



stryker®

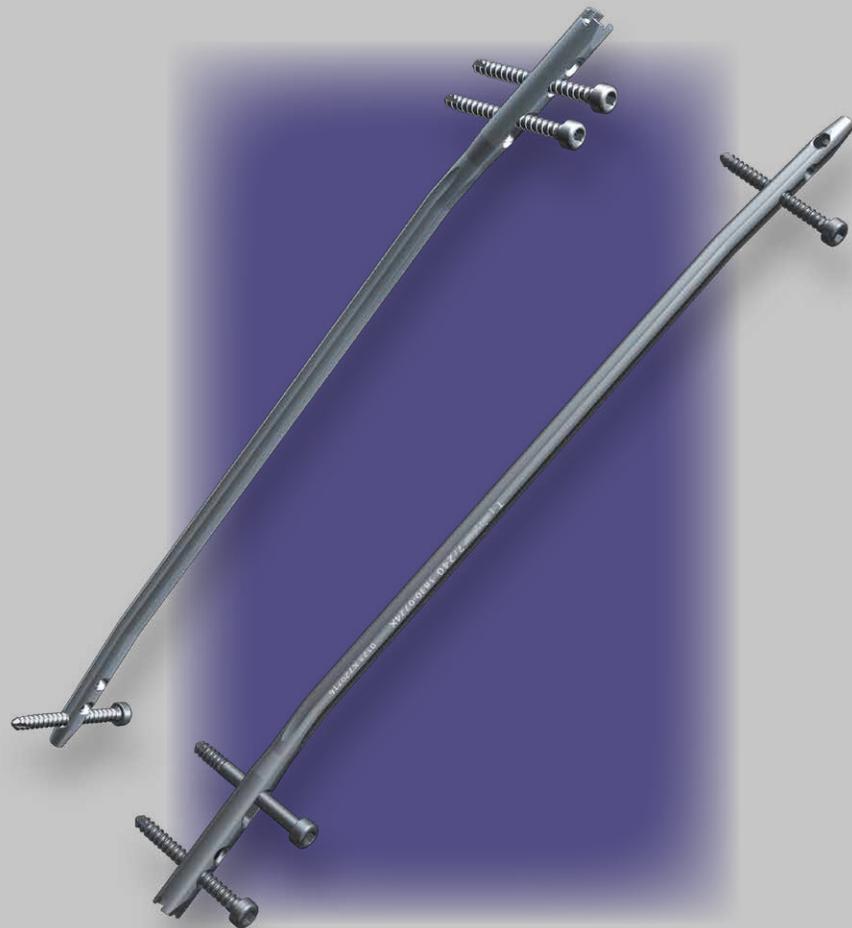
Trauma & Extremitäten

T2

Humerusnagelsystem

OP-Technik

Humerusfrakturen



T2 Humerusnagelungssystem

Beitragende Chirurgen

Rupert Beickert, M.D.

Senior Trauma Surgeon
Murnau Trauma Center
Murnau
Deutschland

Rosemary Buckle, M.D.

Orthopaedic Associates, L. L. P.
Klinischer Dozent
University of Texas Medical School
Houston, Texas
USA

Prof. Dr. med. Volker Bühren

Chief of Surgical Services
Ärztlicher Direktor am Murnau Trauma Center
Murnau
Deutschland

Michael D. Mason, D.O.

Assistant Professor of Orthopaedic Surgery
Tufts University School of Medicine
New England Baptist Bone & Joint Institute
Boston, Massachusetts
USA

Die vorliegende Operationsanleitung enthält Empfehlungen zum Gebrauch der Produkte und Instrumente von Stryker Osteosynthesis.

Sie beinhaltet notwendige Hinweise, jedoch bleibt es wie bei allen derartigen Anweisungen dem Operateur freigestellt, unter Berücksichtigung der spezifischen Bedürfnisse jedes einzelnen Patienten die Vorgehensweise gegebenenfalls in geeigneter Weise anzupassen.

Vor der Erstanwendung ist die Teilnahme an einem Workshop erforderlich.

Alle unsterilen Produkte müssen vor Gebrauch gereinigt und sterilisiert werden. Befolgen Sie die Anweisungen in unserer Aufbereitungsanleitung (L24002000). Mehrteilige Instrumente müssen zur Reinigung zerlegt werden. Die entsprechenden Informationen finden Sie in den zugehörigen Montage- und Demontageanleitungen.

In der Packungsbeilage (L22000007) sind alle potenziellen negativen Auswirkungen, Kontraindikationen, Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen aufgeführt. Der Chirurg muss den Patienten über alle relevanten Risiken, einschließlich der begrenzten Lebensdauer des Produkts, aufklären.

Warnung:

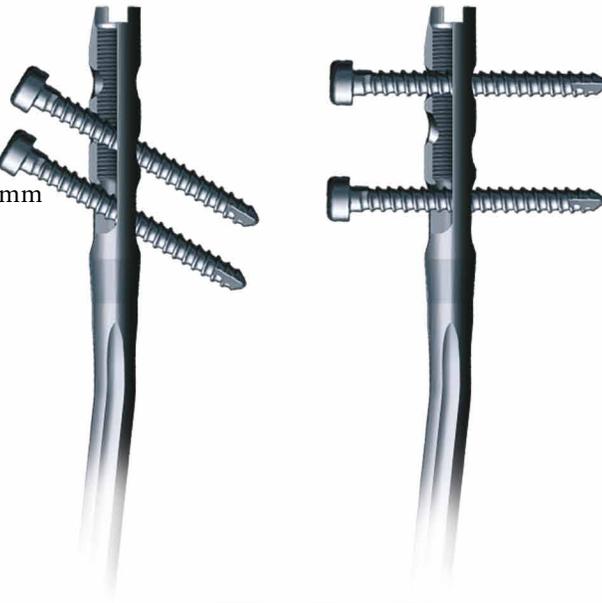
**Fixationsschrauben:
Stryker Osteosynthesis
Knochenschrauben sind zur
Befestigung oder Fixierung an
posterioren Elementen der Hals-,
Brust- oder Lendenwirbelsäule
(Pedikel, Pediculus arcus) weder
zugelassen noch vorgesehen.**

	Seite
1. Technische Daten	4
Technische Daten	4
Instrumentencodierung	4
3. Indikationen, Vorsichtsmaßnahmen und Kontraindikationen	5
4. Präoperative Planung	6
5. Verriegelungsoptionen	7
6. OP-Technik – Antegrade Technik	9
Optionen zur Patientenlagerung und Frakturposition	9
Inzision	9
Eintrittsstelle	10
Unaufgebohrte Technik	11
Aufgebohrte Technik	11
Nagelauswahl	13
Nagelinsertion	14
Geführter Verriegelungsmodus (mittels Zielgerät)	15
Statischer Verriegelungsmodus	16
Distale Freihandverriegelung	19
Insertion der Endkappe	21
Dynamischer Verriegelungsmodus	21
Verriegelungsmodus Apposition/Kompression	22
Erweiterter Verriegelungsmodus	24
Nagelentfernung	25
7. OP-Technik – Retrograde Technik	26
Patientenpositionierung	26
Inzision	26
Eintrittsstelle	27
Unaufgebohrte Technik	27
Aufgebohrte Technik	28
Nagelauswahl	29
Nagelinsertion	29
Geführter Verriegelungsmodus (mittels Zielgerät)	32
Statischer Verriegelungsmodus	33
Proximale Freihandverriegelung	36
Insertion der Endkappe	37
Dynamischer Verriegelungsmodus	37
Verriegelungsmodus Apposition/Kompression	38
Erweiterter Verriegelungsmodus	40
Nagelentfernung	41

Technische Daten

Nägel

Durchmesser 7–9 mm
Länge 140–320 mm



Erweiterte Humerus-Kompressionschraube

(Durchmesser = 6 mm)



4,0 mm Verriegelungsschrauben mit Vollgewinde

L = 20–60 mm

4,0 mm Verriegelungsschrauben mit Teilgewinde

(Schaftschrauben)
L = 20–60 mm

Endkappen



Instrumentencodierung

Die Symbolmarkierung auf den Instrumenten gibt die Verfahrensart an und darf nicht gemischt werden.

Symbol

- Viereck = lange Instrumente
- ▲ Dreieck = kurze Instrumente

Bohrer

Die Bohrer sind mit einem farbigen Ring markiert:

3,5 mm = Orange

Für 4,0 mm Verriegelungsschrauben mit Vollgewinde und für die zweite Kortikalis bei Verwendung von 4,0 mm Verriegelungsschrauben mit Teilgewinde (Schaftschrauben).

4,0 mm = Grau

Für die erste Kortikalis bei Verwendung von 4,0 mm Verriegelungsschrauben mit Teilgewinde (Schaftschrauben).



* Kompressionsweg

Gesamtlänge des Langlochs 10 mm
Abzügl. Schraubendurchmesser (-) 4 mm
Maximale Schraubenbewegung 6 mm

Indikationen, Vorsichtsmaßnahmen und Kontraindikationen

Indikationen

- Das T2 Humerusnagelungssystem dient der temporären Stabilisierung verschiedener Frakturarten sowie ungenügender knöcherner Durchbauung und fehlender knöcherner Durchbauung des Humerus.
- Die Nägel werden mit einer geöffneten oder geschlossenen Technik eingebracht und können statisch, dynamisch und komprimiert verriegelt werden.
- Das vorliegende Produkt und das Vorgängerprodukt sind für die Verwendung im Humerus indiziert.
- Die Frakturtypen umfassen, jedoch nicht ausschließlich, Frakturen des Humerusschafts, fehlende knöcherner Durchbauungen, Fehlstellungen, pathologische Humerusfrakturen und drohende pathologische Frakturen.

Vorsichtsmaßnahmen

Sofern auf den Produktetiketten oder im zugehörigen Handbuch zur Operationstechnik keine anderen Informationen angegeben sind, wurden die Stryker Osteosynthese Systeme hinsichtlich ihrer Sicherheit und Verwendung in einer MRT-Umgebung geprüft und nicht daraufhin getestet, ob es in MRT-Umgebungen zu einer Erwärmung oder Migration kommt.



Relative Kontraindikationen

Bei der Wahl des am besten geeigneten Implantats und Behandlungsansatzes muss auf die Ausbildung, die Routine und das professionelle Urteilsvermögen des Operateurs vertraut werden. Zu den Bedingungen, die mit einem erhöhten Versagensrisiko einhergehen, gehören:

- Jede floride oder vermutete latente Infektion bzw. jede ausgeprägte lokale Entzündung an oder in der Nähe der Operationsstelle
- Durchblutungsstörungen, durch die eine ausreichende Blutzufuhr zur Fraktur- oder Operationsstelle nicht gewährleistet wäre
- Durch Krankheit, Infektion oder ein früheres Implantat minderwertig gewordene Knochensubstanz, die dem osteosynthetischen Material keine ausreichende Stütze und/oder Fixierung bietet
- Nachgewiesene oder vermutete Materialüberempfindlichkeit
- Adipositas: Ein übergewichtiger oder adipöser Patient kann das Implantat derart belasten, dass die Fixierung des osteosynthetischen Materials oder das Implantat selbst versagt.
- Patienten mit ungenügender Gewebsabdeckung der Operationsstelle
- Fälle, in denen das Implantat mit anatomischen Strukturen oder physiologischen Funktionen in Konflikt geraten würde
- Jede psychische Störung oder neuromuskuläre Erkrankung, die in der postoperativen Nachsorge das Risiko eines Fixierungsverlustes oder anderer Komplikationen unannehmbar erhöhen könnte
- Andere medizinische oder chirurgische Krankheitsbilder, die den potenziellen Nutzen der Operation ausschließen würden

Präoperative Planung

Eine Röntgenschablone (1806-0003) ist für die präoperative Planung verfügbar.

Die sorgfältige Evaluierung der präoperativen Röntgenaufnahmen der betroffenen Extremität ist von entscheidender Bedeutung. Durch eine gewissenhafte Röntgenuntersuchung können intraoperative Komplikationen vermieden werden.

Wenn die Röntgenaufnahmen einen sehr engen intramedullären Kanal im distalen Teil des Humerus zeigen, ist eine retrograde Humerusnagelung nicht möglich.

Die korrekte Nagellänge bei der antegraden Einführung sollte proximal vom subchondralen Knochen bis ca. 1 cm distal oberhalb des Fossa olecrani reichen.

