

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 50672/2017
(22) Anmeldetag: 14.08.2017
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2019

(51) Int. Cl.: **A61B 17/86** (2006.01)
A61L 27/36 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 0164141 A1

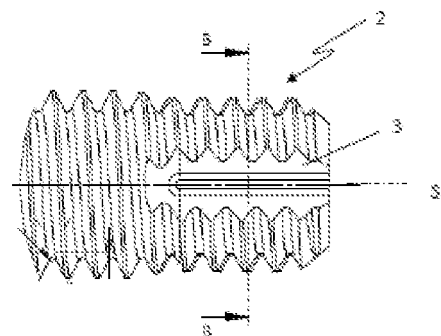
(73) Patentinhaber:
surgebright GmbH
4040 Lichtenberg (AT)

(74) Vertreter:
KLIMENT & HENHAPEL Patentanwälte OG
1010 Wien (AT)

(54) **Knochenschraube**

(57) Knochentransplantat aus einem kortikalen Knochenmaterial für die chirurgisch operative Osteosynthese mit einem zylindrischen Schraubenschaft (1), der mit einem Außengewinde versehen ist, sowie einem Schraubenkopf (2) zur Einleitung eines Eindrehmoments, bei dem erfindungsgemäß vorgeschlagen wird, dass der Schraubenkopf (2) eine um eine Schraubenkopfachse (S) rotationssymmetrische Außenmantelfläche aufweist, die mit einem Außengewinde versehen ist, sowie zumindest zwei um die Schraubenkopfachse (S) verteilt angeordnete, in Richtung der Schraubenkopfachse (S) axial verlaufende und in die Stirnfläche des freien Endes des Schraubenkopfes (2) mündende Ausnehmungen (3) zur Aufnahme eines Eindrehwerkzeuges aufweist, wobei die Ausnehmungen (3) jeweils durch sich von der Außenmantelfläche in Richtung der Schraubenkopfachse (S) erstreckende Seitenflächen (4) gebildet werden, die in einem achsnahen Flächenabschnitt ineinander übergehen. Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausführung des Schraubenkopfes (2) werden die Einleitung des Eindrehmoments optimiert und neue chirurgische Einsatzgebiete wie beispielsweise bei der intramedullären Schienung, ein arthroskopischer Einsatz und tiefes Versenken des Transplantats in den Lagerknochen ermöglicht.

Fig. 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Knochentransplantat aus einem kortikalen Knochenmaterial für die chirurgisch operative Osteosynthese mit einem zylindrischen Schraubenschaft, der mit einem Außengewinde versehen ist, sowie einem Schraubenkopf zur Einleitung eines Eindrehmoments, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Schrauben für die chirurgisch operative Osteosynthese werden in herkömmlicher Weise aus Metall bzw. Metalllegierungen gefertigt. Ferner sind Schrauben aus resorbierbarem Material, etwa Polyglykolid und Polylaktid, bekannt. Schrauben dieser Art weisen in der chirurgischen Praxis allerdings mehrere Nachteile auf. So müssen etwa Schrauben aus Metall bzw. Metalllegierungen einerseits durch eine Zweitoperation wieder entfernt werden, und unterliegen andererseits Veränderungen durch Korrosion. Damit erhöhen sich die Kosten im Gesundheitssystem, sowie die gesundheitlichen Risiken für jeden Patienten durch eine neuerliche Operation. Bei den meisten Knochenfrakturen erfolgt die operative Versorgung mit Platte und einer Vielzahl an Schrauben, die später wieder entfernt werden müssen.

[0003] Sämtliche resorbierbaren Materialien im menschlichen oder tierischen Körper wiederum bilden zwar je nach Material eine mehr oder weniger feste Brücke zwischen den zu osteosynthetisierenden Knochen, werden aber aufgelöst, was die Festigkeit der Osteosynthese der betroffenen Knochen negativ beeinflusst. Des Weiteren führen manche resorbierbare Synthesematerialien während ihres Abbaus zu großen Osteolysen in dem umgebenden Knochen, also zu einem Wegweichen des Empfängerknöchens von der Schraube.

