durch ein einziges Abstandshaltelement sichergestellt werden, dass die beiden Schraubenteile die gewünschte axiale Position relativ zueinander einnehmen.

[0054] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das mindestens eine Abstandshaltelement eine in distaler Richtung weisende distale Abstandshaltelementanschlagfläche und eine in proximaler Richtung weisende proximale Abstandshaltelementanschlagfläche umfasst und dass in der ausgelenkten Stellung die distale Abstandshaltelementanschlagfläche mit einer in proximaler Richtung weisenden proximalen Schraubenteilanschlagfläche des distalen Schraubenteils und die proximale Abstandshaltelementanschlagfläche mit einer in distaler Richtung weisenden distalen Schraubenteilanschlagfläche des proximalen Schraubenteils zusammenwirken. Die genannten Flächen ermöglichen es insbesondere, sicherzustellen, dass die Schraubenteile nur so weit aufeinander zu bewegt werden können, dass die Knochenschraube insgesamt eine minimale Länge nicht unterschreitet.

[0055] Günstigerweise ist das mindestens eine Abstandshaltelement in Form eines elastischen Elements ausgebildet. Ein solches Abstandshaltelement kann insbesondere auch eine Bewegung der Schraubenteile aufeinander zu und gegebenenfalls voneinander weg dämpfen. Das Abstandshaltelement kann also quasi wie in Puffer wirken, welcher auf Druck und/oder Zug belastbar sein kann.

[0056] Auf besonders einfache Weise lässt das elastische Element in Form einer Feder ausbilden. Es

kann sich dabei um eine Druck- und/oder um eine Zugfeder handeln.

[0057] Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn das mindestens eine Abstandshaltelement aus einem resorbierbaren Material hergestellt ist. Als resorbierbare biokompatible Materialien kommen insbesondere Gelatine oder Polylactid in Frage. Das Abstandshaltelement kann so nach der Implantation der Knochenschraube vom Körper resorbiert werden, um eine Bewegung der Schraubenteile noch weiter aufeinander zu zu ermöglichen, als dies bei der Implantation und Vorhandensein des Abstandshaltelements möglich ist.

[0058] Besonders kompakt ausbilden lässt sich die Knochenschraube, wenn das mindestens eine Abstandshaltelement in der Drehkopplungsaufnahme und/oder in der Axialkopplungsaufnahme angeordnet ist. So kann es sich insbesondere an einem distalen Ende des proximalen Schraubenteils oder alternativ an einem proximalen Ende des distalen Schraubenteils abstützen, um eine Bewegung der Schraubenteile aufeinander zu zu begrenzen.

[0059] Günstigerweise ist das mindestens eine Abstandshaltelement in Form eines Abstandshaltekörpers ausgebildet. Dieser kann wahlweise elastisch oder inelastisch sein. Er kann optional resorbierbar oder nicht resorbierbar ausgebildet sein. Ferner kann er auch aus zwei oder mehr unterschiedlichen Materialien hergestellt sein.

[0060] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das mindestens eine Drehkopplungsglied das mindestens eine Abstandshaltelement bildet oder umfasst. Insbesondere wenn nur ein einziges Drehkopplungsglied vorgesehen ist, beispielsweise in Form einer Schraubenfeder, kann diese gleichzeitig das Abstandshaltelement bilden, also eine Bewegung der beiden Schraubenteile aufeinander zu begrenzen.

[0061] Vorteilhaft ist es, wenn das mindestens eine Abstandshaltelement den mindestens einen Drehkopplungsvorsprung und/oder den mindestens einen Axialkopplungsvorsprung mindestens abschnittsweise umgibt. Insbesondere bei resorbierbaren Abstandshaltelementen hat dies den Vorteil, dass eine Resorption beschleunigt erfolgen kann. Außerdem ist so für einen Operateur sofort erkennbar, welchen Abstand das Abstandshaltelement gegebenenfalls definiert, insbesondere temporär.

[0062] Besonders einfach herzustellen ist das mindestens eine Abstandshaltelement, wenn es in Form einer Hülse ausgebildet ist. Wahlweise kann es, wie bereits beschrieben, auch in Form einer Feder ausgebildet sein, beispielsweise in Form einer Schraubenfeder.

[0063] Um ein synchrones Einschrauben beider Schraubenteile in Knochenfragmente zu ermöglichen, ist es günstig, wenn eine Steigung des distalen Knochengewindes einer Steigung des proximalen Knochengewindes entspricht oder im Wesentlichen entspricht.

[0064] Die Handhabung der Knochenschraube lässt sich weiter verbessern, wenn der proximale Schraubenteil eine Werkzeugelementaufnahme zum kraft- und/oder formschlüssigen in Eingriff Bringen mit einem Werkzeugelement eines Einschraubwerkzeugs umfasst. Die Werkzeugelementaufnahme kann in Form eines Vorsprungs oder einer Aufnahme ausgebildet sein, insbesondere sind Querschnitte derselben denkbar, die von einer Kreisform oder einer runden Form abweichend sind, also insbesondere viereckige oder vielrunde Querschnitte oder alternativ ovale Querschnitte.

[0065] Auf einfache Weise zugänglich wird die Werkzeugelementaufnahme, wenn sie in proximaler Richtung weisend geöffnet ist.

[0066] Ferner kann es günstig sein, wenn der proximale Schraubenteil einen sich parallel zur Längsachse verlaufenden Kanal umfasst, welcher sich von einem proximalen bis zu einem distalen Ende des proximalen Schraubenteils erstreckt. Ein solcher Kanal gestattet es, ein Einschraubwerkzeug zu verwenden, welches ein durch den Kanal hindurchführbares Abstandshalteelement umfasst, um beim Einschrauben der Knochenschraube eine minimale Länge derselben vorzugeben. Vorzugsweise ist das Abstandshalteelement so bemessen, dass es über ein distales Ende des proximalen Schraubenteils vorsteht, wenn das Einschraubwerkzeug mit dem proximalen Schraubenteil in Eingriff steht.

[0067] Die eingangs gestellte Aufgabe wird ferner bei einem Knochenfixierungssystem der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Knochenschraube eine Drehkopplungseinrichtung zum drehfesten Koppeln des distalen Schraubenteils und des proximalen Schraubenteils in Umfangsrichtung umfasst.

[0068] Wie bereits oben eingehend dargelegt, ist es so nicht mehr erforderlich, den proximalen Schraubenteil zu kanülieren, um den distalen Schraubenteil der Knochenschraube in den Knochen einschrauben zu können.

[0069] Vorteilhaft ist es ferner, wenn das Knochenfixierungssystem eine der oben beschriebenen Knochenschrauben umfasst. Das Knochenfixierungssystem weist dann die oben im Zusammenhang mit bevorzugten Ausführungsformen von Knochenschrauben beschriebenen Vorteile auf.

[0070] Günstig ist es ferner, wenn das Knochenfixierungssystem ein Einschraubwerkzeug umfasst, welches ein mit einer Werkzeugelementaufnahme des proximalen Schraubenteils in Eingriff bringbares Werkzeugelement umfasst zum Einschrauben der Knochenschraube in die mindestens zwei Knochen- teile. Mit dem Einschraubwerkzeug kann der proximale Schraubenteil rotiert werden, welcher über die Drehkopplungseinrichtung mit dem distalen Schraubenteil drehfest gekoppelt ist.

[0071] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der proximale Schraubenteil einen sich parallel zur Längsachse verlaufenden Kanal umfasst, welcher sich von einem proximalen bis zu einem distalen Ende des proximalen Schraubenteils erstreckt, und dass das Einschraubwerkzeug ein in den Kanal einführbares Abstandshalteelement umfasst, welches distalseitig über ein distales Ende des proximalen Schraubenteils vorsteht, wenn das Werkzeugelement und die Werkzeugelementaufnahme in Eingriff stehen. Mit einem solchen Einschraubwerkzeug kann somit auf einfache Weise eine Bewegung der beiden Schraubenteile aufeinander zu begrenzt werden. Insbesondere kann die Knochenschraube so ausgebildet sein, dass nach Entfernen des Einschraubwerkzeugs eine Bewegung der Schraubenteile noch weiter aufeinander zu möglich ist, als dies beim Einschrauben mit dem Einschraubwerkzeug möglich ist.

[0072] Die vorstehende Beschreibung umfasst somit insbesondere die nachfolgend explizit aufgeführten Ausführungsformen einer Knochenschraube und eines Knochenfixierungssystems:

1. Knochenschraube (**20; 20a; 20b**) mit einem distalen Schraubenteil (**36; 36a; 36b**) und einem proximalen Schraubenteil (**38; 38a; 38b**), welcher distale Schraubenteil (**36; 36a; 36b**) ein distales Knochengewinde (**44**) umfasst und welcher proximale Schraubenteil (**38; 38a; 38b**) ein proximales Knochengewinde (**46**) umfasst, wobei der distale Schraubenteil und der proximale Schraubenteil (**38; 38a; 38b**) relativ zueinander in einer Richtung parallel zu einer von der Knochenschraube (**20; 20a; 20b**) definierten Längsachse (**56; 56a; 56b**) verschiebbar sind, gekennzeichnet durch eine Bremseinrichtung (**42; 42a; 42b**) zum Erzeugen einer Bremskraft (**108; 108a; 108b**) infolge einer Bewegung des proximalen Schraubenteils (**38; 38a; 38b**) und des distalen Schraubenteils (**36; 36a; 36b**) aufeinander zu.