Die retrograde Nagellänge wird durch Messung des Abstands von 1 cm oberhalb des Fossa olecrani bis zur Mitte des Humeruskopfs ermittelt.

Bei beiden Vorgehensweisen ist die Appositions-/Kompressionsverriegelung des T2 Standard-Humerusnagels möglich. Bei der endgültigen Längenbestimmung des Implantats sollte die maximal mögliche Appositions-/Kompressionsstrecke von 6 mm berücksichtigt werden.

Hinweis:

Fragen Sie Ihren örtlichen Firmenvertreter nach den erhältlichen Nagelgrößen.

T2 Humerusnagel

Skala: 1,07 : 1
Vergrößerung 7 %

stryker®

Trauma

Endkappen

- +25 mm
- +20 mm
- +15 mm
- +10 mm
- +5 mm

140 mm

160 mm

Nageldurchmesser

- Ø7 mm
- Ø8 mm
- Ø9 mm

Nagellängenbereich für alle Durchmesser:
140 - 320 mm

Position der Verriegelungsschraube vor der Kompression.
Für Kompression und erweitertes Verriegelungsverfahren nach OP-Technik vorgehen.

Anterograde Optionen		
Statisch/schräg	Statisch/transversal	Dynamisch/Kompression

Retrograde Optionen	
Statisch/transversal	Dynamisch/Kompression

- 180 mm
- 190 mm
- 200 mm
- 210 mm
- 220 mm
- 230 mm
- 240 mm
- 250 mm
- 260 mm
- 270 mm
- 280 mm
- 290 mm
- 300 mm
- 310 mm
- 320 mm

Manufacturer:

Stryker Trauma GmbH
Prof.-Künzler-Str. 1-5
24232 Schönkirchen
Deutschland

CE

Kat.nr.: 1806-0003/Rev.2

Verriegelungsoptionen

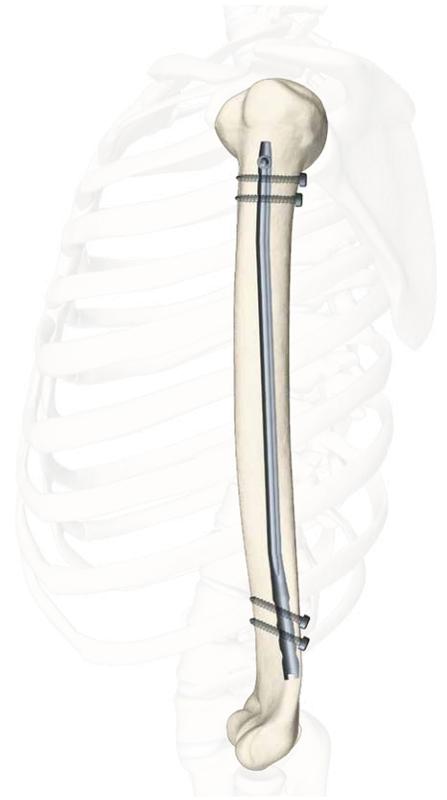
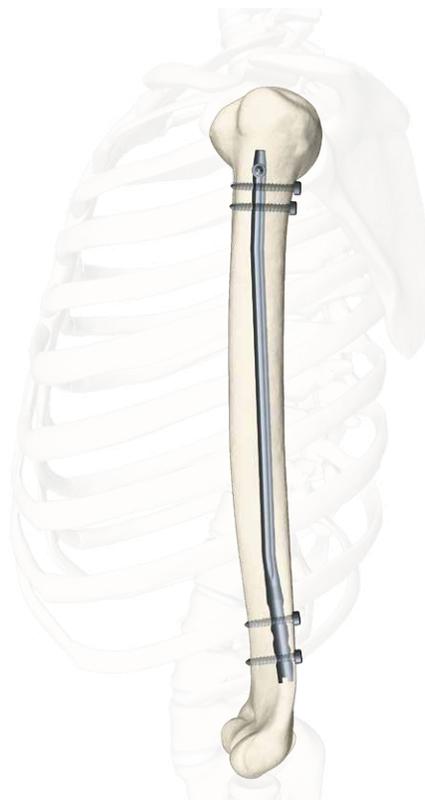
Antegrad



Statischer transversaler Modus

Statischer schräger Modus

Retrograd



Verriegelungsoptionen



Dynamischer Modus



Appositions-/Kompressionsverfahren



Erweiterter Verriegelungsmodus



OP-Technik – Antegrade Technik

Optionen zur Patientenlagerung und Frakturreposition

Der Patient wird auf einem strahlendurchlässigen OP-Tisch in eine halb liegende Position (Liegestuhlposition) oder in Rückenlage gebracht. Die Position des Patienten sollte überprüft werden, um sicherzustellen, dass die Bildgebung und der Zugang zur Eintrittsstelle möglich ist, ohne die betroffene Extremität zu stark zu bewegen (Abb. 1). Der Bildverstärker wird zu den Füßen des Patienten platziert; der Chirurg befindet sich an der Kopfseite des Patienten.

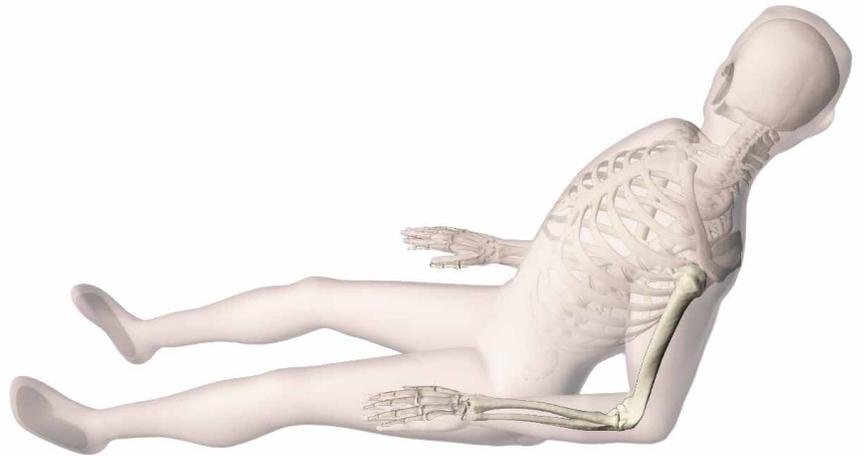


Abb. 1

Inzision

Ein kleiner Schnitt wird entlang der Fasern des Deltoideus anterolateral zum Akromion geführt. Der Deltoideus wird geteilt, um den subdeltoidalen Schleimbeutel freizulegen. Durch Tasten werden die anterioren und posterioren Ränder der größeren Tuberositas und der Supraspinatussehne identifiziert. Die Inzision der Supraspinatussehne erfolgt dann entlang ihrer Fasern (Abb. 2).

Die tatsächliche Rotation des proximalen Fragments wird überprüft (Inversion oder Reversion), wobei berücksichtigt wird, dass sich der Eintrittspunkt an der Spitze des größeren Tuberculum befindet. Wenn das proximale Fragment invertiert wird, ist der Eintrittspunkt mehr anterior. Wenn das proximale Fragment sich in externer Rotation befindet, ist der Eintrittspunkt mehr lateral. Es wird empfohlen, den Eintrittspunkt unter Bildverstärkerkontrolle zu lokalisieren, auch unter Ertastung der Bizepsfurche; die Öffnung befindet sich ca. 10 mm posterior zur Bizepssehne. Auf diese Weise ist die Eintrittsöffnung konzentrisch zum Knochenmarkkanal.



Abb. 2

OP-Technik – Antegrade Technik

Eintrittsstelle

Der Eintrittspunkt wird mit dem gebogenen, kanülierten Pfriem (1806-0040) durchgeführt (Abb. 3). Anschließend wird der 2,5×800 mm Führungsdraht mit Olive (1806-0083S) unter Bildverstärkerkontrolle durch den Pfriem in die Metaphyse eingeführt, in der Mitte der Längsachse des Humerus.

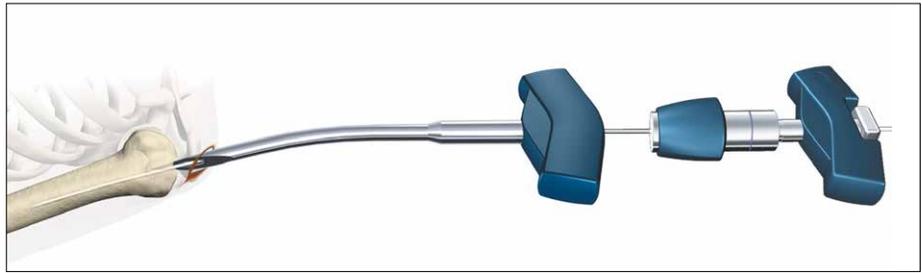


Abb. 3

Alternativ kann auch der optionale Kronenbohrer (1806-2020) über dem K-Draht mit Unterlegscheibe (1806-0051S) zur Vorbereitung des Eintrittspunkts verwendet werden. Der K-Draht unterstützt die zentrale Führung des Kronenbohrers (Abb. 3a).

Anschließend wird der 3×285 mm K-Draht (1806-0050S) unter Bildverstärkerkontrolle in die Metaphyse eingeführt, in der Mitte der Längsachse des Humerus.

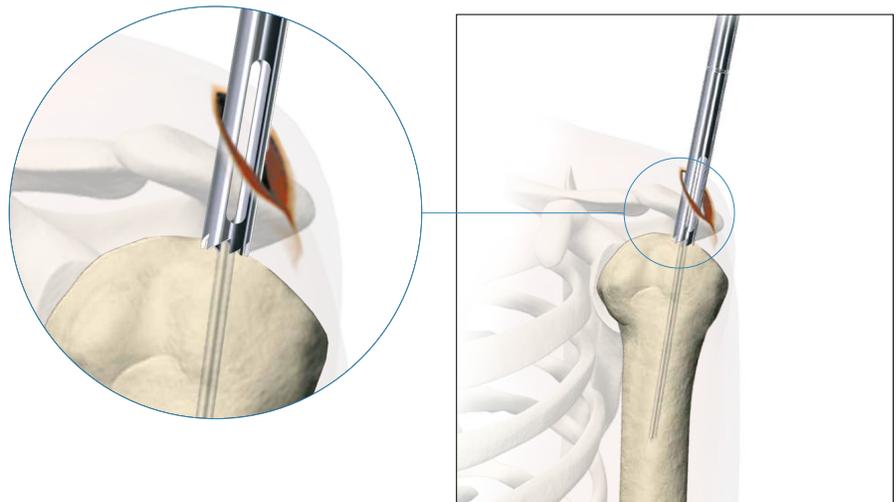


Abb. 3a

Der kanülierte starre Bohrer (Ø 10 mm) (1806-2010) kann über den K-Draht verwendet werden. Die proximale Metaphyse sollte auf eine Tiefe von mindestens 6 cm gebohrt werden.

Hinweis:

Während des Öffnens der Eintrittsöffnung mit dem Pfriem kann eine feste Kortikalis die Spitze des Pfriems blockieren. Es kann ein Stopfen (1806-0032) in den Pfriem eingesetzt werden, um das Eindringen von Knochenrümern in die Kanülierung des Pfriemschafts zu vermeiden.

OP-Technik – Antegrade Technik

Unaufgebohrte Technik

Wenn eine unaufgebohrte Technik bevorzugt wird, kann der Nagel über den 2,2 x 800 mm Führungsdraht ohne Olive (1806-0093S) eingebracht werden (Abb. 4).



Abb. 4

Aufgebohrte Technik

Für aufgebohrte Techniken wird der zentrale 2,5 x 800 mm Führungsdraht mit Olive (1806-0083S) durch die Frakturstelle eingebracht. Die Repositionsstange (1806-0363) kann zur Frakturreposition verwendet werden, um die Insertion des Führungsdrahts über die Frakturstelle zu erleichtern (Abb. 5).

Das Fräsen erfolgt in Schritten von 0,5 mm bis zu Kortikaliskontakt. Das abschließende Bohren sollte 1 mm–1,5 mm größer als der Durchmesser des verwendeten Nagels sein.