[0004] Schrauben aus allogenem Knochen (Femur und Tibia-Corticalis) verfügen hingegen über mehrere Vorteile. Sie werden ohne Abstoßungsreaktion vaskularisiert und umgebaut, und sind vor allem für Osteosynthesen dort geeignet, wo kleine Knochenfragmente zusammengefügt werden müssen, da durch die Schraube bereits bei der Operation eine tragende Knochenbrücke entsteht, die sich vom Zeitpunkt der Operation an verbessert, indem sie sich umbaut und voll in den lebenden Knochen integriert und eingebaut wird. Schrauben mit einem Durchmesser von 3-4 mm etwa werden innerhalb von 2 Monaten vollständig mit Gefäßen durchwachsen. Diese Knochenschrauben können daher auch als Knochentransplantate bezeichnet werden. Im Gegensatz dazu stellen Metallschrauben eher ein Hindernis für die Knochenneubildung dar, insbesondere verringern sie durch deren bloße Präsenz die zur Verfügung stehende Oberfläche, die für die Knochenheilung vorhanden wäre. Abbaubare Materialien wiederum haben ihre maximale Festigkeit zum Zeitpunkt der Operation. Für sie gelten dieselben Nachteile wie für die Metallschrauben, des Weiteren nimmt die Festigkeit rapide ab, sobald der Abbauprozess eintritt, wodurch die zu osteosynthetisierende Knochenstelle zumindest vorübergehend wieder eine Schwächung erfährt.

[0005] Des Weiteren entfällt bei Knochenschrauben aus allogenem Knochen eine Zweitoperation zur Entfernung des Osteosynthesematerials, da der Knochen vollständig in eigenen Knochen umgewandelt (nicht resorbiert!) wird. Für den Patienten verringert sich somit das Operationsrisiko, für das Gesundheitssystem verringern sich gezwungenermaßen die Kosten. Schrauben aus allogenem Knochen stören auch nicht bei der Anwendung bildgebender Verfahren, im Gegensatz zu Metallschrauben, die störende Artefakte im MRI und CT hinterlassen. Auch Nachuntersuchungen sind problemlos möglich, und lassen eine bessere Beurteilung des Heilungserfolges zu. Daher eignen sich Schrauben aus Knochenmaterial auch dazu im Knochen zur Gänze versenkt zu werden, etwa auch im Rahmen einer intramedullären Platzierung der Schraube in der Markhöhle beispielsweise von Röhrenknochen.

[0006] Allerdings muss bei der Anwendung von Schrauben aus allogenem Knochen in der chirurgischen Praxis beachtet werden, dass sie sich hinsichtlich Eindrehwiderstand und Festigkeit erheblich von Metallschrauben unterscheiden. Da sie aus allogener, humaner Corticalis gewonnen werden, ist nicht zu erwarten, dass Kenntnisse zu Gewindeformen, Eindrehwiderstand oder Festigkeit wie sie von Schrauben aus Metall bekannt sind, ohne weiteres übertragbar sind. Tatsächlich besteht hierin auch ein Grund dafür, dass Schrauben aus autologem oder

allogenem Knochen bislang in der chirurgischen Praxis noch wenig Verbreitung gefunden haben.

[0007] Zudem erweist es sich bei Schrauben aus kortikalem Knochenmaterial ungleich schwieriger Zug- oder Kompressionsschrauben insbesondere mit selbstschneidendem Gewinde herzustellen. Zug- oder Kompressionsschrauben ziehen im Zuge des Einschraubens die beiden zu verbindenden Knochenteile zueinander. Der Operateur setzt hierzu in eine vorgefertigte Bohrung die Schraube ein, die in vorteilhafter Weise über ein selbstschneidendes Gewinde verfügt, wobei die Schraube nach Durchtritt durch den ersten Knochenteil und Eintritt in den zweiten Knochenteil beide Knochenteile aneinander presst. Falls die Schraube über kein selbstschneidendes Gewinde verfügt, muss in die vorgefertigte Bohrung zunächst ein Gewinde vorgeschritten werden, bevor die Schraube eingedreht werden kann. Die Anwendung von Schrauben aus Knochenmaterial fand nicht zuletzt auch deshalb bislang noch wenig Verbreitung, da die Anfertigung von Zug- oder Kompressionsschrauben insbesondere mit selbstschneidendem Gewinde als unmöglich galt, weil das erforderliche Eindrehmoment nicht gewährleistet werden könne.

[0008] Es ist somit das Ziel der Erfindung Schrauben aus kortikalem Knochen so zu verbessern, dass das maximal mögliche Eindrehmoment vergrößert wird und eine optimale Festigkeit der Knochenverbindung erreicht wird. Insbesondere sollen Anwendungen wie die Herstellung einer Zug- oder Kompressionsschraube, oder die Herstellung einer intramedullären Schienung erleichtert werden.