2. Knochenschraube nach Satz 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (**42; 42a; 42b**) derart ausgebildet ist, dass die erzeugte Bremskraft (**108; 108a; 108b**) einer Bewegung des proximalen Schraubenteils (**38; 38a; 38b**) und des distalen Schraubenteils (**36; 36a; 36b**) aufeinander zu entgegen gerichtet ist.

3. Knochenschraube nach Satz 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (**42; 42a; 42b**) in Form einer unidirektionalen Bremseinrichtung (**42; 42a; 42b**) ausgebildet ist.

4. Knochenschraube nach einem der voranstehenden Sätze, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (**42; 42a; 42b**) derart ausgebildet ist, dass die erzeugbare Bremskraft (**108; 108a; 108b**) mit abnehmendem Abstand (**124; 124a; 124b**) zwischen einem proximalen Ende (**126; 126a; 126b**) des proximalen Schraubenteils (**38; 38a; 28b**) und einem distalen Ende (**128; 128a; 128b**) des distalen Schraubenteils (**36; 36a; 36b**) gleich bleibt, zunimmt oder abnimmt.

5. Knochenschraube nach einem der voranstehenden Sätze, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (**42; 42a; 42b**) mindestens ein Bremsselement (**40**) umfasst, welches sich einerseits am distalen Schraubenteil (**36**) und andererseits am proximalen Schraubenteil (**38**) abstützt.

6. Knochenschraube nach Satz 5, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Bremsselement (**40**) plastisch verformbar ausgebildet ist.

7. Knochenschraube nach Satz 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Bremsselement (**40**) in Form einer Feder (**110**), insbesondere in Form einer weichen Feder (**112**) ausgebildet ist.

8. Knochenschraube nach Satz 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Feder (**110**) durch Ausglühen weich gemacht ist.

9. Knochenschraube nach einem der Sätze 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sich das mindestens eine Bremsselement (**40**) an einer proximalen Anschlagfläche (**114**) des distalen Schraubenteils (**36**) und an einer distalen Anschlagfläche (**116**) des proximalen Schraubenteils (**38**) abstützt.

10. Knochenschraube nach Satz 9, dadurch gekennzeichnet, dass die distale Anschlagfläche (**116**) in Form einer distalen Endfläche (**118**) des proximalen Schraubenteils (**38**) oder in Form einer in distaler Richtung weisenden Ringfläche des proximalen Schraubenteils (**38**) ausgebildet ist.

11. Knochenschraube nach Satz 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die proximale Anschlagfläche (**114**) in Form einer in proximaler Richtung weisenden Bodenfläche (**120**) einer in proximaler Richtung offenen Schraubenteilaufnahme (**122**) zum Aufnehmen des proximalen Schraubenteils (**38**) oder in Form einer in proximaler Richtung weisenden Ringfläche des distalen Schraubenteils (**36**) ausgebildet ist.

12. Knochenschraube nach einem der Sätze 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (**42a; 42b**) mindestens ein Bremsselement (**40a; 40b**) umfasst, welches sich am distalen Schraubenteil (**36a; 36b**) oder am proximalen Schraubenteil abstützt und relativ zum und am jeweils anderen Schraubenteil (**38a; 38b**) bewegbar gehalten ist.

13. Knochenschraube nach Satz 12, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Bremsselement (**40a; 40b**) mindestens eine Stützfläche (**132a; 132b**), an welcher sich der distale oder der proximale Schraubenteil (**36a; 36b**) abstützt, und eine Bremsfläche (**134a; 134b**) aufweist, mit welcher der jeweils andere Schraubenteil (**38a; 38b**) in Kontakt steht.

14. Knochenschraube nach Satz 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsfläche (**134a; 134b**) quer, insbesondere senkrecht zur Stützfläche (**132a; 132b**) verläuft.

15. Knochenschraube nach Satz 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsfläche (**134a; 134b**) in Form einer in sich geschlossenen Ringfläche (**136a; 136b**) ausgebildet ist.

16. Knochenschraube nach einem der Sätze 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsfläche (**134a; 134b**) in Richtung auf die Längsachse (**56a**) hin oder radial von der Längsachse (**56b**) weg weist.

17. Knochenschraube nach 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsfläche (**134a; 134b**) konzentrisch oder im Wesentlichen konzentrisch zur Längsachse (**56a; 56b**) ausgebildet ist.

18. Knochenschraube nach einem der Sätze 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Bremsselement (**40b**) in Form eines Bremskörpers (**146b**) ausgebildet ist, welcher klemmend in einer Bremskörperaufnahme (**142b**) des distalen oder proximalen Schraubenteils (**38b**) angeordnet ist.

19. Knochenschraube nach Satz 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremskörperaufnahme (**142b**) in Form einer Bohrung (**148b**) ausgebildet ist und dass der Bremskörper (**146b**) in Form eines in die Bohrung (**148b**) formschlüssig oder im Wesentlichen formschlüssig mit Übermaß eingesetzten Stopfens (**150b**) ausgebildet ist.

20. Knochenschraube nach einem der Sätze 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Bremsselement (**40a**) in Form eines Bremsrings (**130a**) ausgebildet ist, welcher einen Schaftabschnitt (**76a**) des distalen oder proximalen Schraubenteils (**38a**) umgibt, und dass der Schaftabschnitt (**76a**) den Bremsring (**130a**) mit Übermaß durchsetzt.

21. Knochenschraube nach einem der Sätze 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Bremsselement (**40a**) um die Längsachse (**56a**) relativ zum ersten und/oder zweiten Schraubenteil (**36a, 38a**) verdrehbar angeordnet ist.

22. Knochenschraube nach einem der voranstehenden Sätze, gekennzeichnet durch eine Drehkopplungseinrichtung (**84; 84a; 84b**) zum drehfesten Koppeln des distalen Schraubenteils (**36; 36a; 36b**) und des proximalen Schraubenteils (**38; 38a; 38b**) in Umfangsrichtung.

23. Knochenschraube nach Satz 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehkopplungseinrichtung (**84**; **84a**; **84b**) mindestens ein Drehkopplungsglied (**86**, **88**) umfasst, welches den distalen Schraubenteil (**36**; **36a**; **36b**) und den proximalen Schraubenteil (**38**; **38a**; **38b**) miteinander drehfest koppelt.

24. Knochenschraube nach Satz 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehkopplungseinrichtung (**84**; **84a**; **84b**) mindestens zwei miteinander zusammenwirkende erste und zweite Drehkopplungsglieder (**86**, **88**) umfasst, welche miteinander drehfest in Eingriff stehen.

25. Knochenschraube nach Satz 24, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine erste und das mindestens eine zweite Drehkopplungsglied (**86**, **88**) in einer Richtung parallel zur Längsachse (**56**; **56a**; **56b**) formschlüssig oder im Wesentlichen formschlüssig ineinander einführbar sind.

26. Knochenschraube nach Satz 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine erste Drehkopplungsglied (**86**) in Form eines parallel zur Längsachse (**56**) abstehenden Drehkopplungsvorsprungs (**90**) ausgebildet ist und dass das mindestens eine zweite Drehkopplungsglied (**88**) in Form einer zum Drehkopplungsvorsprung (**90**) korrespondierend ausgebildeten Drehkopplungsaufnahme (**92**) ausgebildet ist.

27. Knochenschraube nach einem der Sätze 24 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine erste Drehkopplungsglied (**86**) an einem distalen Ende (**62**) oder im Bereich des distalen Endes (**62**; **62a**; **62b**) des proximalen Schraubenteils (**38**; **38a**; **38b**) angeordnet oder ausgebildet ist und dass das mindestens eine zweite Drehkopplungsglied (**88**) an einem proximalen Ende (**64**; **64a**; **64b**) oder im Bereich des proximalen Endes (**64**; **64a**; **64b**) des distalen Schraubenteils (**36**; **36a**; **36b**) angeordnet oder ausgebildet ist.

28. Knochenschraube nach einem der Sätze 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine erste und das mindestens eine zweite Drehkopplungsglied (**86**, **88**) einen von einer Rotationssymmetrie abweichenden Querschnitt aufweisen.

29. Knochenschraube nach einem der Sätze 24 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass Querschnitte des mindestens einen ersten und des mindestens einen zweiten Drehkopplungsglieds (**86**, **88**) unrund sind.

30. Knochenschraube nach Satz 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnitte oval oder vieleckig sind, insbesondere sechseckig.

31. Knochenschraube nach einem der voranstehenden Sätze, gekennzeichnet durch eine Axialkopplungseinrichtung (**54**; **54a**; **54b**) zum beweglichen Koppeln des distalen Schraubenteils (**36**; **36a**; **36b**) und des proximalen Schraubenteils (**38**;

38a; **38b**) in einer Richtung parallel zur Längsachse (**56**; **56a**; **56b**).