Mithilfe des Führungsdrahtschiebers kann der Führungsdraht während der Schaftextraktion des Bohrers in seiner Position gehalten werden. Durch den Metallhohlraum am Ende des Griffs, der auf das Ende des Antriebsgeräts geschoben wird, ist es einfacher, den Führungsdraht an Ort und Stelle zu halten, wenn das Antriebsgerät herausgezogen wird. Kurz vor dem Ende des Führungsdrahts wird das Führungsdraht-Antriebsgerät mit seiner Trichterspitze am Ende der Kanülierung des Antriebsgeräts platziert. Während das Antriebsgerät entfernt wird, hält das Führungsdraht-Antriebsgerät den Führungsdraht an Ort und Stelle (Abb. 6 und 7).

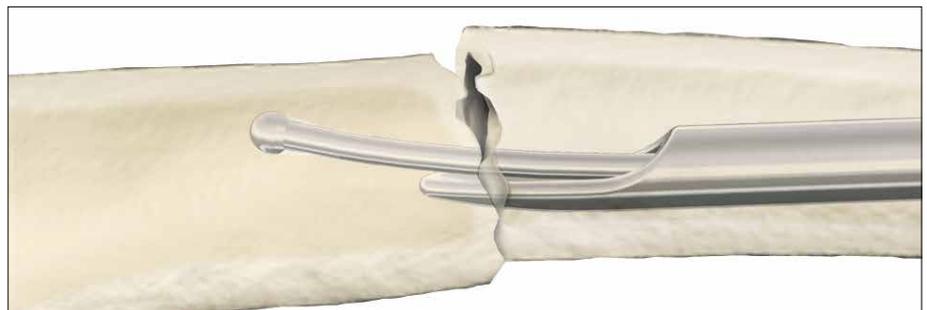


Abb. 5

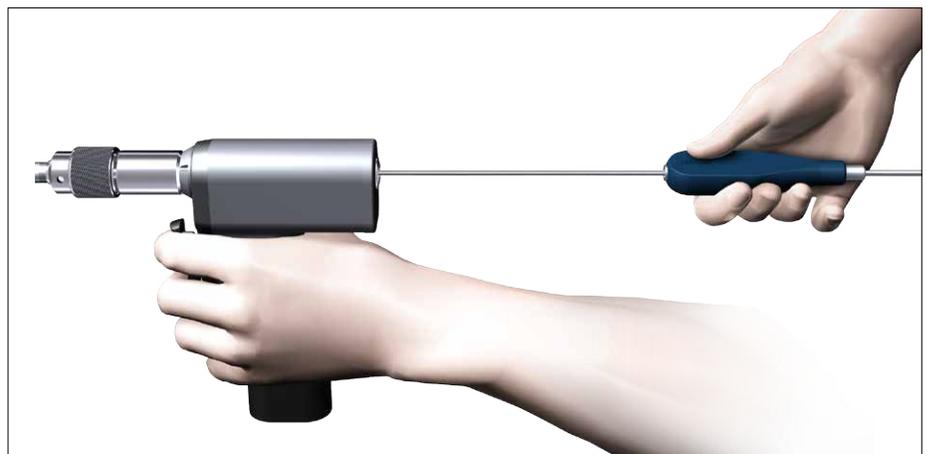


Abb. 6

OP-Technik – Antegrade Technik

Hinweis:

- **Humerusnägel können nicht über den 2,5 mm Führungsdraht mit Olive eingebracht werden. Der Führungsdraht mit Olive muss vor der Nagelinsertion gegen den 2,2 mm Führungsdraht ohne Olive ausgetauscht werden.**
- **Für den Austausch des Führungsdrahts ist ein Teflonrohr (1806-0073S) zu verwenden.**

Nach dem Bohren sollte das Teflonrohr (1806-0073S) verwendet werden, um vor der Nagelinsertion den Führungsdraht mit Olive (1806-0083S) mit dem Führungsdraht ohne Olive (1806-0093S) auszutauschen (Abb. 8 und 9).

Eine unaufgebohrte Technik kann in solchen Fällen in Erwägung gezogen werden, wo der Knochenmarkkanal den entsprechenden Durchmesser aufweist. In diesen Fällen kann der Nagel über den 2,2×800 mm Führungsdraht ohne Olive (1806-0093S) eingesetzt werden.

Hinweis:

- **Vor der Operation sollte die Kanalgröße mittels Röntgenschablonen ermittelt werden**
- **Das Eintreibende von 7 mm beträgt 8 mm.**

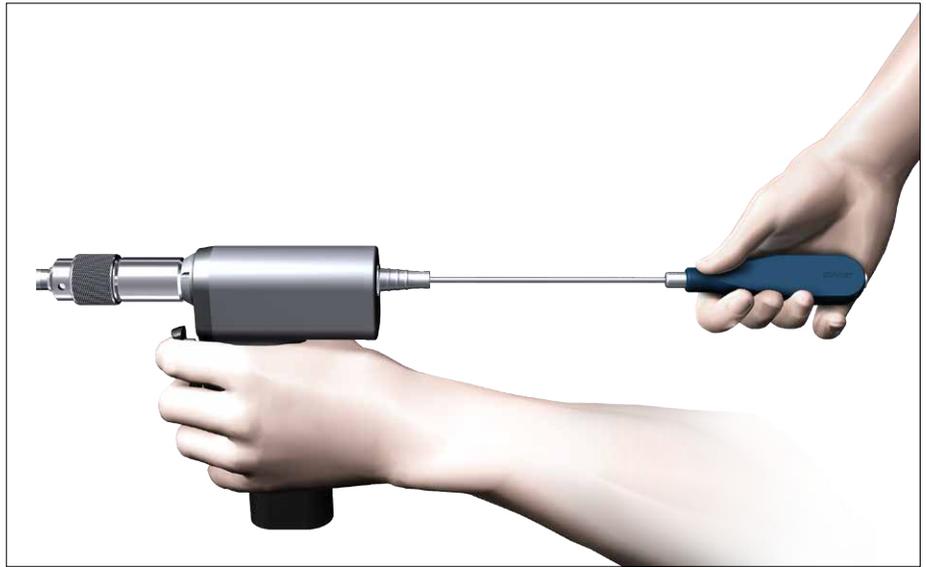


Abb. 7

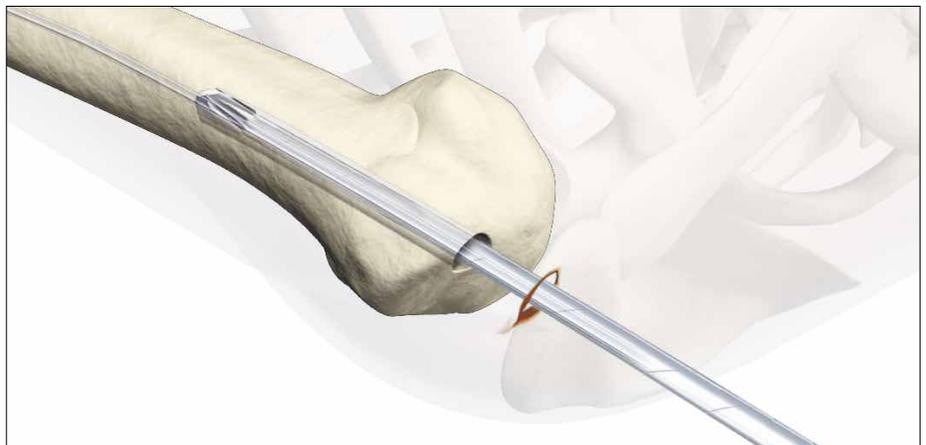


Abb. 8

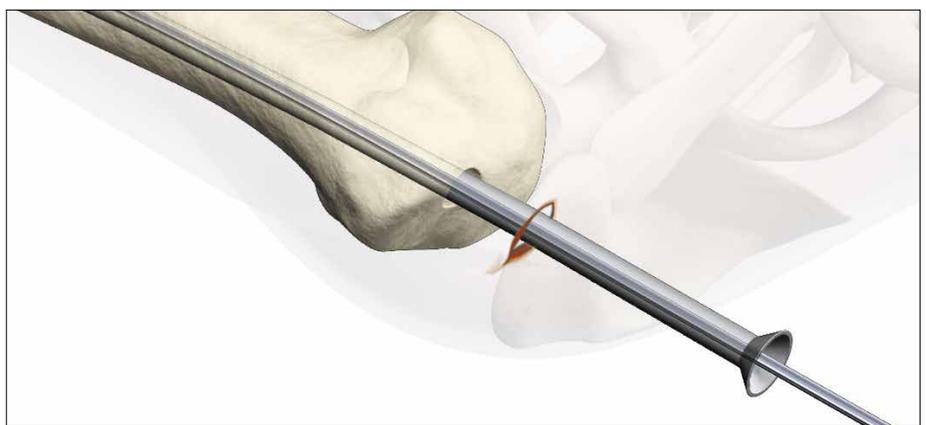


Abb. 9

Nagelauswahl

Vor der Operation sollte die Kanalgröße mittels Röntgenablonen ermittelt werden. Diese Informationen können zusammen mit der klinischen Bewertung der Kanalgröße verwendet werden, die durch die Größe des zuletzt verwendeten Bohrers ermittelt wurde.

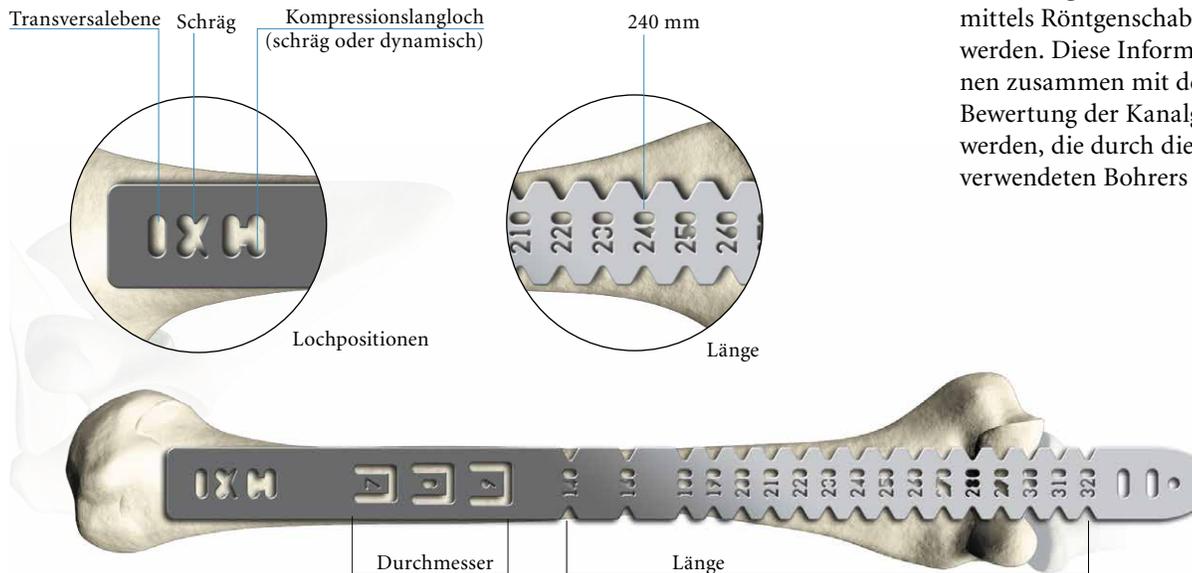


Abb. 10

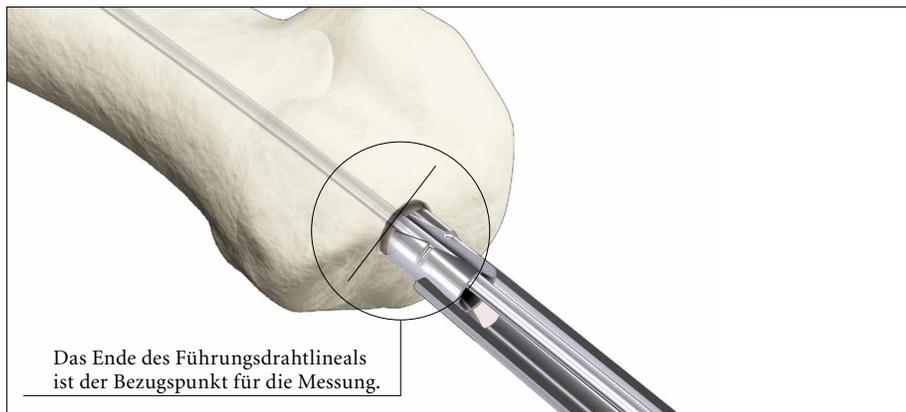


Abb. 11

Durchmesser

Der Durchmesser des ausgewählten Nagels sollte 1 mm–1,5 mm kleiner als der Durchmesser des zuletzt verwendeten Bohrers sein.