[0009] Diese Ziele werden durch die Merkmale von Anspruch 1 erreicht. Anspruch 1 bezieht sich auf ein Knochenimplantat aus einem kortikalen Knochenmaterial für die chirurgisch operative Osteosynthese mit einem zylindrischen Schraubenschaft, der mit einem Gewinde versehen ist, sowie einem Schraubenkopf zur Einleitung eines Eindrehmoments. Erfindungsgemäß wird hierbei vorgeschlagen, dass der Schraubenkopf eine um eine Schraubenkopfachse rotationssymmetrische Außenmantelfläche aufweist, die mit einem Außengewinde versehen ist, sowie zumindest zwei um die Schraubenkopfachse verteilt angeordnete, in Richtung der Schraubenkopfachse axial verlaufende und in die Stirnfläche des freien Endes des Schraubenkopfes mündende Ausnehmungen zur Aufnahme eines Eindrehwerkzeuges aufweist, wobei die Ausnehmungen jeweils durch sich von der Außenmantelfläche in Richtung der Schraubenkopfachse erstreckende Seitenflächen gebildet werden, die in einem achsnahen Flächenabschnitt ineinander übergehen.

[0010] Erfindungsgemäß ist somit auch der Schraubenkopf mit einem Außengewinde versehen und trägt somit zur Festigkeit der Knochenverbindung bei. Insbesondere kann auch der Schraubenkopf beispielsweise im Rahmen einer intramedullären Schienung in den Knochen eingedreht werden ohne abgeschnitten werden zu müssen. Das Außengewinde wird lediglich von den erfindungsgemäß zur Einleitung eines Eindrehmoments vorgesehenen, axial verlaufenden Ausnehmungen unterbrochen, deren Seitenflächen sich von der Außenmantelfläche in Richtung der Schraubenkopfachse erstrecken und in einem achsnahen Flächenabschnitt ineinander übergehen. Im Bereich der Schraubenkopfachse verbleibt somit Knochenmaterial, es werden lediglich axiale Ausnehmungen in den Außenmantel des Schraubenkopfes eingefräst, die in die Stirnfläche des Schraubenkopfes münden. In diese Ausnehmungen können axiale Fortsätze eines Eindrehwerkzeuges stirnseitig axial eingeschoben werden. Das Eindrehmoment wird in weiterer Folge auf die Seitenflächen der Ausnehmungen ausgeübt. Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausführung des Schraubenkopfes kann das maximale Eindrehmoment jedoch erhöht werden, da die Festigkeit des Schraubenkopfes durch Wegnahme einer geringstmöglichen Menge an Knochenmaterial erhöht wird. Zudem wird das Eindrehmoment auf kinematisch günstige Weise im äußeren Umfangsbereich des Schraubenkopfes eingebracht. Das maximale Eindrehmoment kann auf diese Weise ausreichend erhöht werden, um auch eine Anwendung von Knochenschrauben als Zug- oder Kompressionsschrauben zu ermöglichen. Zudem konnte der Anmelder zeigen, dass sogar die Ausführung eines selbstschneidenden Gewindes zur Anwendung im spongiösen Knochenbereich möglich ist und die Knochenschraube aus kortikalem Knochenmaterial somit in der Lage ist im spongiösen Knochen verwendet zu werden, ohne vorher ein Gewinde im spongiösen Knochen vorschneiden zu müssen.

[0011] Das Eindrehmoment kann zusätzlich erhöht werden, indem die von der Außenmantelfläche in Richtung der Schraubenschraufachse verlaufenden Seitenflächen der Ausnehmungen konvex ausgeführt sind und der achsnahe Flächenabschnitt konkav ausgeführt ist. Auf diese Weise können die Kontaktfläche für die Fortsätze des Eindrehwerkzeuges sowie die verbleibende Knochenmenge im Schraubenschraufkopf erhöht werden. Beides erhöht das Eindrehmoment. Zudem wird dadurch auch im Schraubenschraufkopfbereich die Knochenoberfläche vergrößert und das Einwachsen in den Lagerknochen verbessert.

[0012] Weiters wird zur Erhöhung des Eindrehmoments vorgeschlagen, dass vier symmetrisch um die Schraubenschraufachse verteilt angeordnete Ausnehmungen vorgesehen sind. Im Zuge des axialen Einführens der Fortsätze des Eindrehwerkzeuges werden im Fall von vier symmetrisch um die Schraubenschraufachse verteilt angeordneten Ausnehmungen bei den für Schraubenschrauben üblichen Durchmesser im einstelligen Millimeterbereich die zwischen den Ausnehmungen verbleibenden Schraubenschraufkopfbereiche von den Fortsätzen des Eindrehwerkzeuges umgriffen und gewissermaßen „eingespannt“, wodurch ein Abbrechen von Knochenmaterial unterbunden wird.