32. Knochenschraube nach Satz 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Axialkopplungseinrichtung (**54**; **54a**; **54b**) mindestens ein erstes und mindestens ein zweites Axialkopplungsglied (**58**, **60**) umfasst, welche in einer Richtung parallel zur Längsachse (**56**; **56a**; **56b**) formschlüssig oder im Wesentlichen formschlüssig miteinander in Eingriff stehen.

33. Knochenschraube nach Satz 32, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine erste Axialkopplungsglied (**58**) in Form eines parallel zur Längsachse (**56**) abstehenden Axialkopplungsvorsprungs (**72**) ausgebildet ist und dass das mindestens eine zweite Axialkopplungsglied (**60**) in Form einer zum Axialkopplungsvorsprung (**72**) korrespondierend ausgebildeten Axialkopplungsaufnahme (**74**) ausgebildet ist.

34. Knochenschraube nach Satz 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine erste und/oder das mindestens eine zweite Axialkopplungsglied (**58**, **60**) rotationssymmetrisch ausgebildet sind.

35. Knochenschraube nach einem der Sätze 32 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine erste Drehkopplungsglied (**86**) und das mindestens eine zweite Drehkopplungsglied (**88**) das mindestens eine erste und das mindestens eine zweite Axialkopplungsglied (**58**, **60**) bilden.

36. Knochenschraube nach einem der voranstehenden Sätze, gekennzeichnet durch eine Anschlagseinrichtung (**94**) zum Begrenzen eines Verschiebeweges (**96**) des ersten und des zweiten Schraubenteils (**36**, **38**) relativ zueinander.

37. Knochenschraube nach Satz 36, dadurch gekennzeichnet, dass die Axialkopplungseinrichtung (**54**; **54a**; **54b**) die Anschlagseinrichtung (**94**) umfasst.

38. Knochenschraube nach Satz 36 oder 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlagseinrichtung (**94**) mindestens einen ersten Anschlag (**98**, **102**) zum Begrenzen einer Bewegung des ersten und des zweiten Schraubenteils (**36**; **38**) aufeinander zu umfasst.

39. Knochenschraube nach einem der Sätze 36 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehkopplungseinrichtung (**84**; **84a**; **84b**) die Anschlagseinrichtung (**94**) umfasst.

40. Knochenschraube nach einem der voranstehenden Sätze, dadurch gekennzeichnet, dass das eine Steigung des distalen Knochengewindes (**44**) einer Steigung des proximalen Knochengewindes (**46**) entspricht.

41. Knochenschraube nach einem der voranstehenden Sätze, dadurch gekennzeichnet, dass der proximale Schraubenteil (**38**; **38a**; **38b**) eine Werkzeugelementaufnahme (**52**; **52a**; **52b**) zum kraft- und/oder formschlüssigen in Eingriff Bringen

mit einem Werkzeugelement eines Einschraubwerkzeugs umfasst.

42. Knochenschraube nach Satz 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugelementaufnahme (52; 52a; 52b) in proximaler Richtung weisend geöffnet ist.

43. Knochenschraube nach einem der voranstehenden Sätze, dadurch gekennzeichnet, dass der proximale Schraubenteil (38b) einen sich parallel zur Längsachse (56b) verlaufenden Kanal (140b) umfasst, welcher sich von einem proximalen bis zu einem distalen Ende (126b, 62b) des proximalen Schraubenteils (38b) erstreckt.

44. Knochenfixierungssystem (10) zum Verbinden von mindestens zwei voneinander (12), insbesondere infolge einer Fraktur, getrennten Knochenanteilen (12), umfassend mindestens eine mindestens eine Durchbrechung (16) aufweisende Knochenplatte (14) und mindestens eine durch die Durchbrechung mindestens teilweise durchführbare Knochenschraube (20, 22; 20a; 20b), dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Knochenschraube (20; 20a; 20b) eine Knochenschraube (20; 20a; 20b) nach einem der voranstehenden Sätze ist.

[0073] Die nachfolgende Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung. Es zeigen:

[0074] Fig. 1: eine schematische Übersichtsdarstellung eines Knochenfixierungssystems zum Verbinden von mindestens zwei voneinander infolge einer Fraktur getrennten Knochenanteilen;

[0075] Fig. 2: eine perspektivische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer Knochenschraube;

[0076] Fig. 3: eine teilweise geschnittene, perspektivische Explosionsdarstellung der Knochenschraube aus Fig. 2;

[0077] Fig. 4A: eine teilweise Längsschnittansicht längs Linie 4-4 in Fig. 2 mit einem Bremselement in einem unverformten Zustand;

[0078] Fig. 4B: eine Schnittansicht ähnlich Fig. 4A, jedoch mit dem Bremselement in verformtem Zustand;

[0079] Fig. 5: eine Längsschnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Knochenschraube; und

[0080] Fig. 6: eine Längsschnittansicht eines dritten Ausführungsbeispiels einer Knochenschraube.

[0081] In Fig. 1 ist ein insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnetes Knochenfixierungssystem zum Verbinden von mindestens zwei voneinander infolge einer Fraktur getrennten Knochenanteilen 12 schematisch dargestellt. Es umfasst eine Knochenplatte 14, oder auch mehrere, mit mehreren Durchbrechungen 16, welche in nicht dargestellter Weise mit einem in Fig. 1 schematisch angedeuteten Innengewinde 18 versehen sein können. Ferner umfasst das Knochenfixierungssystem 10 mehrere Knochenschrauben 20 und 22, die unterschiedlich ausgebildet sein können, und zwar sowohl hinsichtlich der Art als auch der Länge. Die Knochenschraube 22 umfasst einen starren, mit einem Außengewinde 24 versehenen Schaft 26, welcher an seinem proximalen Ende einen Kopf 28 mit einer in proximaler Richtung weisend geöffneten Werkzeugelementaufnahme 30 umfasst, die in Form eines Innenvielkants oder eines Innenvielrunds ausgebildet sein kann. Der Kopf 28 kann außen in nicht dargestellter Weise mit einem Außengewinde versehen sein, welches vorzugsweise zu dem an der Durchbrechung 16 vorgesehenen Innengewinde 18 korrespondierend ausgebildet ist, um die Knochenschraube 22 und die Knochenplatte 14 relativ zueinander definiert zu positionieren und aneinander festzulegen.

[0082] Die Knochenplatte 14 umfasst zwei relativ zueinander abgewinkelte Abschnitte 32 und 34, wobei der Abschnitt 32 etwa doppelt so breit ist wie der Abschnitt 34 und, im Gegensatz zum Abschnitt 34, vier Durchbrechungen 16 aufweist und nicht nur zwei.

[0083] Der Aufbau der Knochenschraube 20 wird nachfolgend in Verbindung mit den Fig. 2 bis Fig. 4B näher erläutert.

[0084] Die Knochenschraube 20 ist bei dem in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiel insgesamt dreiteilig ausgebildet und umfasst einen distalen Schraubenteil 36, einen proximalen Schraubenteil 38 sowie ein Bremselement 40 einer insgesamt mit dem Bezugszeichen 42 bezeichneten Bremseinrichtung.

[0085] Der distale Schraubenteil 36 umfasst ein distales Knochengewinde 44, der proximale Schraubenteil 38 ein proximales Knochengewinde 46. Ein proximales Ende des proximalen Schraubenteils 38 ist in Form eines sich konisch in proximaler Richtung erweiternden Kopfes 48 ausgebildet, welcher auf seiner Außenseite mit einem Außengewinde 46 versehen ist, welches zu dem an den Durchbrechungen 16 vorgesehenen Innengewinde 18 korrespondiert. Eine Steigung der beiden Knochengewinde 44 und 46 ist vorzugsweise identisch.

[0086] Der proximale Schraubenteil 38 umfasst ferner eine Werkzeugelementaufnahme 52, welche in proximaler Richtung weisend geöffnet ist und zum

kraft- und/oder formschlüssigen in Eingriff Bringen mit einem korrespondierend geformten Werkzeulement eines in den Figuren nicht dargestellten Einschraubwerkzeugs ausgebildet ist. Die Werkzeulementaufnahme **52** kann wahlweise im Querschnitt oval, vieleckig oder als Innenvielrund ausgebildet sein. Vorzugsweise ist die Werkzeulementaufnahme **52** in Form eines Innensechskants ausgebildet, wie er beispielhaft in den **Fig. 1** sowie **Fig. 4A** und **Fig. 4B** dargestellt ist.

[0087] Die Knochenschraube **20** umfasst ferner eine Axialkopplungseinrichtung zum beweglichen Kopeln des distalen Schraubenteils **36** und des proximalen Schraubenteils **38** in einer Richtung parallel zu einer Längsachse **56** der Knochenschraube **20**.

[0088] Die Axialkopplungseinrichtung **54** umfasst ein erstes Axialkopplungsglied **58** sowie ein zweites Axialkopplungsglied **60**, wobei das erste Axialkopplungsglied **58** im Bereich eines distalen Endes **62** des proximalen Schraubenteils **38** ausgebildet ist, das zweite Axialkopplungsglied **60** im Bereich eines proximalen Endes **64** des distalen Schraubenteils **36**. Die beiden Axialkopplungsglieder **58** und **60** stehen in einer Richtung parallel zur Längsachse **56** formschlüssig beziehungsweise im Wesentlichen formschlüssig miteinander in Eingriff.