Länge

Zur Bestimmung der Nagellänge kann das Röntgenlineal verwendet werden (Abb. 10). Das Führungsdrahtlineal (1806-0022) kann verwendet werden, indem es auf dem Führungsdraht platziert und die korrekte Nagellänge am Ende des Führungsdrahts auf dem Führungsdrahtlineal abgelesen wird (Abb. 11 und 12). Die Position der Spitze des Führungsdrahts sollte vor der Messung überprüft werden.

Hinweis:

Falls die Fraktur eine Apposition/Kompression zulässt, sollte das ausgewählte Implantat 6–10 mm kürzer als die gemessene Länge sein, um eine Migration des Nagels über die Insertionsstelle hinaus zu verhindern.

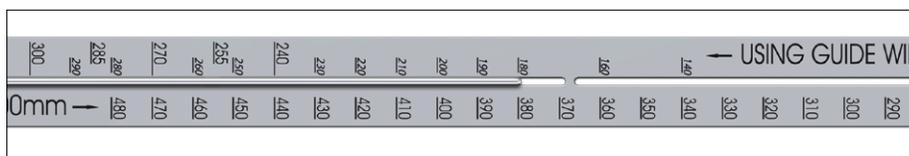


Abb. 12

Das Führungsdrahtlineal lässt sich einfach zusammen- und auseinanderklappen.



OP-Technik – Antegrade Technik

Nagelinsertion

Der ausgewählte Nagel wird mit der Nagelhalteschraube (1806-0163) auf dem Zielgerät (1806-0143) befestigt. Die Nagelhalteschraube muss mit dem Insertionsschraubendreher (1806-0135) fest angezogen werden, damit sie sich während der Nagelinsertion nicht lockert (Abb. 13).

Hinweis:

Vor der Nagelinsertion sollte die korrekte Ausrichtung überprüft werden. Zu diesem Zweck ist eine Bohrer Spitze durch den montierten Gewebeschutz und die Bohrhülse einzubringen, die sich in den erforderlichen Löchern für das Zielgerät befinden.

Nach Abschluss des Bohrvorgangs und dem Austausch des Führungsdrahts ist der Nagel in der passenden Größe zur Insertion bereit. Der Nagel wird durch den Eintrittspunkt vorbei an der Frakturstelle bis zur entsprechenden Tiefe vorgeschoben.

Möglicherweise muss der Nagel leicht gedreht werden, um mit der Insertion des Nagels zu beginnen. Der Nagel sollte mit manuellem Druck vorgeschoben werden. Der aggressive Einsatz des Schlitzhammers kann zu weiteren Frakturen führen. Wenn sich der Nagel nicht leicht vorschieben lässt, sollte mithilfe der Bildverstärkung geprüft werden, ob der Nagelwinkel zu steil ist, was dazu führen kann, dass der Nagel auf den medialen Kortikalis stößt.

Mit dem Schlitzhammer (1806-0170) kann der Nagel über den Führungsdraht eingebracht werden. NICHT auf das Zielgerät schlagen.

Hinweis:

Das zu bearbeitende Ende des Nagels ist abgeschrägt, um das Ende auf den Röntgenaufnahmen zu kennzeichnen. Am Insertionsstab der Zielgerätbaugruppe befinden sich im Abstand von 2 mm, 6 mm und 10 mm vom Eintreibende des Nagels drei umlaufende Rillenmarkierungen (Abb. 14-16). Die Insertionstiefe kann mithilfe der Fluoroskopie sichtbar gemacht werden.

Der 3×285 mm K-Draht kann durch das Zielgerät eingeführt werden, das die Stelle markiert, an der Nagel und Insertionsstab zusammentreffen (Abb. 17).



Abb. 13

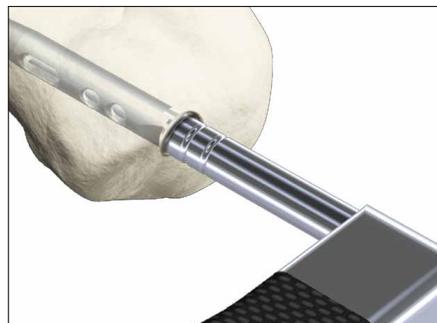


Abb. 14



Abb. 15

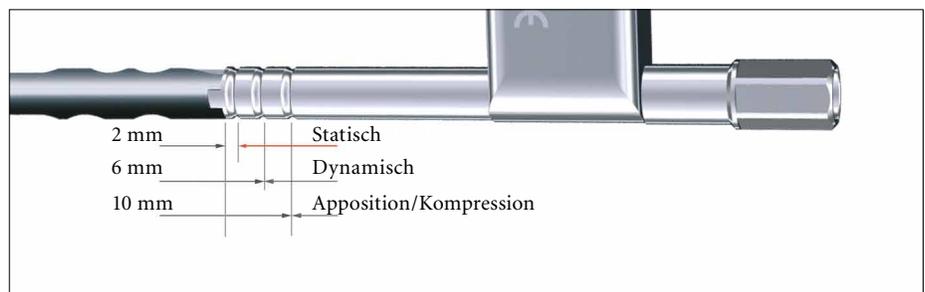


Abb. 16



Abb. 17

OP-Technik – Antegrade Technik

Geführter Verriegelungsmodus (über Zielgerät)

Vor der geführten Verriegelung mithilfe des Zielgeräts muss die Nagelhalteschraube mithilfe des Insertionsschraubendrehers fest angezogen werden, um sicherzustellen, dass der Nagel korrekt am Zielgerät ausgerichtet ist.

Das Zielgerät bietet vier Optionen für die geführte Verriegelung (Abb. 18.1 und Abb. 18.4).

Im statischen schrägen Verriegelungsmodus können die beiden statischen Löcher, die dem Ende des Nagels am nächsten liegen, für statische schräge (30°) Verriegelungen verwendet werden (Abb. 18.1).

- 1. Statisch**
- 2. Statisch**

Im statischen transversalen Verriegelungsmodus werden das nächste statische Loch und das dynamische Loch für statische transversale Verriegelungen verwendet (Abb. 18.2).

- 3. Statisch**
- 4. Dynamisch**

Im kontrollierten dynamischen Modus und/oder im kontrollierten Appositions-/Kompressionsmodus ist das dynamische Loch erforderlich (Abb. 18.3).

- 4. Dynamisch**

Im erweiterten Verriegelungsmodus ist das dynamische Loch erforderlich. Nach dem Einsatz der Kompression mit der erweiterten Kompressionsschraube wird das statische Loch verwendet (Abb. 18.4).

- 4. Dynamisch**
- 3. Statisch**

Die kurze Gewebeschutzhülse (1806-0180) wird zusammen mit der kurzen Bohrhülse (1806-0210) und dem kurzen Trokar (1806-0310) in das Zielgerät eingesetzt, indem die Sicherheitsklammer zusammengedrückt wird (Abb. 19).

Der Klemmmechanismus ist so ausgelegt, dass die Hülse an Ort und Stelle verbleibt und nicht herausfällt. Außerdem wird verhindert, dass sich die Hülse während der Schraubenmessung verschiebt. Um die Gewebeschutzhülse zu lösen, muss die Sicherheitsklammer erneut zusammengedrückt werden.

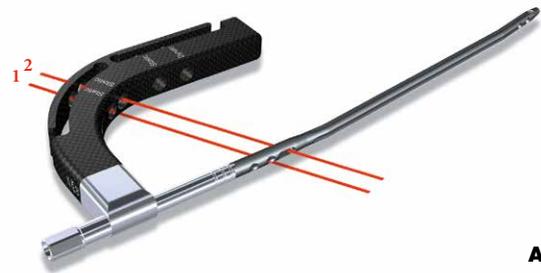


Abb. 18.1



Abb. 18.2



Abb. 18.3

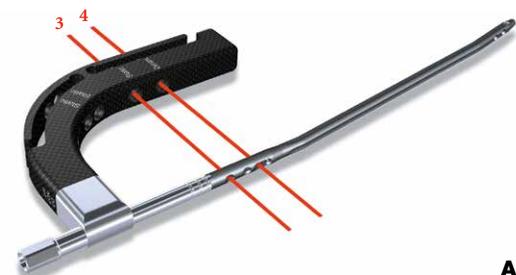


Abb. 18.4

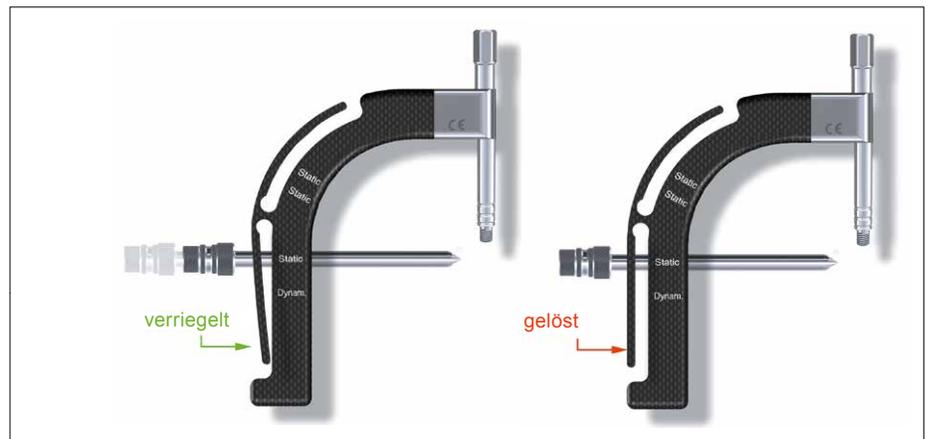


Abb. 19

OP-Technik – Antegrade Technik

Statischer Verriegelungsmodus

Statischer transversaler Verriegelungsmodus

Bei instabilen oder Trümmerbrüchen sollte der Nagel als Standard-Verriegelungsnagel verwendet werden. Die statische Verriegelung der distalen Löcher unterstützt die Erhaltung der Knochenlänge und der Rotationsstabilität der Fraktur.

Die kurze Gewebeschutzhülse wird zusammen mit der kurzen Bohrhülse und dem kurzen Trokar durch das statische Verriegelungsloch am Zielgerät positioniert. Es wird ein kleiner Schnitt in die Haut vorgenommen. Die Baugruppe wird vorgeschoben, bis sie auf die laterale Kortikalis des Humerus trifft (Abb.20).



Abb. 20

Hinweis:

Insbesondere im proximalen Humerus sollte die Bildverstärkung verwendet werden, um sicherzustellen, dass die Gewebeschutzhülse bündig mit der Kortikalis ist. Andernfalls könnte die Schraubenmessung um 1–2 mm ungenau sein.

Der Trokar wird entfernt, während die Gewebeschutzhülse und die Bohrhülse an Ort und Stelle verbleiben.

Der kalibrierte Ø 3,5x230 mm Bohrer mit Zentrierspitze (1806-3540S) ermöglicht genaues Bohren und eine einfache Ermittlung der Schraubenlänge. Der zentrierte Bohrer wird durch die Bohrhülse bis zur Kortikalis vorgeschoben. Nach dem Bohren des ersten Kortikalis auf die entsprechende Tiefe kann die Schraubenlänge direkt vom kalibrierten Bohrer am Ende der Bohrhülse abgelesen werden (Abb. 21).



Abb. 21

Vorsicht:

Die Baugruppe aus Gewebeschutzhülse und Bohrhülse wird auf dem Knochen aufgesetzt, bevor die endgültige Schraubenlänge gewählt wird.

OP-Technik – Antegrade Technik

Warnung:

Nicht durch die Gegenkortikalis bohren, da dann das Gelenk perforiert wird.

Hinweis:

- Die Position des Bohrerendes an der Gegenkortikalis entspricht dem Ende der Schraube. Falls also das Ende des Bohrers 3 mm über die Gegenkortikalis hinausragt, wird auch das Ende der Schraube um 3 mm hinausragen.
- Das kurze Schraubenmessgerät ist so kalibriert, dass nach seinem Einhängen an der Gegenkortikalis so abgelesen wird, dass die Schraubenspitze 3 mm über die Gegenkortikalis hinausragt (Abb. 21).