[0013] Des Weiteren wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, dass die Ausnehmungen an ihrem der Stirnfläche abgewandten axialen Ende einen Bereich aufweisen, in dem sich die in radialer Richtung gemessene Tiefe der Ausnehmungen stetig verringert. Werden axiale Fortsätze eines Eindrehwerkzeuges axial in die Ausnehmungen eingeführt, bilden diese Bereiche verringerter Tiefe zusätzlich zu dem zwischen Ausnehmungen und Fortsätzen gebildeten Formschluss einen Reibschluss zu den Fortsätzen, wodurch die Kopplungskräfte erhöht werden. Auf diese Weise wird auch ein endoskopischer oder arthroskopischer Einsatz der Schraube ermöglicht. Ein weiterer Vorteil dieser Ausführung besteht darin, dass die Herstellung der Schraubenschraube sehr erleichtert wird, da sie im Zuge der Herstellung sterilisiert werden muss und dabei eine geringe Schrumpfung erfährt, die den Formschluss zum Eindrehwerkzeug beeinträchtigen könnte. Aufgrund des zusätzlichen Reibschlusses können hohe Kopplungskräfte gewährleistet werden, auch wenn das Knochenmaterial im Zuge der Sterilisierung eine Schrumpfung erfahren hat.

[0014] Zur Ausführung einer Zug- oder Kompressionsschraube wird vorgeschlagen, dass das über Schraubenschraufchaft und Schraubenschraufkopf verlaufende Außengewinde zwei Abschnitte unterschiedlicher Gewindesteigung aufweist. Diese beiden Abschnitte liegen jeweils in den zu verbindenden Knochenbereichen. Aufgrund der unterschiedlichen Gewindesteigung werden bei einem bestimmten Drehwinkel, der freilich für beide Abschnitte gleich ist, die zu verbindenden Knochenbereiche aneinander gepresst.

[0015] Zur Ausführung einer Schraube mit selbstschneidendem Gewinde wird vorgeschlagen, dass das über Schraubenschraufchaft und Schraubenschraufkopf verlaufende Außengewinde zwei Abschnitte mit unterschiedlichem Gewindeaußendurchmesser aufweist. Der Schraubenschraufkopf liegt dabei im Bereich mit dem größeren Gewindeaußendurchmesser. Bei einer solchen Schraube kann im Zuge der operativen Osteosynthese zunächst ein Kernloch für den größeren Gewindeaußendurchmesser in einem ersten Knochenenteil vorgefertigt werden, und durch das größere Kernloch hindurch ein Kernloch für den geringeren Gewindeaußendurchmesser in einem zweiten Knochenenteil, der mit dem ersten Knochenenteil verbunden werden soll. Die Schraube kann nun ohne vorher ein Gewinde in das jeweilige Kernloch einschneiden zu müssen mit dem Abschnitt mit dem geringeren Gewindeaußendurchmesser durch das Kernloch für den größeren Gewindeaußendurchmesser eingeführt werden, bis es in das Kernloch des zweiten Knochenenteils eingedreht werden kann. In weiterer Folge tritt die Schraube mit ihrem Abschnitt mit größerem Gewindeaußendurchmesser in das Kernloch des ersten Knochenenteils ein und schneidet sich dort selbsttätig das Gewinde.

[0016] Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausführung des Schraubenschraufkopfes wird die Einleitung des Eindrehmoments optimiert, also die Übertragung des über ein Eindrehwerkzeug auf den Schraubenschraufkopf ausgeübten Drehmoments. Die erfindungsgemäßen Ausnehmungen gestatten dabei auch ein Fluchten des äußeren Schraubenschraufkopfdurchmessers mit dem äußeren Durch-

messer des Schraubenschaftes sowie mit dem äußeren Durchmesser des Eindrehwerkzeuges und ermöglichen dadurch auch neue chirurgische Einsatzgebiete wie beispielsweise bei der intramedullären Schienung oder beim arthroskopischen Einsatz. Ein großer Vorteil besteht zudem darin, dass das Schraubentransplantat in jeder beliebigen Knochentiefe versenkt werden kann. Der Gewindeaußendurchmesser des Knochentransplantats liegt dabei vorzugsweise zwischen 6,0mm und 3,5mm.

[0017] Die Erfindung wird Im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen mithilfe der beiliegenden Figuren näher erläutert. Hierbei zeigen die

[0018] Fig. 1 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Knochentransplantats,

[0019] Fig. 2 das Detail A der Fig. 1,

[0020] Fig. 3 einen Querschnitt entlang der Schnittebene B-B der Fig. 2,

[0021] Fig. 4 eine Ausführungsform einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Knochentransplantats,

[0022] Fig. 5 das Detail A der Fig. 4,

[0023] Fig. 6 das Detail C der Fig. 4,

[0024] Fig. 7 einen Querschnitt entlang der Schnittebene B-B der Fig. 5,

[0025] Fig. 8 eine Seitenansicht einer Ausführungsform eines Eindrehwerkzeuges für ein erfindungsgemäßes Knochentransplantat,

[0026] Fig. 9 das Detail A der Fig. 8, und die

[0027] Fig. 10 einen Querschnitt entlang der Schnittebene B-B der Fig. 9.