[0089] Das erste Axialkopplungsglied **58** ist in Form eines zylindrischen Abschnitts **66** ausgebildet, welcher sich in distaler Richtung weisend in Verlängerung eines Schafts **68** des proximalen Schraubenteils **38** erstreckt.

[0090] Der zylindrische Abschnitt **66** umfasst ferner einen ringförmigen Vorsprung **70**, welcher im Querschnitt sechseckig geformt ist. Der zylindrische Abschnitt **66** bildet somit einen Axialkopplungsvorsprung **72**.

[0091] Das zweite Axialkopplungsglied **60** ist in Form einer Axialkopplungsaufnahme **74** ausgebildet, in welche der Axialkopplungsvorsprung **72** parallel zur Längsachse **56** eingeführt werden und in axialer Richtung verschoben werden kann.

[0092] Der zylindrische Abschnitt **66** ist insgesamt in drei Abschnitte unterteilt, einen zylindrischen Abschnitt **76**, welcher etwa halb so lang ist wie eine vom zylindrischen Abschnitt **66** definierte Länge **78**. Er schließt sich distalseitig an den Schaft **68** an und ragt über das proximale Knochengewinde **46** vor. Der Vorsprung **70** erstreckt sich etwa auf einer Länge parallel zur Längsachse **56**, die einem Viertel der Länge **78** entspricht. Distalseitig des Vorsprungs **70** schließt sich ein weiterer zylindrischer Abschnitt **80** an, dessen Länge parallel zur Längsachse **56** ebenfalls etwa einem Viertel der Länge **78** entspricht. Der zylindrische Abschnitt **80** weist einen Durchmesser auf, wel-

cher dem Durchmesser des zylindrischen Abschnitts **76** entspricht.

[0093] Die Axialkopplungsaufnahme **74** ist in Form eines Sacklochs **82** ausgebildet, welches einen inneren Querschnitt aufweist, welcher zum Vorsprung **70** korrespondiert.

[0094] Die Knochenschraube **20** umfasst ferner eine Drehkopplungseinrichtung **84** zum drehfesten Kopeln des distalen Schraubenteils **36** und des proximalen Schraubenteils **38** in Umfangsrichtung.

[0095] Die Drehkopplungseinrichtung **84** umfasst zwei miteinander zusammenwirkende erste und zweite Drehkopplungsglieder **86** und **88**, welche miteinander drehfest in Eingriff stehen. Sie sind in einer Richtung parallel zur Längsachse **56** formschlüssig oder im Wesentlichen formschlüssig ineinander einführbar.

[0096] Das erste Drehkopplungsglied **86** ist in Form eines parallel zur Längsachse **56** abstehenden Drehkopplungsvorsprungs **90** ausgebildet. Das zweite Drehkopplungsglied **88** ist in Form einer zum Drehkopplungsvorsprung **90** korrespondierend ausgebildeten Drehkopplungsaufnahme **92** ausgebildet.

[0097] Bei dem in den **Fig. 2** bis **Fig. 4B** dargestellten Ausführungsbeispiel der Knochenschraube **20** bildet das erste Axialkopplungsglied **58** mit dem Vorsprung **70** das erste Drehkopplungsglied **86**. Das zweite Axialkopplungsglied **60** bildet das zweite Drehkopplungsglied **88**. Damit ist das erste Drehkopplungsglied **86** am distalen Ende **62** beziehungsweise im Bereich desselben am proximalen Schraubenteil **38** angeordnet beziehungsweise ausgebildet. Das zweite Drehkopplungsglied **88** ist somit am proximalen Ende **64** beziehungsweise im Bereich desselben am distalen Schraubenteil **36** angeordnet beziehungsweise ausgebildet.

[0098] Die beiden Drehkopplungsglieder **86** und **88** weisen einen von einer Rotationssymmetrie abweichenden Querschnitt auf, und zwar das erste Drehkopplungsglied **86** zumindest im Bereich des Vorsprungs **70**. Die Querschnitte des ersten und des zweiten Drehkopplungsglieds **86**, **88** sind somit unrund. Sie können insbesondere oval, vieleckig oder in Form eines Innenvielrunds ausgebildet sein. Vorzugsweise sind sie, wie bei dem in den **Fig. 2** bis **Fig. 4B** dargestellten Ausführungsbeispiel der Knochenschraube **20**, sechseckig.

[0099] Die Knochenschraube **20** umfasst ferner eine Anschlagseinrichtung **94** zum Begrenzen eines Verschiebeweges **96** der beiden Schraubenteile **36** und **38** relativ zueinander. Sie umfasst einen ersten Anschlag **98** in Form eines in proximaler Richtung weisenden Bodens **100** des zweiten Axialkopplungs-

glieds **60**, an welchem das Ende **62** anschlagen kann zum Begrenzen einer Bewegung der Schraubenteile **36** und **38** aufeinander zu.

[0100] Die Anschlagereinrichtung **94** umfasst ferner einen zweiten Anschlag **102** zum Begrenzen einer Bewegung der beiden Schraubenteile **36** und **38** voneinander weg. Der zweite Anschlag **102** ist in Form eines nur wenig über eine innere Wandfläche der Axialkopplungsaufnahme **74** vorspringenden Ringkante **104** ausgebildet, an welcher eine in proximaler Richtung weisende Ringfläche **106** des Vorsprungs **70** anschlagen kann. Die Anschlagereinrichtung **94** wird somit insbesondere auch durch die Axialkopplungseinrichtung **54** gebildet.

[0101] Wie bereits erwähnt, umfasst die Knochenschraube **20** ferner die Bremseinrichtung **42** zum Erzeugen einer Bremskraft, symbolisiert in **Fig. 4B** durch den Pfeil **108**, infolge einer Bewegung des proximalen Schraubenteils **38** und des distalen Schraubenteils **36** aufeinander zu.

[0102] Die Bremseinrichtung **42** ist insbesondere derart ausgebildet, dass die erzeugte Bremskraft einer Bewegung des proximalen Schraubenteils **38** und des distalen Schraubenteils **36** aufeinander zu entgegengerichtet ist. Insbesondere ist die Bremseinrichtung des in den **Fig. 2** bis **Fig. 4B** schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels in Form einer unidirektionalen Bremseinrichtung ausgebildet. Dies bedeutet insbesondere, dass sie nur einer Bewegungsrichtung der Schraubenteile **36** und **38** relativ zueinander wirkt.

[0103] Das Bremsselement **40** der Bremseinrichtung **42** ist plastisch verformbar ausgebildet, und zwar in Form einer Feder **110**. Bei der Feder **110** handelt es sich vorzugsweise um eine weiche Feder **112**, die durch Ausglühen weich gemacht ist.

[0104] Das Bremsselement **40** stützt sich einerseits am distalen Schraubenteil **36** und andererseits am proximalen Schraubenteil **38** ab. Hierfür ist am distalen Schraubenteil **36** eine proximale Anschlagfläche **114** und am proximalen Schraubenteil **38** eine distale Anschlagfläche **116** ausgebildet. Die distale Anschlagfläche **116** wird gebildet durch eine in distaler Richtung weisende Endfläche **118** des ersten Axialkopplungsglieds **58**. Alternativ kann die distale Anschlagfläche auch in Form einer in distaler Richtung weisenden Ringfläche des proximalen Schraubenteils **38** ausgebildet sein.

[0105] Die proximale Anschlagfläche **114** ist in Form einer in proximaler Richtung weisenden, durch den Boden **100** definierten Bodenfläche **120** der Drehkopplungsaufnahme **92** ausgebildet, welche eine in proximaler Richtung offene Schraubenteilaufnahme **122** zum Aufnehmen eines Teils des proximalen

Schraubenteils **38** ausgebildet ist. Alternativ kann die proximale Anschlagfläche auch in Form einer in proximaler Richtung weisenden Ringfläche des distalen Schraubenteils **36** ausgebildet sein, an welcher sich die Feder **110** distalseitig abstützen kann.

[0106] Das Bremsselement **40** kann insbesondere derart ausgebildet sein, dass die mit der Bremseinrichtung **42** erzeugbare Bremskraft mit abnehmenden Abstand **124** zwischen einem proximalen Ende **126** des proximalen Schraubenteils **38** und einem distalen Ende **128** des distalen Schraubenteils **36** gleich bleibt. Alternativ können auch Bremsselemente ausgebildet und vorgesehen werden, bei denen die Bremskraft mit abnehmenden Abstand **124** zunimmt oder abnimmt.

[0107] Statt der Feder **110** können alternativ auch ein oder mehrere Bremsselemente zwischen die Endfläche **118** und die Bodenfläche **120** eingesetzt sein, welche aus einem plastisch verformbaren Körper gebildet sind, beispielsweise einem plastisch verformbaren Kunststoff oder Gelatine. Vorzugsweise sind alle Materialien, aus denen die Knochenschraube **20** gebildet ist, körperverträgliche Materialien.