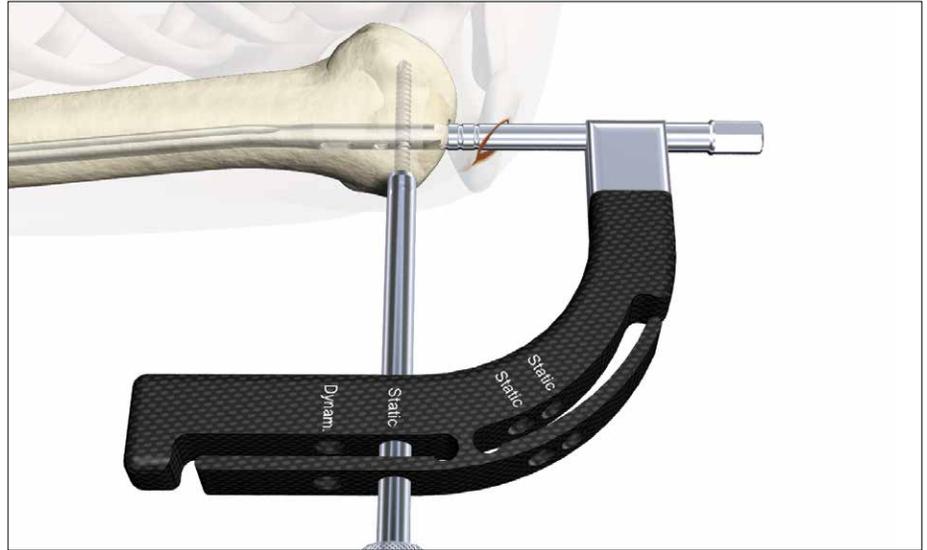


Abb. 22

Wenn die Bohrhülse entfernt ist, wird die richtige 4,0 mm Verriegelungsschraube unter Verwendung des kurzen Schraubendreherschafts (1806-0222) mit dem Birnen-Griff (702429) durch die Gewebeschutzhülse eingebracht (Abb. 22). Sie hat ihre richtige Position fast erreicht, wenn sich die blaue Rillenmarkierung um den Schaft des Schraubendrehers dem Ende der Gewebeschutzhülse nähert.

Die Bildverstärkung sollte verwendet werden, um die Schraubenposition über den Nagel und die Schraubenlänge zu überprüfen.

Der Verriegelungsvorgang wird für die andere statisch positionierte Verriegelungsschraube wiederholt (Abb. 23).

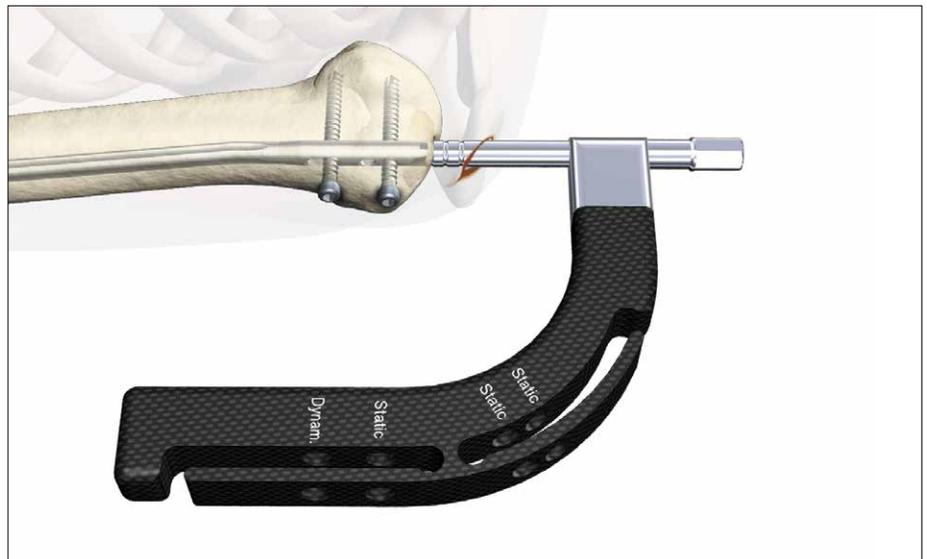


Abb. 23

Vorsicht:

Die Kupplung von Elastosil-Griffen enthält einen Mechanismus mit einem oder mehreren Kugellagern. Wenn axialer Druck auf den Elastosil-Griff ausgeübt wird, werden diese Komponenten in den umgebenden Zylinder gedrückt. Dies führt dazu, dass das Gerät vollständig blockiert und möglicherweise verbogen wird. Um Komplikationen während des chirurgischen Eingriffs zu vermeiden und die langfristige Funktion sicherzustellen, empfehlen wir dringend, Elastosil-Griffe nur entsprechend ihrer Bestimmung einzusetzen. Starke Druckausübung auf die Elastosil-Griffe ist unbedingt zu vermeiden.

OP-Technik – Antegrade Technik

Statischer schräger Verriegelungsmodus

Im Falle eines blockierten statischen transversalen Verriegelungsmodus sollte die Baugruppe der Gewebeschutzhülse zusammen mit der Bohrhülse und dem Trokar durch das schräge statische Loch geführt werden, das dem Eintreibende des Nagels am nächsten liegt (Abb. 24). Weitere Informationen finden sich im Verfahren zur Insertion von Verriegelungsschrauben.

Die zweite Verriegelungsschraube mit Vollgewinde wird durch das statische Loch neben dem ersten Loch eingesetzt (Abb. 25) und schräg durch das Langloch des Nagels platziert (Abb. 26).

Die Schraubenposition und die Schraubenlänge sollten über die Bildverstärkung überprüft werden.

Unterlegscheibe

Die entweder rechteckige oder runde Unterlegscheibe kann bei osteoporotischen Knochen verwendet werden, um den Knochenspalt zu überbrücken und einen besseren Halt der Verriegelungsschraube zu ermöglichen (Abb. 27).



Abb. 27

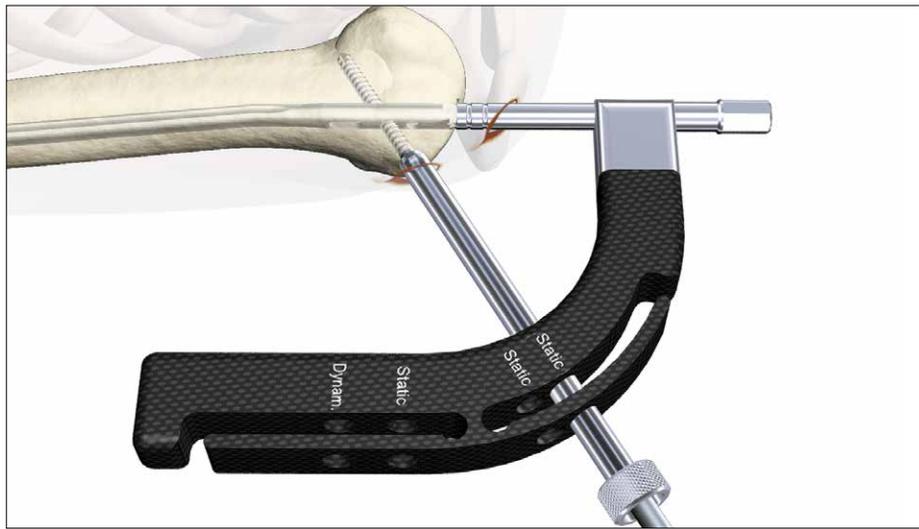


Abb. 24

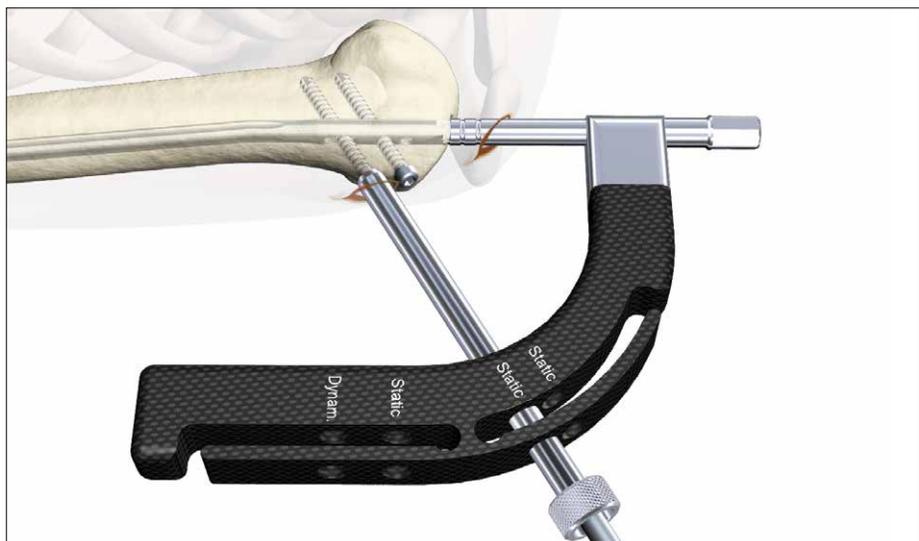


Abb. 25

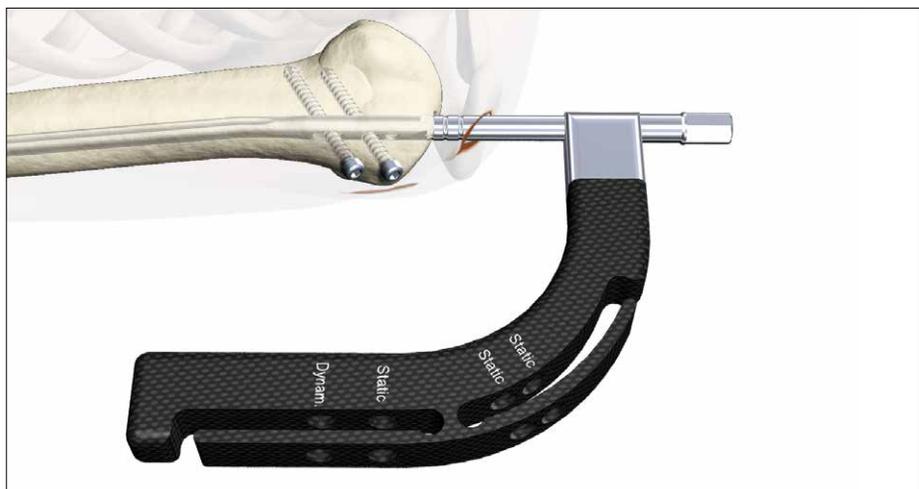


Abb. 26

OP-Technik – Antegrade Technik

Distale Freihandverriegelung

Die Freihandtechnik findet bei der Insertion von Verriegelungsschrauben sowohl in die anterior-posterioren als auch in die medio-lateralen Löcher im Nagel Anwendung. Vor der distalen Verriegelung des Nagels muss die Rotationsausrichtung überprüft werden.

Für die Freihandverriegelung sind mehrere Verriegelungstechniken möglich sowie verschiedene strahlendurchlässige Bohrgeräte erhältlich. Der entscheidende Schritt bei einer proximalen oder distalen Freihandverriegelung ist die Darstellung eines exakt runden Verriegelungslochs mit dem C-Arm.

Vorsicht:

Um keine neurovaskulären Strukturen zu verletzen, sollte eine eingeschränkt offene Vorgehensweise in Erwägung gezogen werden.

Der $\text{Ø } 3,5 \times 230$ mm Bohrer mit Zentrierspitze (1806-3540S) oder der optionale $\text{Ø } 3,5 \times 130$ mm Bohrer (1806-3550S) wird in einem schrägen Winkel auf die Mitte des Verriegelungslochs aufgesetzt (Abb. 28 und 29).

Bei der Röntgenaufnahme wird der Bohrer senkrecht zum Nagel gehalten, und es wird durch die anteriore Kortikalis gebohrt. Diese Ansichten sollten anhand von Röntgenaufnahmen sowohl in anterior-posteriorer Ebene als auch in medio-lateraler Ebene überprüft werden.