[0028] Zunächst wird auf die Fig. 1-3 eingegangen, die eine erste Ausführungsform eines Knochentransplantats aus einem kortikalen Knochenmaterial für die chirurgisch operative Osteosynthese zeigen. Das Knochentransplantat weist einen zylindrischen Schraubenschaft 1 auf, der mit einem Außengewinde versehen ist, sowie einen Schraubenkopf 2 zur Einleitung eines Eindrehmoments, der auch einheilt und nicht weggeschnitten werden muss wie herkömmliche Schraubenköpfe. Der Schraubenkopf 2 weist ferner eine um eine Schraubenkopfachse S rotationssymmetrische Außenmantelfläche auf, die ebenfalls mit einem Außengewinde versehen ist, sowie vier um die Schraubenkopfachse S verteilt angeordnete, in Richtung der Schraubenkopfachse S axial verlaufende und in die Stirnfläche des freien Endes des Schraubenkopfes 2 mündende Ausnehmungen 3 zur Aufnahme eines Eindrehwerkzeuges (siehe Fig. 2 und 3). Die axial verlaufenden Ausnehmungen 3 werden jeweils durch sich von der Außenmantelfläche in Richtung der Schraubenkopfachse S erstreckende Seitenflächen 4 gebildet, die in einem achsnahen Flächenabschnitt ineinander übergehen. (siehe Fig. 3). Die Ausnehmungen 3 weisen dabei an ihrem der Stirnfläche abgewandten axialen Ende einen Bereich auf, in dem sich die in radialer Richtung gemessene Tiefe der Ausnehmungen 3 stetig verringert (siehe Fig. 2). Wie insbesondere der Fig. 3 zu entnehmen ist, sind die von der Außenmantelfläche in Richtung der Schraubenkopfachse S verlaufenden Seitenflächen 4 der Ausnehmungen 3 konvex ausgeführt sind, und der achsnahe Flächenabschnitt konkav.

[0029] Wie den Fig. 1-3 zu entnehmen ist, erstreckt sich das Außengewinde mit unveränderten Gewindeparametern sowohl über den Schraubenschaft 1, als auch über den Schraubenkopf 2. Der Schraubenkopf 2 trägt somit zur Festigkeit der Knochenverbindung bei. Insbesondere kann auch der Schraubenkopf 2 beispielsweise im Rahmen einer intramedullären Schienung in den Knochen eingedreht werden ohne abgeschnitten werden zu müssen. Das Außengewinde wird lediglich von den zur Einleitung eines Eindrehmoments vorgesehenen, axial verlaufenden Ausnehmungen 3 unterbrochen. Im Bereich der Schraubenkopfachse S verbleibt somit Knochenmaterial mit einem Kerndurchmesser D, wie in der Fig. 3 eingezeichnet ist, da lediglich axiale Ausnehmungen 3 in den Außenmantel des Schraubenkopfes 2 eingefräst werden, die in die Stirnfläche des Schraubenkopfes 2 münden. In diese Ausnehmungen 3 können axiale Fortsätze 5 eines Eindrehwerkzeuges 6 (siehe Fig. 8) stirnseitig axial eingeschoben werden. Das Ein-

drehmoment wird in weiterer Folge auf die Seitenflächen 4 der Ausnehmungen 3 ausgeübt. Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausführung des Schraubenkopfes 2 kann das maximale Enddrehmoment jedoch erhöht werden, da die Festigkeit des Schraubenkopfes 2 durch Wegnahme einer geringstmöglichen Menge an Knochenmaterial erhöht wird. Zudem wird das Eindrehmoment auf kinematisch günstige Weise im äußeren Umfangsbereich des Schraubenkopfes 2 eingebracht. Das maximale Eindrehmoment kann auf diese Weise ausreichend erhöht werden, um auch eine Anwendung von Knochenschrauben als Zug- oder Kompressionschrauben zu ermöglichen. Zudem wird sogar die Ausführung eines selbstschneidenden Gewindes zur Anwendung im spongiösen Knochenbereich möglich, sodass die Knochenschraube aus kortikalem Knochenmaterial somit in der Lage ist im spongiösen Knochen verwendet zu werden, ohne vorher ein Gewinde im spongiösen Knochen vorschneiden zu müssen.