[0108] Die Bremseinrichtung **42** hilft insbesondere, abrupte Bewegungen der Knochenteile **12** aufeinander zu zu vermeiden. Werden Kräfte, insbesondere Schläge, auf die Knochenteile **12** derart ausgeübt, dass sie aufeinander zu bewegt würden, führt dies zu einer Bewegung der in die Knochenteile **12** eingeschraubten Schraubenteile **36** und **38** aufeinander zu. Diese Bewegung wird jedoch durch die Bremseinrichtung **42** wie beschrieben abgeregelt.

[0109] Ist das Bremsselement **40** in Form der Feder **110** ausgebildet, kann eine Bewegung solange gebremst werden, bis die Feder **110** vollständig komprimiert ist, das heißt alle Windungen derselben aneinander anliegen. In **Fig. 4B** ist diese Stellung annähernd erreicht.

[0110] In **Fig. 5** ist beispielhaft ein zweites Ausführungsbeispiel einer Knochenschraube **20a** dargestellt, die in ihrem grundsätzlichen Aufbau mit der Knochenschraube **20** übereinstimmt. Identische Teile und Elemente der Knochenschraube **20a** sind daher mit Bezugszeichen bezeichnet, die mit dem Bezugszeichen der Knochenschraube **20** übereinstimmen, jedoch zusätzlich durch ein "a" ergänzt sind.

[0111] Der wesentliche Unterschied zwischen den Knochenschrauben **20a** und **20** besteht in der Ausbildung der Bremseinrichtung **42a**. Diese umfasst ein Bremsselement **40a**, welches sich am distalen Schraubenteil **36a** abstützt und relativ zum proximalen Schraubenteil **38a** an diesem bewegbar gehalten ist.

[0112] Das Bremsselement **40a** ist in Form eines Bremsrings **130a** ausgebildet, welcher den zylindrischen Abschnitt **76a** des proximalen Schraubenteils **38** umgibt, wobei der Bremsring **130a** und der zylindrische Abschnitt **76a** so bemessen sind, dass der zylindrische Abschnitt **76a** den Bremsring **130a** mit Übermaß durchsetzt.

[0113] Der Bremsring **130a** ist um die Längsachse **56a** relativ zu beiden Schraubenteilen **36a** und **38a** verdrehbar angeordnet. Optional wäre es auch denkbar, das Bremsselement **40a** nur relativ zum distalen Schraubenteil **36a** oder nur zum proximalen Schraubenteil **38a** verdrehbar anzuordnen. Dies kann beispielsweise durch eine drehfeste Verbindung zwischen dem Bremsselement **40a** und einem der beiden Schraubenteile **36a** und **38a** erreicht werden.

[0114] Der Bremsring **130a** weist eine in distaler Richtung weisende ringförmige Stützfläche **132a** auf, an welcher sich der distale Schraubenteil **36a** abstützt.

[0115] Ferner weist der Bremsring **130a** eine Bremsfläche **134a** auf, mit welcher der proximale Schraubenteil **38a** in Kontakt steht. Die Bremsfläche **134a** weist in Richtung auf die Längsachse **56a** hin und umgibt diese konzentrisch. Sie ist in Form einer in sich geschlossenen Ringfläche **136a** ausgebildet. Sie verläuft damit quer, nämlich senkrecht, zur Stützfläche **132a**.

[0116] Werden durch Ausüben einer Kraft mit einer Kraftkomponente parallel zur Längsachse **56a** die Schraubenteile **36a** und **38a** aufeinander zu bewegt, schiebt der distale Schraubenteil **36a** den Bremsring **130a** in proximaler Richtung relativ zum proximalen Schraubenteil **38**. Dies ist möglich, sobald eine Haftreibungskraft zwischen dem Bremsring **130a** und dem zylindrischen Abschnitt **76a** überwunden ist. Danach wird eine konstante Bremskraft, nämlich eine Gleitreibungskraft, ausgeübt, die in distaler Richtung weist und in Fig. 5 durch den Pfeil **138a** symbolisiert ist. Sie wirkt somit einer Bewegung der Schraubenteile **36a** und **38a** aufeinander zu entgegen.

[0117] Ein drittes Ausführungsbeispiel einer insgesamt mit dem Bezugszeichen **20b** bezeichneten Knochenschraube, ist beispielhaft in Fig. 6 dargestellt.

[0118] Bei der Knochenschraube **20b** sind die Axialkopplungsglieder **58b** und **60b** in Form eines in proximaler Richtung weisenden Axialkopplungsvorsprungs **72b** am distalen Schraubenteil **36b** und in Form einer nur in distaler Richtung geöffneten Axialkopplungsaufnahme **74b** ausgebildet, in die der Axialkopplungsvorsprung **72b** eingreift. In analoger Weise wie bei der Knochenschraube **20** ist ferner eine Drehkopplungseinrichtung **84b** vorgesehen, um eine axial bewegliche, jedoch in Umfangsrichtung dreh-

feste Verbindung zwischen den Schraubenteilen **36b** und **38b** herzustellen.

[0119] Zwischen dem proximalen Ende **126b** und dem distalen Ende **62b** des proximalen Schraubenteils **38** erstreckt sich ein durchgehender Kanal **140b**. Dieser umfasst zum einen die Axialkopplungsaufnahme **74** sowie eine sich an diese proximalseitig anschließende, im Durchmesser verringerte Bremskörperaufnahme **142b**, die sich bis zur Werkzeugelementaufnahme **52b** erstreckt.

[0120] Ein proximales Ende **64b** des distalen Schraubenteils **36b** definiert eine kreisförmige Endfläche **144b**, an welcher sich ein Bremsselement **40b** in Form eines zylindrischen Bremskörpers **146b** abstützt. Der Bremskörper **146b** ist klemmend in der Bremskörperaufnahme **142b** des proximalen Schraubenteils **38b** angeordnet. Die Bremskörperaufnahme **142b** ist in Form einer Bohrung **148b** ausgebildet.

[0121] Der Bremskörper **146b** in Form eines Stopfens **150b** ist formschlüssig beziehungsweise im Wesentlichen formschlüssig mit Übermaß in die Bohrung **148b** eingesetzt. In einer Ausgangsstellung der Knochenschraube **20b** taucht der Stopfen **150b** nur teilweise, nämlich ausgehend von seinem proximalen Ende, in den Kanal **140b** ein.

[0122] Wird nun auf die Knochenschraube **20b** eine Kraft mit einer Kraftkomponente parallel zur Längsachse **56b** ausgeübt, schiebt der distale Schraubenteil **36**, der mit dem proximalen Ende **64b** am Stopfen **150b** anliegt, diesen weiter in die Bohrung **148b** hinein.

[0123] Eine von der Längsachse **56b** weisende Außenfläche des Stopfens **150b** bildet eine Bremsfläche **134b**, die die Längsachse **56b** konzentrisch umgibt und quer, insbesondere senkrecht, zur Endfläche **144b** verläuft. Ist die auf die Knochenschraube **20b** ausgeübte Kraft hinreichend groß, um eine Haftreibung zwischen dem Stopfen **150b** und dem proximalen Schraubenteil **38b** zu überwinden, kann der Stopfen **150b** weiter in den Kanal **140b** hineingeschoben werden. Dadurch erhöht sich eine Kontaktfläche zwischen dem proximalen Schraubenteil **38b** und dem Bremskörper **146b**. Eine der Bewegung der Schraubenteile **36b** und **38b** aufeinander zu entgegenwirkende Bremskraft **138b** nimmt mit abnehmenden Abstand zwischen dem proximalen Ende **126b** und dem distalen Ende **128b** zu.

[0124] Sowohl die Knochenschraube **20a** als auch die Knochenschraube **20b** bremsen somit eine Bewegung der jeweiligen Schraubenteile aufeinander zu und vermeiden somit abrupte Bewegungen der miteinander verbundenen Knochenteile **12** relativ zueinander.

	Bezugszeichenliste		
		94	Anschlageinrichtung
		96	Verschiebung
10	Knochenfixierungssystem	98	erster Anschlag
		100	Boden
12	Knochenenteile	102	zweiter Anschlag
14	Knochenplatte	104	Ringkante
16	Durchbrechung	106	Ringfläche
18	Innengewinde	108, 108a, 108b	Pfeil
20, 20a, 20b	Knochenschraube	110	Feder
22	Knochenschraube	112	weiche Feder
24	Außengewinde	114	proximale Anschlagfläche
26	Schaft		che
28	Kopf	116	distale Anschlagfläche
30	Werkzeugelementaufnahme	118	Endfläche
		120	Bodenfläche
32	Abschnitt	122	Schraubenteilaufnahme
34	Abschnitt		me
36, 36a, 36b	distaler Schraubenteil	124, 124a, 124b	Abstand
38, 38a, 38b	proximaler Schraubenteil	126, 126a, 126b	proximales Ende
		128, 128a, 128b	distales Ende
40, 40a, 40b	Bremselement	130a	Bremsring
42, 42a, 42b	Bremseinrichtung	132a, 132b	Stützfläche
44	distales Knochengewinde	134a, 134b	Bremsfläche
		136a, 136b	Ringfläche
46	proximales Knochengewinde	138, 138a, 138b	Pfeil
		140b	Kanal
48	Kopf	142b	Bremskörperaufnahme
50	Außengewinde	144b	Endfläche
52, 52a, 52b	Werkzeugelementaufnahme	146b	Bremskörper
		148b	Bohrung
54, 54a, 54b	Axialkopplungseinrichtung	150b	Stopfen
		152b	proximales Ende
56, 56a, 56b	Längsachse		
58, 58b	erstes Axialkopplungsglied		
60, 60b	zweites Axialkopplungsglied		
62, 62a, 62b	distales Ende		
64, 64a, 64b	proximales Ende		
66	zylindrischer Abschnitt		
68	Schaft		
70	Vorsprung		
72, 72b	Axialkopplungsvorsprung		
74	Axialkopplungsaufnahme		
76	zylindrischer Abschnitt		
78	Länge		
80	zylindrischer Abschnitt		
82	Sackloch		
84, 84a, 84b	Drehkopplungseinrichtung		
86	erstes Drehkopplungsglied		
88	zweites Drehkopplungsglied		
90	Drehkopplungsvorsprung		
92	Drehkopplungsaufnahme		