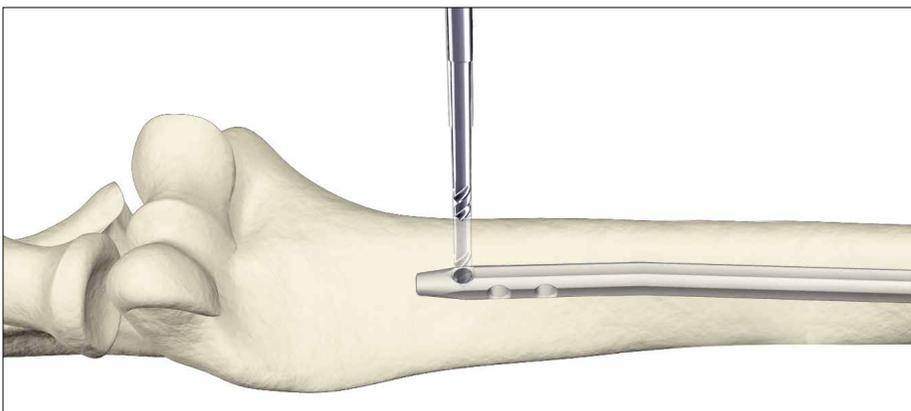


Abb. 28

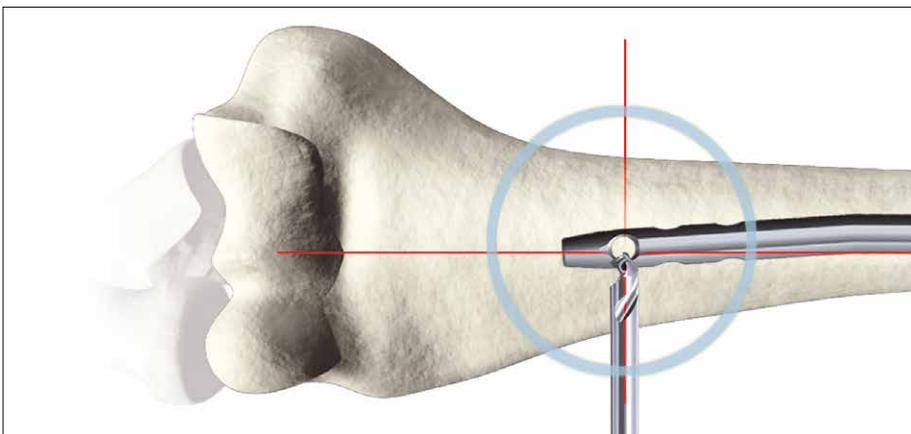


Abb. 29

OP-Technik – Antegrade Technik

Nach dem Bohren beider Kortikales kann die Schraubenlänge direkt von der kurzen Schraubenskala (1806-0360) am orangefarbenen Farbring des Bohrers mit Zentrierspitze abgelesen werden (Abb. 30). Wie bei der proximalen Verriegelung (Abb.21, Seite 16), entspricht die Position des Bohrerendes dem Ende der Schraube an der Gegenkortikalis.

Die routinemäßige Insertion der Verriegelungsschraube wird mit dem zusammengebauten kurzen Schraubenschaft und dem Birnen-Griff vorgenommen.

Der distale Humerus sollte möglichst mit zwei Verriegelungsschrauben mit Vollgewinde verriegelt werden. Eine zusätzliche Verriegelung der medio-lateralen Löcher ist möglich, wenn der Bildverstärker angepasst werden kann (Abb. 31).

Hinweis:

Die Bildverstärkung sollte verwendet werden, um die Schraubenposition über den Nagel und die Schraubenlänge zu überprüfen.

Alternativ kann die Schraubenlänge mit dem Schraubmessgerät gemessen werden.

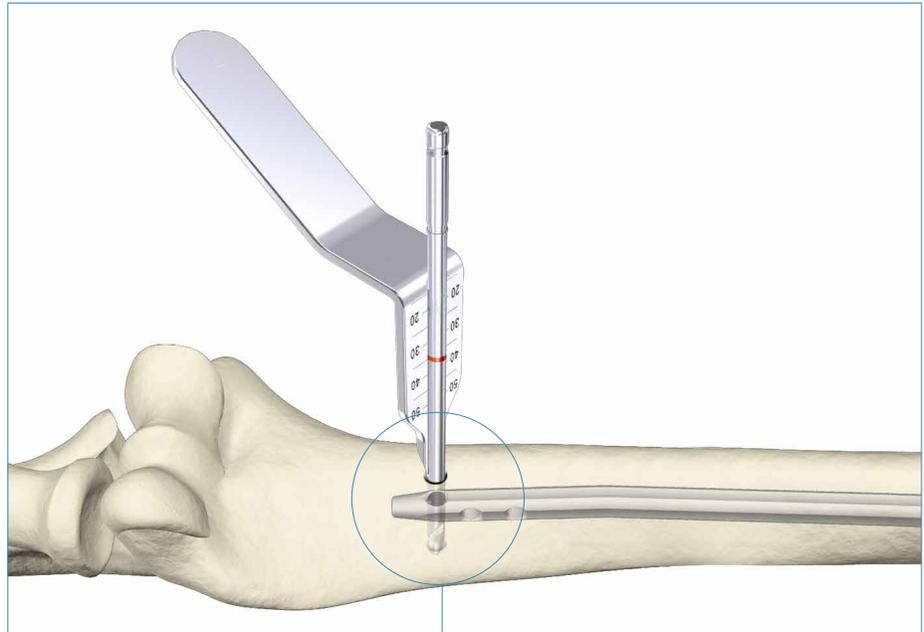


Abb. 30

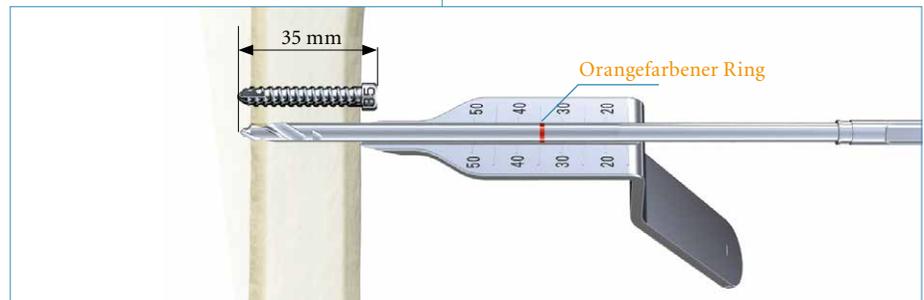


Abb. 30a

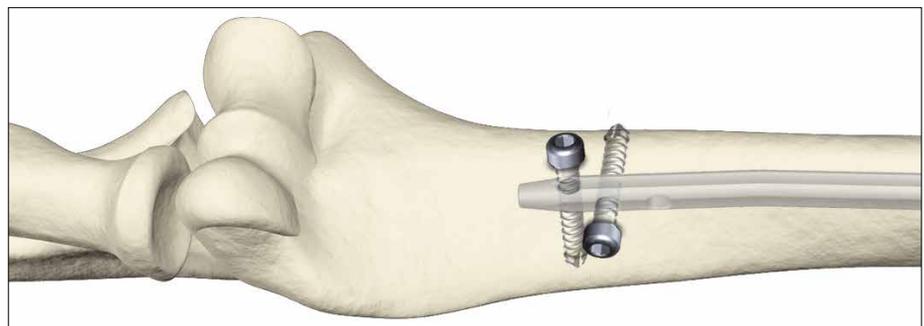


Abb. 31

OP-Technik – Antegrade Technik

Insertion der Endkappe

Nach dem Entfernen des Zielgeräts wird eine Endkappe verwendet, um ein mögliches Einwachsen von Knochen in das proximale Nagelgewinde zu verhindern.

Endkappen sind in sechs Größen verfügbar (Abb. 32).



Abb. 32

Die Endkappen werden mit dem kurzen Schraubendreher, montiert auf den Birnen-Griff, eingesetzt, nachdem auf den intraoperativen Röntgenaufnahmen eine zufriedenstellende Reposition und Implantation zu sehen war (Abb. 33). Die Endkappe muss fest angezogen werden, um ein Lockern zu verhindern.

Vorsicht:

Um Kollisionen zu vermeiden, sollte die Länge der Endkappe sorgfältig ausgewählt werden.

Die Wunde wird mit einer Standardtechnik geschlossen.

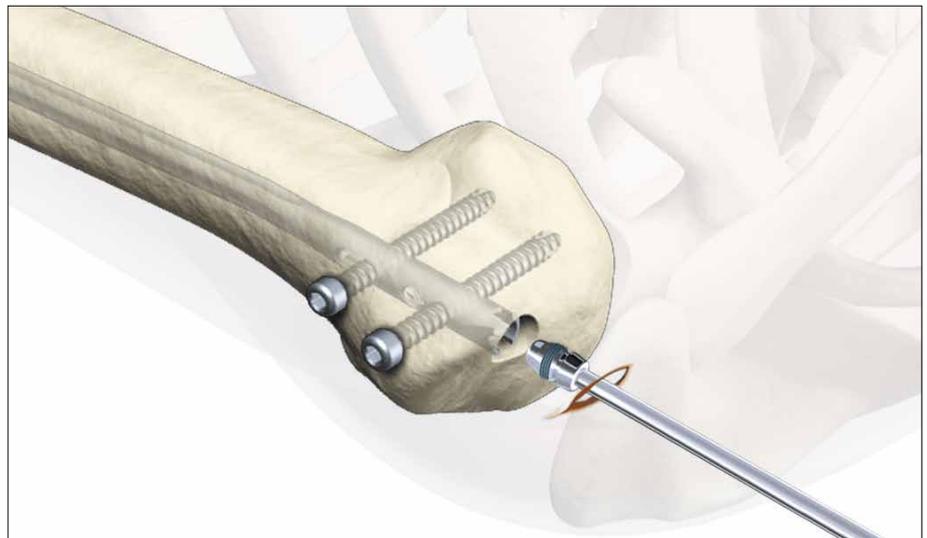


Abb. 33



Abb. 34

Dynamischer Verriegelungsmodus

Wenn es das Frakturprofil zulässt, kann die kontrollierte dynamische Verriegelung für transversale oder axial stabile Frakturen gewählt werden.

Eine antegrade Dynamisierung wird durchgeführt, indem der Nagel distal statisch verriegelt wird.

Die geführte Verriegelungsschraube mit Teilgewinde (Schaftschraube) wird dann in der dynamischen Position des Langlochs platziert. Dadurch kann sich der Nagel bewegen und sich die Fraktur setzen, während gleichzeitig die Torsionsstabilität erhalten bleibt (Abb. 34).

OP-Technik – Antegrade Technik

Verriegelungsmodus Apposition/Kompression

Das antegrade

T2-Humerusnagelungssystem bietet die Möglichkeit, eine Humerusfraktur vor dem Verlassen des Operationssaals mit aktiver mechanischer Apposition/Kompression zu behandeln.

Hinweis:

Die distale statische Freihandverriegelung muss vor der aktiven, kontrollierten Apposition/Kompression an der Frakturstelle durchgeführt werden.

Wenn eine aktive Apposition/Kompression erforderlich ist, wird eine Verriegelungsschraube mit Teilgewinde (Schaftschraube) über das Zielgerät in die dynamische Position des Langlochs eingesetzt. Auf diese Weise ist bei Verwendung der erweiterten Kompressionsschraube eine aktive, kontrollierte Apposition/Kompression mit bis zu 6 mm möglich. Zum Einsetzen der Verriegelungsschraube mit Teilgewinde (Schaftschraube) werden beide Kortikales mit dem $\varnothing 3,5 \times 230$ mm Bohrer (1806-3540S) durchbohrt. Dann wird die nahe Kortikalis NUR mit dem $\varnothing 4,0 \times 180$ mm Bohrer (1806-4000S) bis zum Anschlag gebohrt.

Hinweis:

Nach dem Bohren der Gegenkortikalis mit dem $\varnothing 3,5 \times 230$ mm Bohrer kann die korrekte Schraubenlänge direkt vom kalibrierten Bohrer am Ende der Bohrhülse abgelesen werden.

Nach dem Einsetzen der Verriegelungsschraube mit Teilgewinde (Schaftschraube) wird die Nagelhalteschraube entfernt, sodass der Insertionsstab mit dem Nagel intakt bleibt (Abb. 35). Dieser fungiert dann als Führung für die Kompressionsschraube. Die Kompressionsschraube wird mit dem Kompressionsschraubendreher (1806-0263), der auf dem Birnen-Griff montiert ist, durch den Insertionsstab eingesetzt (Abb. 36).