[0030] Die Fig. 4-7 zeigen eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Knochen-
transplantats, bei der das über Schraubenschaft 1 und Schraubenkopf 2 verlaufende Außengewinde zwei Abschnitte unterschiedlicher Gewindesteigung und Gewindeaußendurchmesser aufweist. Der Schraubenkopf 2 liegt dabei im Bereich mit dem größeren Gewindeaußendurchmesser, der beispielsweise eine Gewindesteigung von 0.8 mm aufweist. Der Bereich mit dem geringeren Gewindeaußendurchmesser weist beispielsweise eine Gewindesteigung von 1 mm auf. Eine solche Ausführungsform eignet sich insbesondere zur Ausführung einer Zug- oder Kompressionsschraube. Die beiden Abschnitte liegen dabei in ihrer chirurgischen Anwendung jeweils in den zu verbindenden Knochenbereichen. Aufgrund der unterschiedlichen Gewindesteigung werden bei einem bestimmten Drehwinkel, der freilich für beide Abschnitte gleich ist, die zu verbindenden Knochenbereiche aneinander gepresst.

[0031] Zur Ausführung einer Schraube mit selbstschneidendem Gewinde wird vorgeschlagen, dass das über Schraubenschaft 1 und Schraubenkopf 2 verlaufende Außengewinde zwei Abschnitte mit unterschiedlichem Gewindeaußendurchmesser aufweist. Bei einer solchen Schraube kann im Zuge der operativen Osteosynthese zunächst ein Kernloch für den größeren Gewindeaußendurchmesser in einem ersten Knochenteil vorgefertigt werden, und durch das größere Kernloch hindurch ein Kernloch für den geringeren Gewindeaußendurchmesser in einem zweiten Knochenteil, der mit dem ersten Knochenteil verbunden werden soll. Die Schraube kann nun ohne vorher ein Gewinde in das jeweilige Kernloch einschneiden zu müssen mit dem Abschnitt mit dem geringeren Gewindeaußendurchmesser durch das Kernloch für den größeren Gewindeaußendurchmesser eingeführt werden, bis es in das Kernloch des zweiten Knochenteils eingedreht werden kann. In weiterer Folge tritt die Schraube mit ihrem Abschnitt mit größerem Gewindeaußendurchmesser in das Kernloch des ersten Knochenteils ein und schneidet sich dort selbsttätig das Gewinde.

[0032] In den Fig. 8-10 wird eine mögliche Ausführungsform eines Eindrehwerkzeugs für das erfindungsgemäße Knochen-
transplantat dargestellt. Es weist vier von einem zylindrischen Schaft axial abstehende Fortsätze 5 auf, die stirnseitig in die Ausnehmungen 3 des Knochen-
transplantats axial eingeschoben werden können, bis sie mit großem Reibschluss in die Ausnehmungen 3 eingreifen. Der Reibschluss wird dabei durch die von der Außenmantelfläche in Richtung der Schraubenkopfachse S konvex verlaufenden Seitenflächen 4 der Ausnehmungen 3 erhöht, sowie durch die sich stetig in radialer Richtung verringernde Tiefe der Ausnehmungen 3 an ihrem der Stirnfläche abgewandten axialen Ende.

[0033] Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausführung des Schraubenkopfes 2 wird die Einleitung des Eindrehmoments optimiert, also die Übertragung des über ein Eindrehwerkzeug auf den Schraubenkopf 2 ausgeübten Drehmoments. Die erfindungsgemäßen Ausnehmungen 3 gestatten dabei auch ein Fluchten des äußeren Schraubenkopfdurchmessers mit dem äußeren Durchmesser des Schraubenschaftes 1 sowie mit dem äußeren Durchmesser des Eindrehwerkzeuges und ermöglichen dadurch auch neue chirurgische Einsatzgebiete wie beispielsweise bei der intramedullären Schienung.