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

- DE 102012106336 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Knochenschraube (**20; 20a; 20b**) mit einem distalen Schraubenteil (**36; 36a; 36b**) und einem proximalen Schraubenteil (**38; 38a; 38b**), welcher distale Schraubenteil (**36; 36a; 36b**) ein distales Knochengewinde (**44**) umfasst und welcher proximale Schraubenteil (**38; 38a; 38b**) ein proximales Knochengewinde (**46**) umfasst, wobei der distale Schraubenteil und der proximale Schraubenteil (**38; 38a; 38b**) relativ zueinander in einer Richtung parallel zu einer von der Knochenschraube (**20; 20a; 20b**) definierten Längsachse (**56; 56a; 56b**) verschiebbar sind, gekennzeichnet durch eine Bremseinrichtung (**42; 42a; 42b**) zum Erzeugen einer Bremskraft (**108; 108a; 108b**) infolge einer Bewegung des proximalen Schraubenteils (**38; 38a; 38b**) und des distalen Schraubenteils (**36; 36a; 36b**) aufeinander zu.
2. Knochenschraube nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremseinrichtung (**42; 42a; 42b**) derart ausgebildet ist, dass die erzeugte Bremskraft (**108; 108a; 108b**) einer Bewegung des proximalen Schraubenteils (**38; 38a; 38b**) und des distalen Schraubenteils (**36; 36a; 36b**) aufeinander zu entgegen gerichtet ist.
3. Knochenschraube nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremseinrichtung (**42; 42a; 42b**) in Form einer unidirektionalen Bremseinrichtung (**42; 42a; 42b**) ausgebildet ist.
4. Knochenschraube nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremseinrichtung (**42; 42a; 42b**) derart ausgebildet ist, dass die erzeugbare Bremskraft (**108; 108a; 108b**) mit abnehmendem Abstand (**124; 124a; 124b**) zwischen einem proximalen Ende (**126; 126a; 126b**) des proximalen Schraubenteils (**38; 38a; 38b**) und einem distalen Ende (**128; 128a; 128b**) des distalen Schraubenteils (**36; 36a; 36b**) gleich bleibt, zunimmt oder abnimmt.
5. Knochenschraube nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremseinrichtung (**42; 42a; 42b**) mindestens ein Bremssegment (**40**) umfasst, welches sich einerseits am distalen Schraubenteil (**36**) und andererseits am proximalen Schraubenteil (**38**) abstützt.
6. Knochenschraube nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Bremssegment (**40**) plastisch verformbar ausgebildet ist.
7. Knochenschraube nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bremssegment (**40**) in Form einer Feder (**110**), insbesondere in Form einer weichen Feder (**112**) ausgebildet ist.
8. Knochenschraube nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Feder (**110**) durch Ausglühen weich gemacht ist.
9. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich das mindestens eine Bremssegment (**40**) an einer proximalen Anschlagfläche (**114**) des distalen Schraubenteils (**36**) und an einer distalen Anschlagfläche (**116**) des proximalen Schraubenteils (**38**) abstützt.
10. Knochenschraube nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die distale Anschlagfläche (**116**) in Form einer distalen Endfläche (**118**) des proximalen Schraubenteils (**38**) oder in Form einer in distaler Richtung weisenden Ringfläche des proximalen Schraubenteils (**38**) ausgebildet ist.
11. Knochenschraube nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die proximale Anschlagfläche (**114**) in Form einer in proximaler Richtung weisenden Bodenfläche (**120**) einer in proximaler Richtung offenen Schraubenteilaufnahme (**122**) zum Aufnehmen des proximalen Schraubenteils (**38**) oder in Form einer in proximaler Richtung weisenden Ringfläche des distalen Schraubenteils (**36**) ausgebildet ist.
12. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremseinrichtung (**42a; 42b**) mindestens ein Bremssegment (**40a; 40b**) umfasst, welches sich am distalen Schraubenteil (**36a; 36b**) oder am proximalen Schraubenteil abstützt und relativ zum und am jeweils anderen Schraubenteil (**38a; 38b**) bewegbar gehalten ist.
13. Knochenschraube nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Bremssegment (**40a; 40b**) mindestens eine Stützfläche (**132a; 132b**), an welcher sich der distale oder der proximale Schraubenteil (**36a; 36b**) abstützt, und eine Bremsfläche (**134a; 134b**) aufweist, mit welcher der jeweils andere Schraubenteil (**38a; 38b**) in Kontakt steht.
14. Knochenschraube nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremsfläche (**134a; 134b**) quer, insbesondere senkrecht zur Stützfläche (**132a; 132b**) verläuft.
15. Knochenschraube nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremsfläche (**134a; 134b**) in Form einer in sich geschlossenen Ringfläche (**136a; 136b**) ausgebildet ist.
16. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremsfläche (**134a; 134b**) in Richtung auf die Längsachse (**56a**) hin oder radial von der Längsachse (**56b**) weg weist.

17. Knochenschraube nach 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremsfläche (**134a**; **134b**) konzentrisch oder im Wesentlichen konzentrisch zur Längsachse (**56a**; **56b**) ausgebildet ist.

18. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Bremssegment (**40b**) in Form eines Bremskörpers (**146b**) ausgebildet ist, welcher klemmend in einer Bremskörperaufnahme (**142b**) des distalen oder proximalen Schraubenteils (**38b**) angeordnet ist.

19. Knochenschraube nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremskörperaufnahme (**142b**) in Form einer Bohrung (**148b**) ausgebildet ist und dass der Bremskörper (**146b**) in Form eines in die Bohrung (**148b**) formschlüssig oder im Wesentlichen formschlüssig mit Übermaß eingesetzten Stopfens (**150b**) ausgebildet ist.

20. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Bremssegment (**40a**) in Form eines Bremsrings (**130a**) ausgebildet ist, welcher einen Schaftabschnitt (**76a**) des distalen oder proximalen Schraubenteils (**38a**) umgibt, und dass der Schaftabschnitt (**76a**) den Bremsring (**130a**) mit Übermaß durchsetzt.

21. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 12 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Bremssegment (**40a**) um die Längsachse (**56a**) relativ zum ersten und/oder zweiten Schraubenteil (**36a**, **38a**) verdrehbar angeordnet ist.

22. Knochenschraube nach einem der voranstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Drehkopplungseinrichtung (**84**; **84a**; **84b**) zum drehfesten Koppeln des distalen Schraubenteils (**36**; **36a**; **36b**) und des proximalen Schraubenteils (**38**; **38a**; **38b**) in Umfangsrichtung.

23. Knochenschraube nach einem der voranstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Anschlagvorrichtung (**94**) zum Begrenzen eines Verschiebeweges (**96**) des ersten und des zweiten Schraubenteils (**36**, **38**) relativ zueinander.

24. Knochenschraube nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der proximale Schraubenteil (**38b**) einen sich parallel zur Längsachse (**56b**) verlaufenden Kanal (**140b**) umfasst, welcher sich von einem proximalen bis zu einem distalen Ende (**126b**, **62b**) des proximalen Schraubenteils (**38b**) erstreckt.