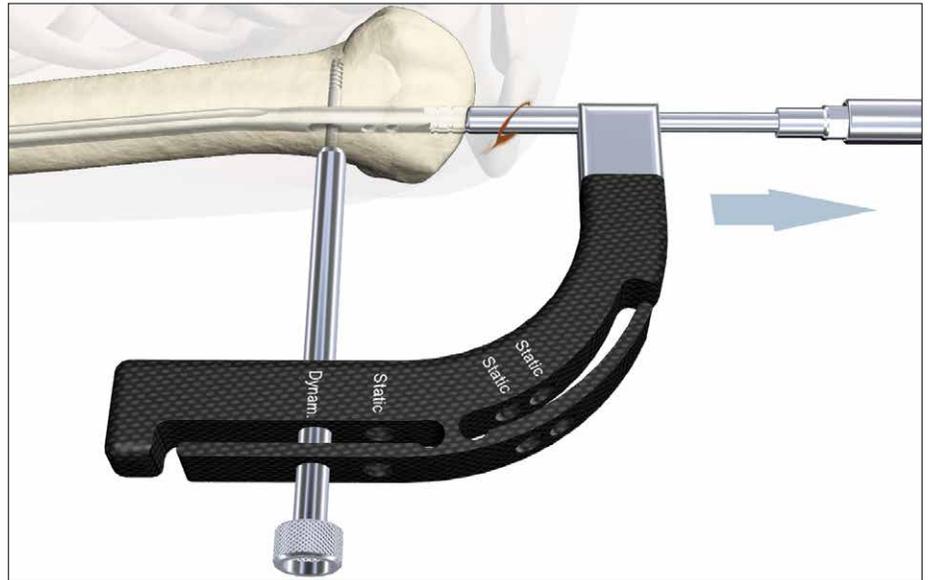


Abb. 35

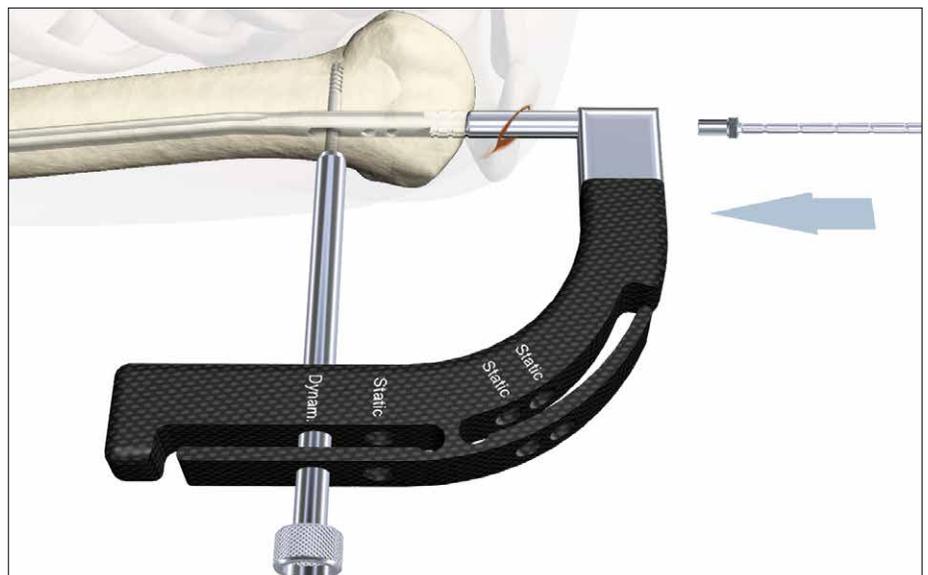


Abb. 36

OP-Technik – Antegrade Technik

Hinweis:

Unter Umständen ist es einfacher, die Kompressionsschraube einzusetzen, bevor der Nagel endgültig befestigt wird. Nachdem die Nadelspitze die Frakturstelle freigegeben hat, wird der Führungsdraht (sofern verwendet) zurückgezogen. Wenn der proximale Teil des Nagels noch nicht endgültig befestigt ist und aus dem Knochen herausragt, wird die Nagelhalteschraube entfernt und die erweiterte Kompressionsschraube eingesetzt. Es ist darauf zu achten, dass der Schaft der Kompressionsschraube nicht in den Bereich des Langlochs hineinragt.

Die kurze Gewebeschutzhülse wird entfernt, und die Kompressionsschraube wird vorsichtig mit zwei Fingern angezogen (Abb. 37). Da die Kompressionsschraube gegen die 4,0 mm Verriegelungsschraube mit Teilgewinde (Schaftschraube) vorgeschoben wird, zieht sie das distale Fraktursegment zur Frakturstelle, wodurch eine aktive Apposition/Kompression bewirkt wird (Abb. 38). Mithilfe einer Röntgenaufnahme kann die aktive Apposition/Kompression sichtbar gemacht werden. Unter Umständen ist ein leichtes Verbiegen der transversalen Verriegelungsschraube (Schaftschraube) mit Teilgewinde zu erkennen.

Hinweis:

- Die Apposition/Kompression muss unter Röntgenkontrolle stattfinden. Zu starke Kompression kann dazu führen, dass der Nagel oder die Verriegelungsschraube mit Teilgewinde (Schaftschraube) nicht befestigt werden kann.
- Für eine aktive Kompression von 6 mm muss das Implantat beim Komprimieren des Nagels in einem sicheren Abstand von der Eintrittsstelle eingesetzt werden. Die drei Rillenmarkierungen auf dem Insertionsstab ermöglichen die richtige Insertionstiefe des Implantats.

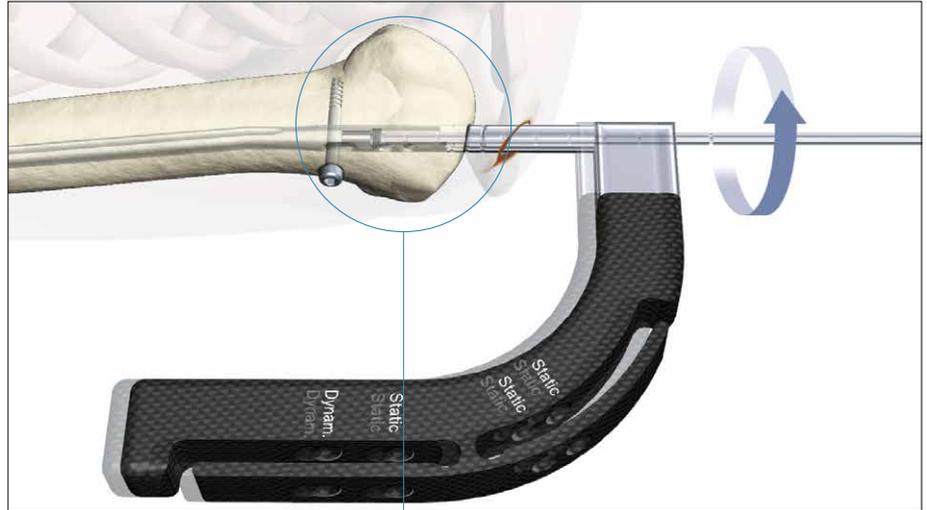


Abb. 37

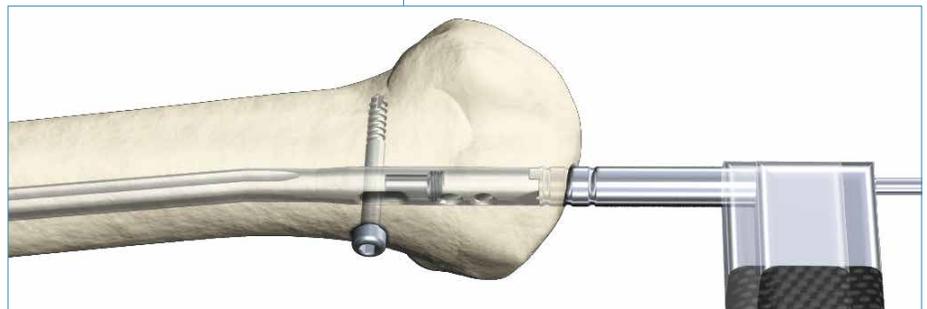


Abb. 38

Erweiterter Verriegelungsmodus

Um eine zusätzliche Fixation zu erreichen und die Belastung für die Verriegelungsschraube mit Teilgewinde zu reduzieren (Schaftschraube), bietet das Design des T2 Humerusnagelungssystems die Möglichkeit, eine Verriegelungsschraube mit Vollgewinde in das andere transversale Loch am Eintreibende des Nagels einzusetzen, nachdem die Apposition/Kompression verwendet wurde.

Vor der geführten Verriegelung mithilfe des Zielgeräts muss die Nagelhalteschraube mithilfe des Insertionsschraubendrehers angezogen werden.

Die erweiterte Kompressionsschraube wird auf dem selbsthaltenden Kompressionsschraubendreher angebracht. Die Nagelhalteschraube wird entfernt, wobei das Zielgerät an Ort und Stelle verbleibt (Abb. 39). Die Kompressionsschraube wird durch das Zielgerät vorgeschoben, bis die gewünschte Kompression ausgeübt wird. Die Insertionstiefe kann mithilfe der Fluoroskopie sichtbar gemacht werden (Abb. 40).

Hinweis:

Wie bereits beschrieben, ist es unter Umständen einfacher, die Kompressionsschraube einzusetzen, bevor der Nagel endgültig befestigt wird.

Um das Zielgerät erneut am Nagel anzubringen, wird der Birnen-Griff vom Kompressionsschraubendreher entfernt, und die Nagelhalteschraube wird über den Kompressionsschraubendreher in ihre erforderliche Position gebracht.

Das Einsetzen der zweiten transversalen Verriegelungsschraube mit Vollgewinde erfolgt nach dem Verriegelungsverfahren für statische Verriegelung (Abb. 41).

Abschließend sollte eine Endkappe eingesetzt werden, wie auf Seite 21 dargestellt.