Patentansprüche

1. Knochentransplantat aus einem kortikalen Knochenmaterial für die chirurgisch operative Osteosynthese mit einem zylindrischen Schraubenschaft (1), der mit einem Außengewinde versehen ist, sowie einem Schraubenkopf (2) zur Einleitung eines Eindrehmoments, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schraubenkopf (2) eine um eine Schraubenkopfachse (S) rotationssymmetrische Außenmantelfläche aufweist, die mit einem Außengewinde versehen ist, sowie zumindest zwei um die Schraubenkopfachse (S) verteilt angeordnete, in Richtung der Schraubenkopfachse (S) axial verlaufende und in die Stirnfläche des freien Endes des Schraubenkopfes (2) mündende Ausnehmungen (3) zur Aufnahme eines Eindrehwerkzeuges aufweist, wobei die Ausnehmungen (3) jeweils durch sich von der Außenmantelfläche in Richtung der Schraubenkopfachse (S) erstreckende Seitenflächen (4) gebildet werden, die in einem achsnahen Flächenabschnitt ineinander übergehen.
2. Knochentransplantat nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die von der Außenmantelfläche in Richtung der Schraubenkopfachse (S) verlaufenden Seitenflächen (4) der Ausnehmungen (3) konvex ausgeführt sind und der achsnahe Flächenabschnitt konkav ausgeführt ist.
3. Knochentransplantat nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass vier symmetrisch um die Schraubenkopfachse (S) verteilt angeordnete Ausnehmungen (3) vorgesehen sind.
4. Knochentransplantat nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausnehmungen (3) an ihrem der Stirnfläche abgewandten axialen Ende einen Bereich aufweisen, in dem sich die in radialer Richtung gemessene Tiefe der Ausnehmungen (3) stetig verringert.
5. Knochentransplantat nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das über Schraubenschaft (1) und Schraubenkopf (2) verlaufende Außengewinde zwei Abschnitte unterschiedlicher Gewindesteigung aufweist.
6. Knochentransplantat nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das über Schraubenschaft (1) und Schraubenkopf (2) verlaufende Außengewinde zwei Abschnitte mit unterschiedlichem Gewindeaußendurchmesser aufweist.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

1/3

Fig. 1

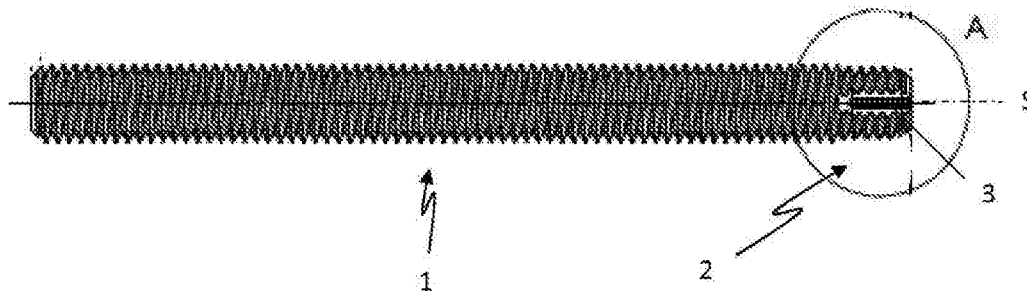


Fig. 2

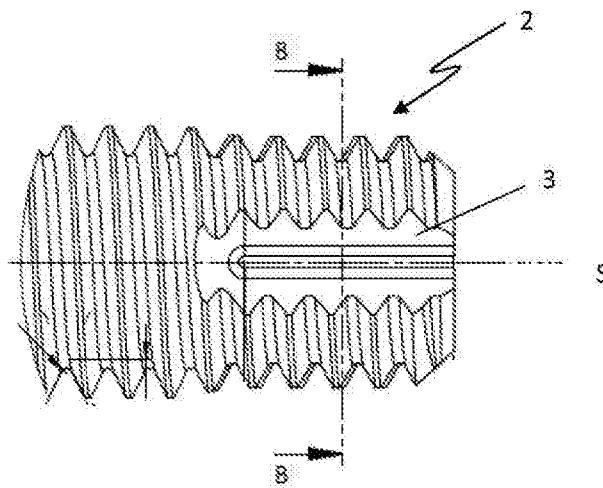
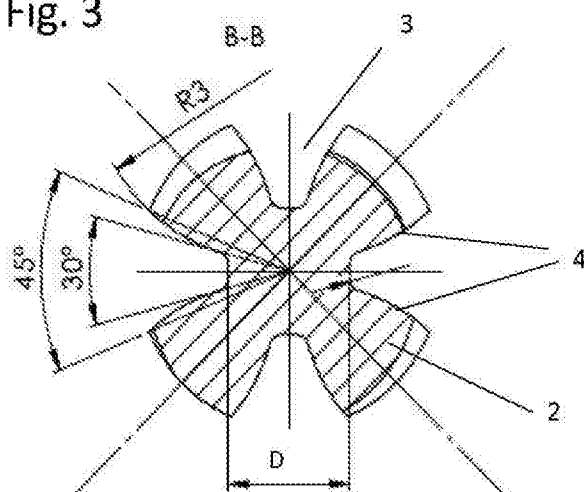