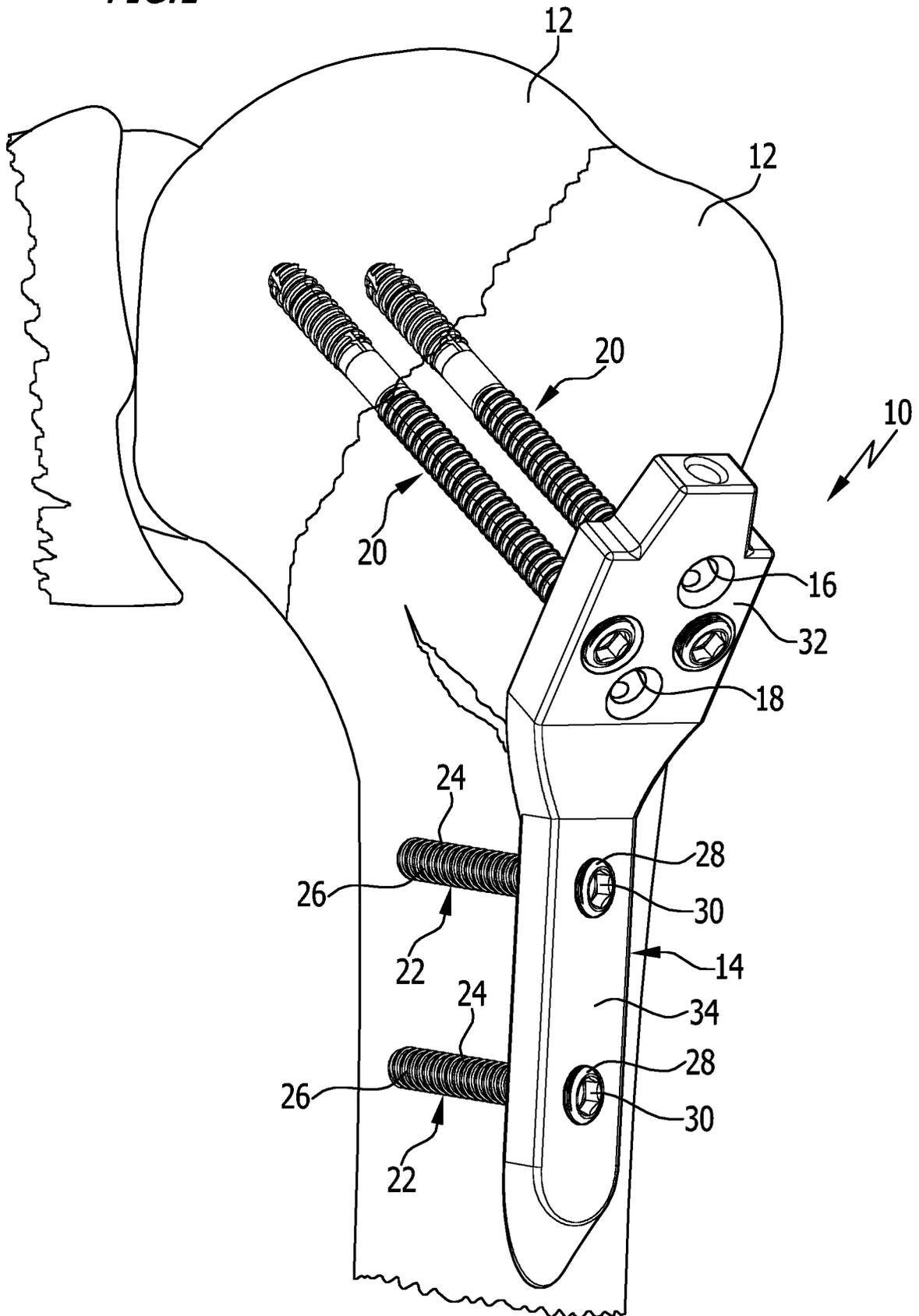
25. Knochenfixierungssystem (**10**) zum Verbinden von mindestens zwei voneinander (**12**), insbesondere infolge einer Fraktur, getrennten Knochen-

teilen (**12**), umfassend mindestens eine mindestens eine Durchbrechung (**16**) aufweisende Knochenplatte (**14**) und mindestens eine durch die Durchbrechung mindestens teilweise durchführbare Knochenschraube (**20**, **22**; **20a**; **20b**), **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Knochenschraube (**20**; **20a**; **20b**) eine Knochenschraube (**20**; **20a**; **20b**) nach einem der voranstehenden Ansprüche ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1