Fig. 3



2/3

Fig. 4

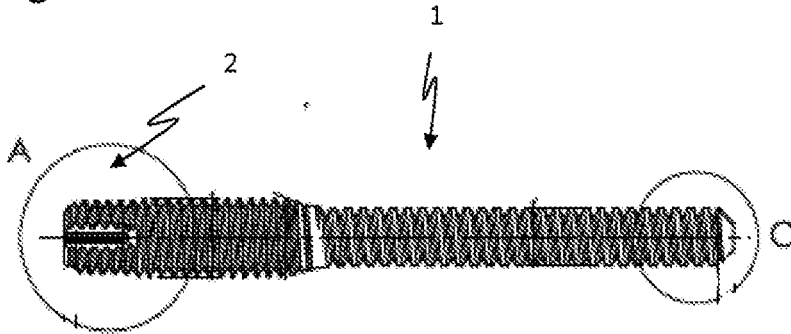


Fig. 5

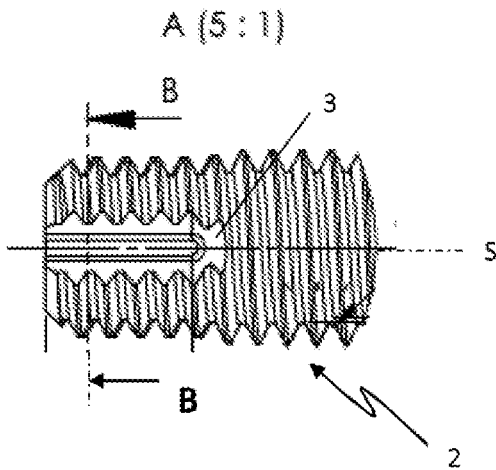


Fig. 6

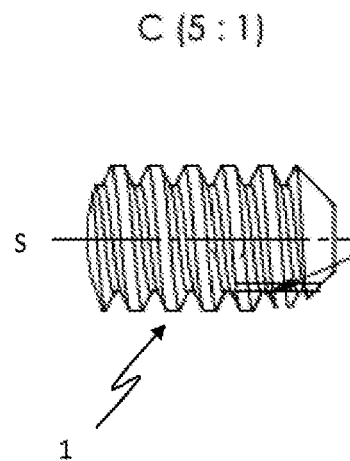
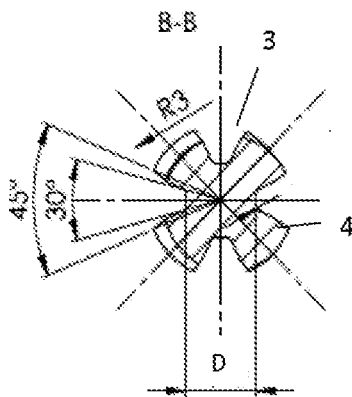


Fig. 7



3/3

Fig. 8

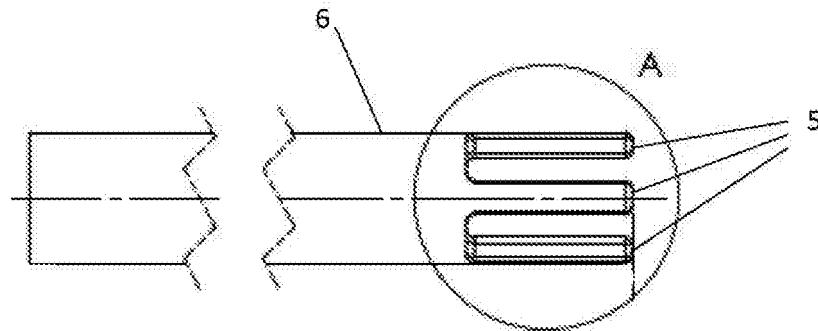


Fig. 9

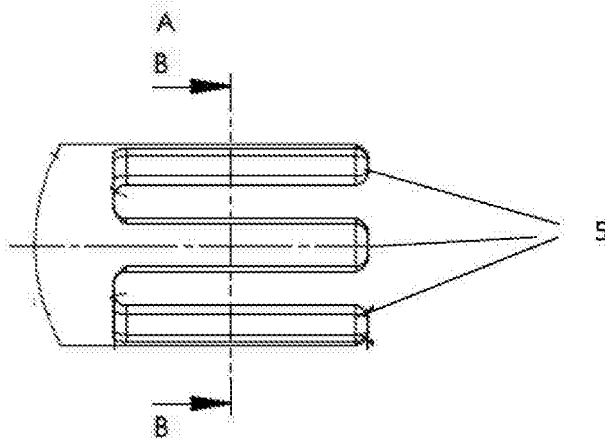


Fig. 10