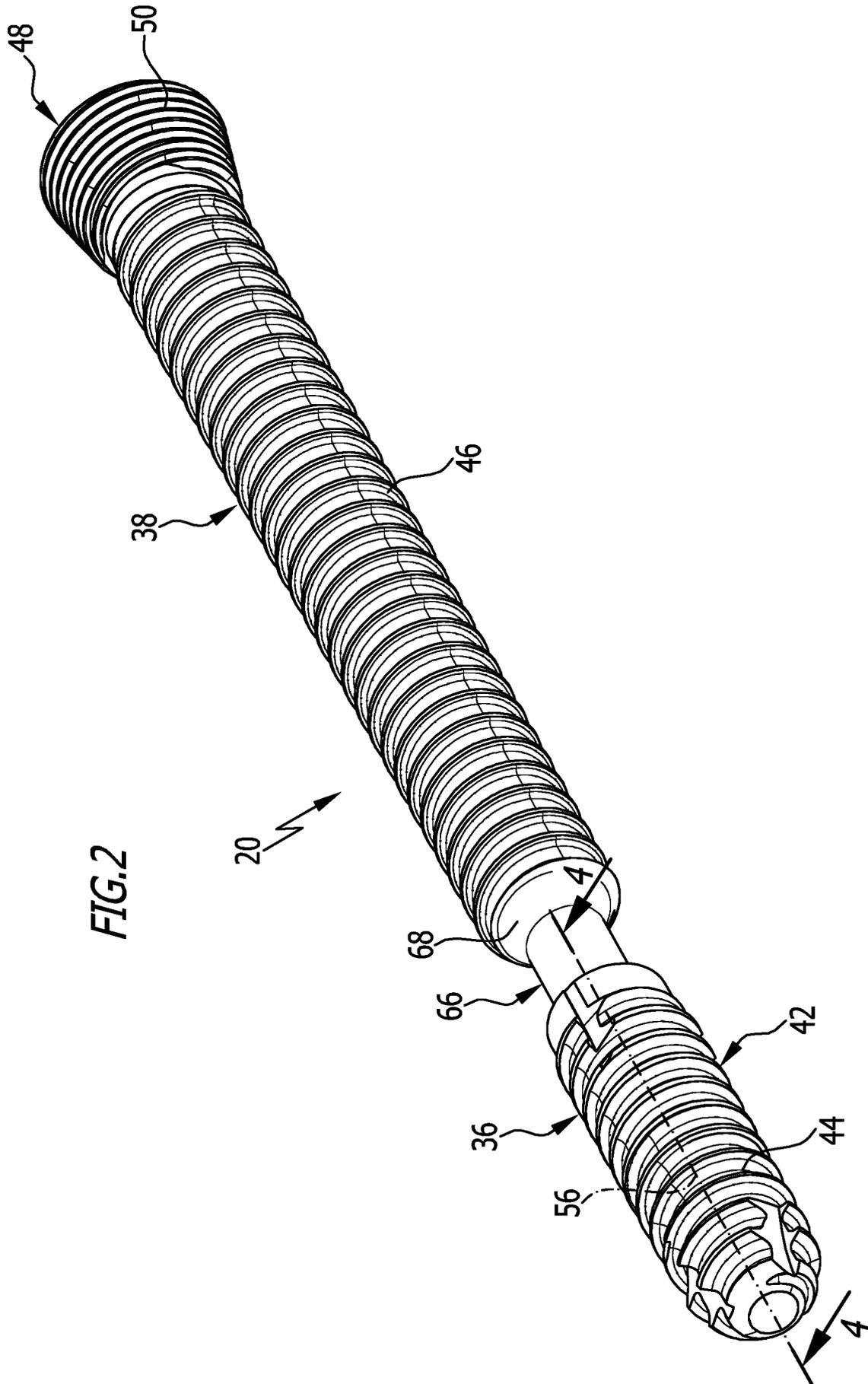


FIG.3

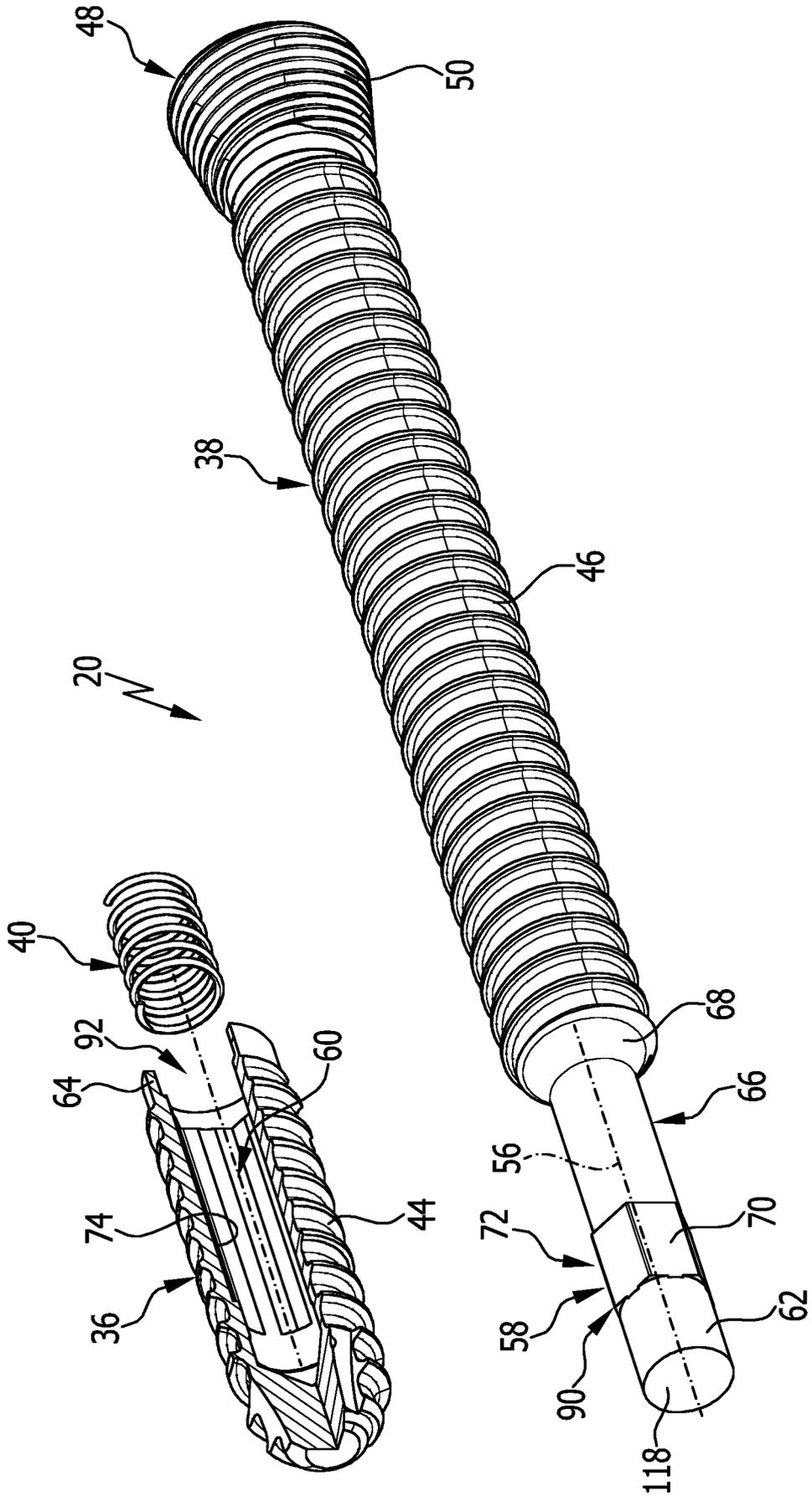


FIG. 4A

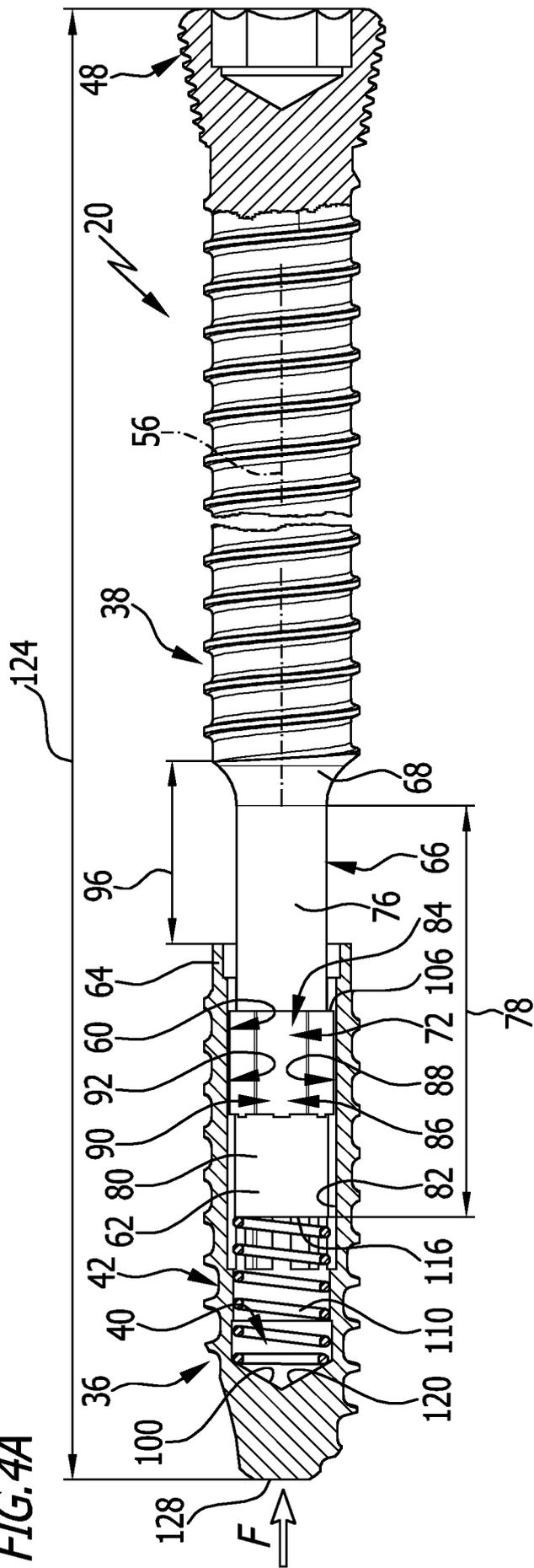


FIG. 4B

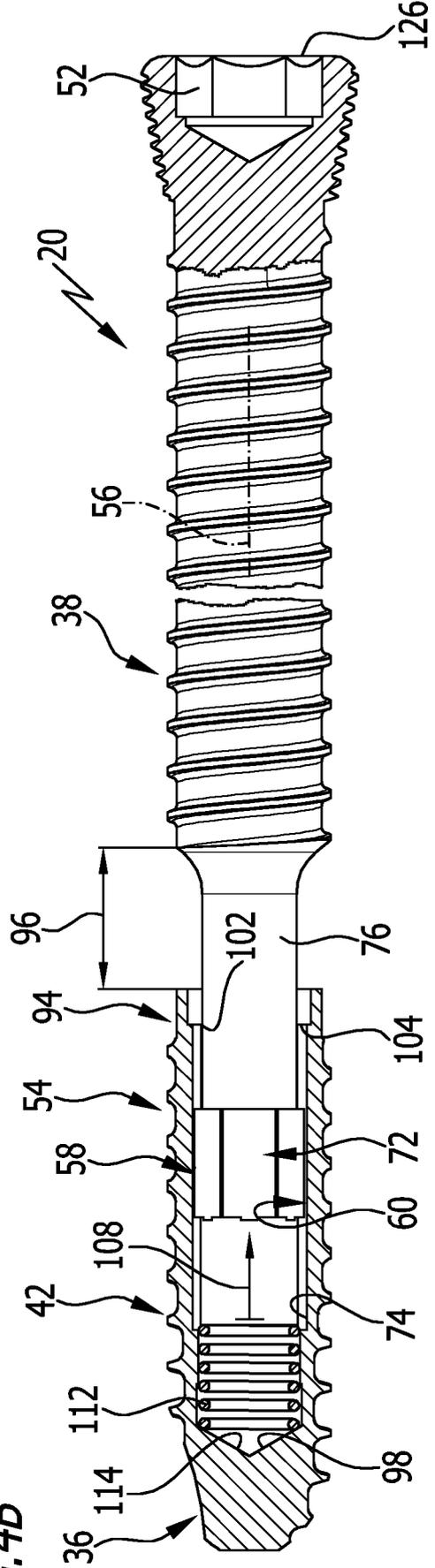


FIG.5

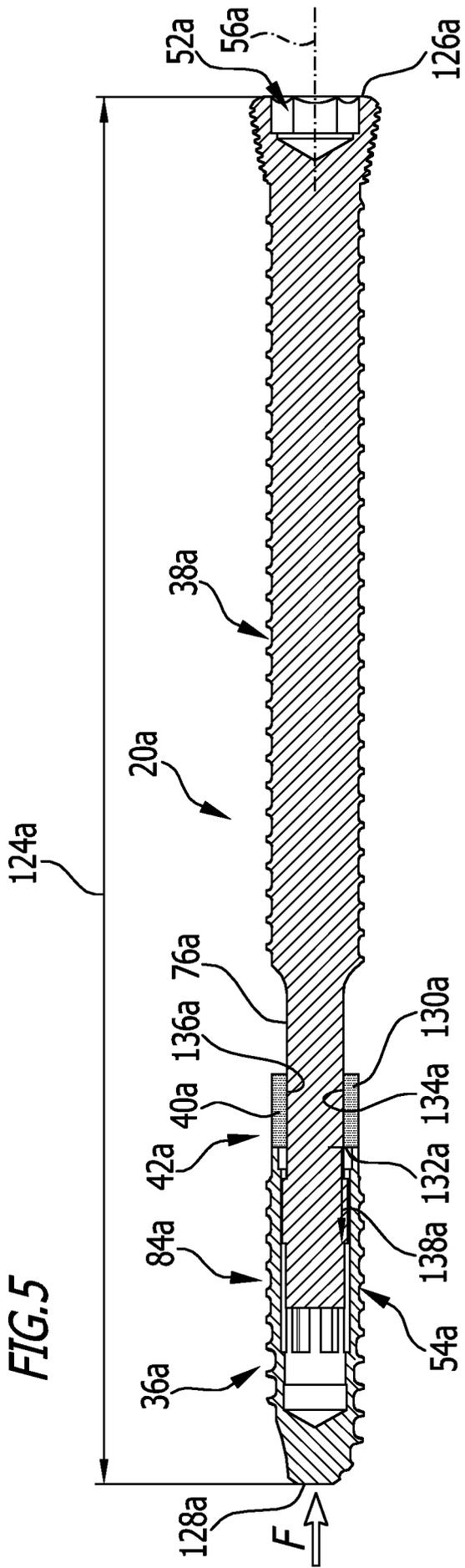


FIG.6