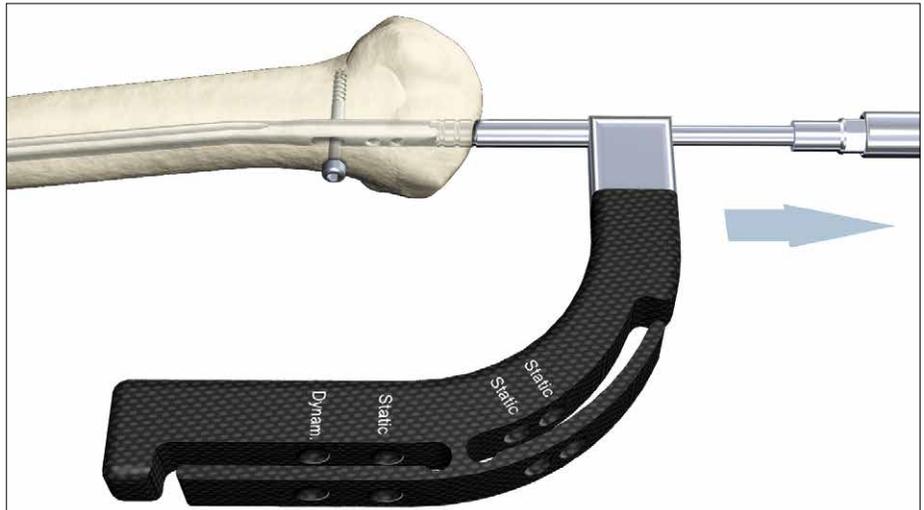


Abb. 39

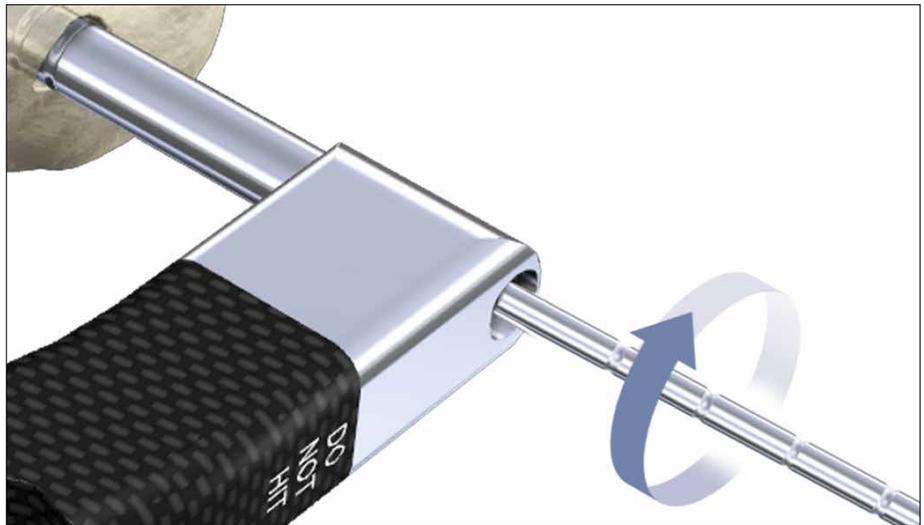


Abb. 40

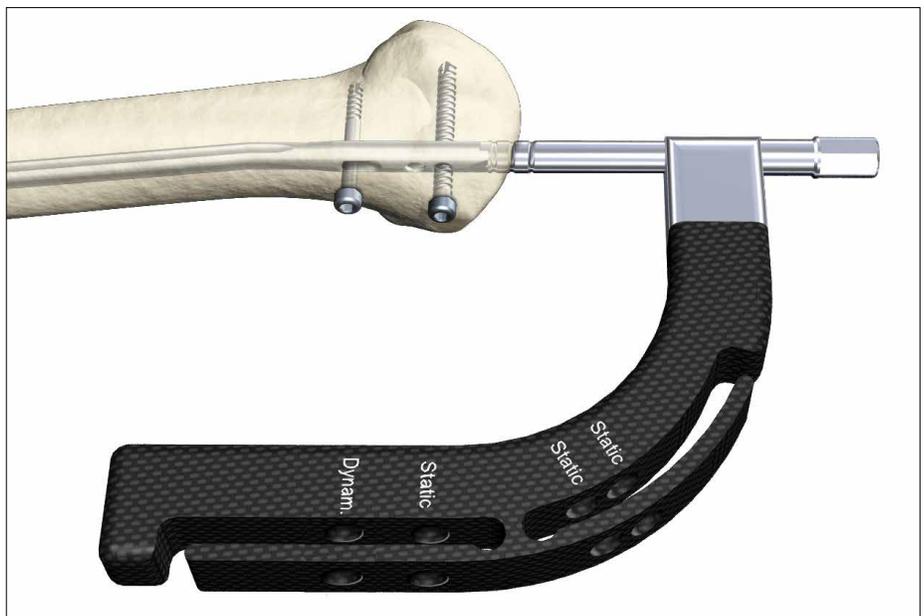


Abb. 41

OP-Technik – Antegrade Technik

Nagelentfernung

Das Entfernen eines Nagels ist hauptsächlich ein elektiver Vorgang. In diesem Fall wird die Endkappe mit dem kurzen Schraubendreherschaft und dem Birnen-Griff entfernt (Abb. 42). Bei Verwendung des erweiterten Verriegelungsmodus wird zunächst die am weitesten proximal gelegene Schraube entfernt, um an die Kompressionsschraube zu gelangen. Anschließend wird die erweiterte Kompressionsschraube aus der Verriegelungsschraube mit Vollgewinde (Schaftschraube) gelöst, indem der Kompressionsschraubendreher eine volle Umdrehung nach links gedreht wird (Abb. 43).

Hinweis:

Es ist nicht erforderlich, die erweiterte Kompressionsschraube vom Nagel zu entfernen. Dies könnte bei einem implantiertem Nagel schwierig werden.

Die Universal-Stange wird in das Eintreibende des Nagels eingeführt, bevor alle Verriegelungsschrauben unter Verwendung des kurzen Schraubendreherschafts und dem Birnen-Griff entfernt werden (Abb. 43).

Hinweis:

Wenn zuerst die Universal-Stange an dem Nagel angebracht wird, verringert sich das Risiko einer Nagelwanderung. Die Verriegelungsschrauben können sicher entfernt werden.

Zum kontrollierten Extrahieren des Nagels wird der Schlitzhammer verwendet (Abb. 44).

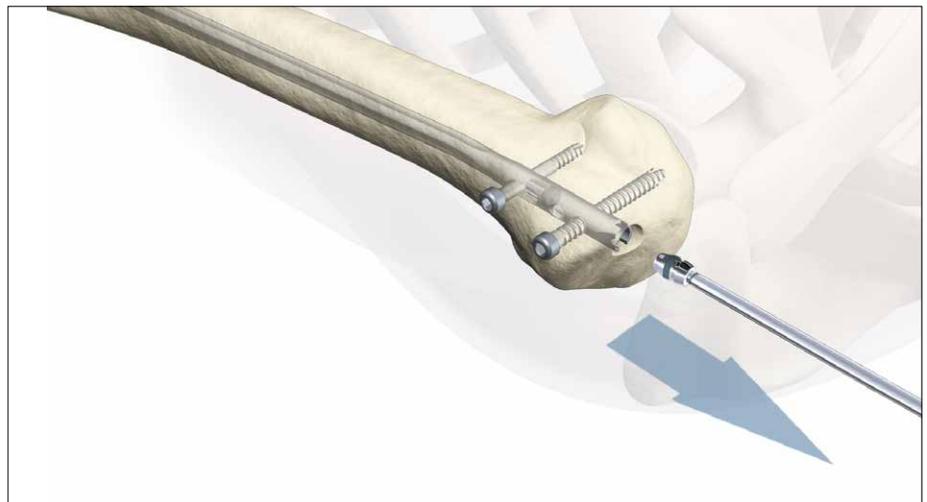


Abb. 42

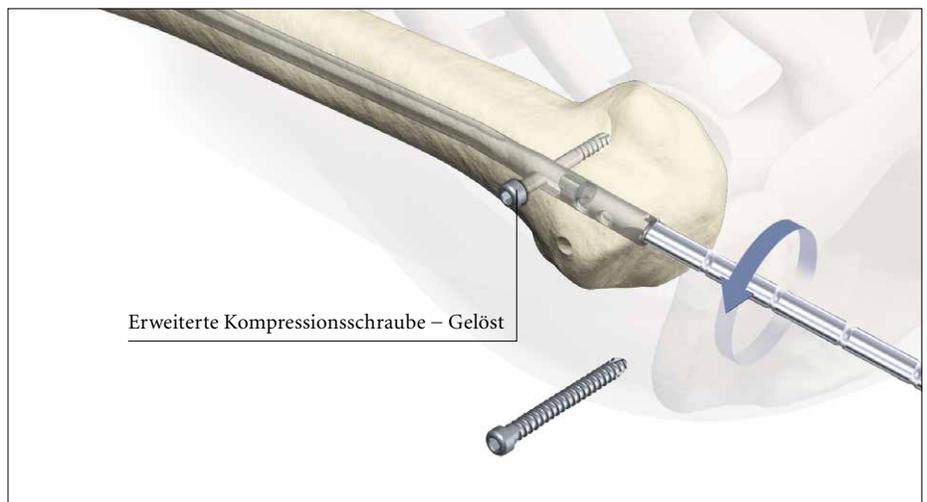


Abb. 43

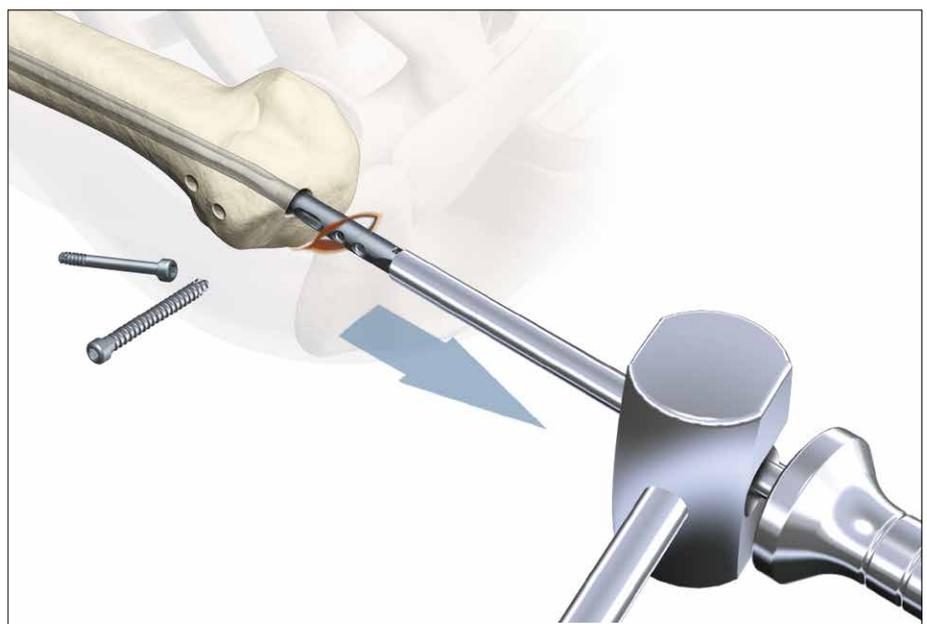
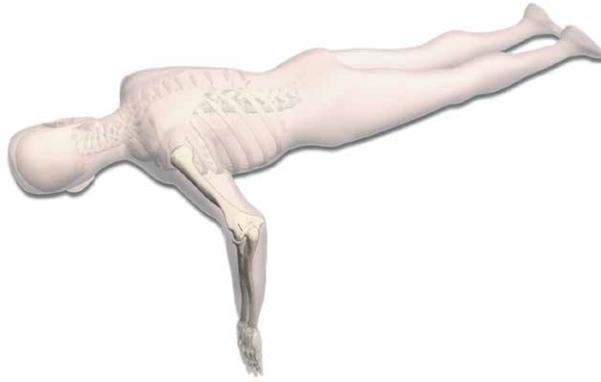


Abb. 44

OP-Technik – Retrograde Technik

Patientenpositionierung

Der Patient wird in Bauchlage oder in Seitenlage auf einem strahlendurchlässigen OP-Tisch platziert. Der betroffene Arm wird auf einer Armstütze oder einem Hand-OP-Tisch abgelegt. Die Schulter hat eine Abduktion von 90°, das Ellenbogengelenk ist ebenfalls in einer 90°-Position angewinkelt. In dieser Position können Frakturen in korrekter Rotation reponiert werden.



Die Position des Patienten sollte überprüft werden, um sicherzustellen, dass die Bildgebung der Eintrittsstelle am proximalen Humerus möglich ist. Auf diese Weise kann der Ellenbogen in Hyperflexion gebracht werden, um die Insertion des Implantats parallel zum Humerus zu ermöglichen.



Abb. 45

Inzision

Eine posteriore Vorgehensweise wird verwendet, um den distalen Humerus zu erreichen. Von der Spitze des Olecranon aus wird eine 6 cm lange Inzision in proximaler Richtung geführt. Die Trizepssehne wird geteilt, das Muskelgewebe freigelegt und zurückgezogen, bis der obere Rand der Fossa olecrani sichtbar ist.

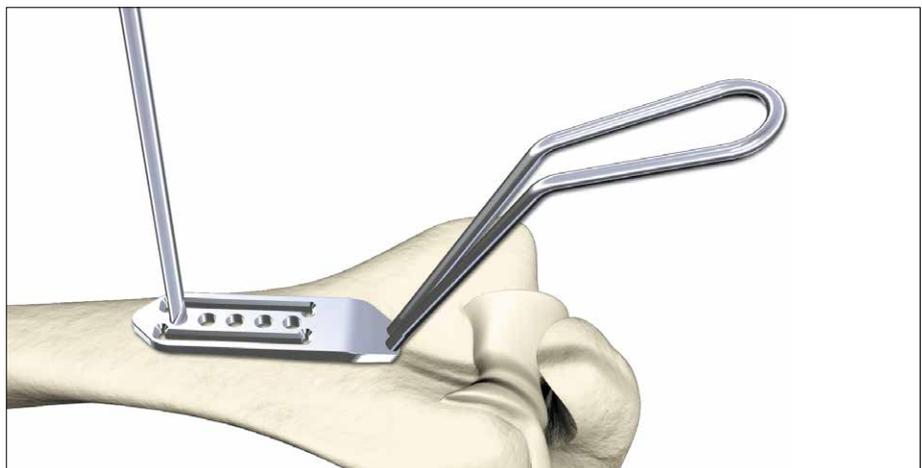


Abb. 46

Der distale Insertionspunkt für den Nagel befindet sich einen Zentimeter über der Fossa olecrani. Mit der Bohrschablone (703117) kann der entsprechende Eintrittspunkt leichter ermittelt werden (Abb. 45). Der Knochenmarkkanal wird mit dem Bohrer Ø 3,5×130 mm (1806-3550S) durch Bohren einer Reihe linearer Löcher geöffnet (Abb. 46). Die Löcher werden dann mit dem Zentrierbohrer (703125) miteinander verbunden (Abb. 47).

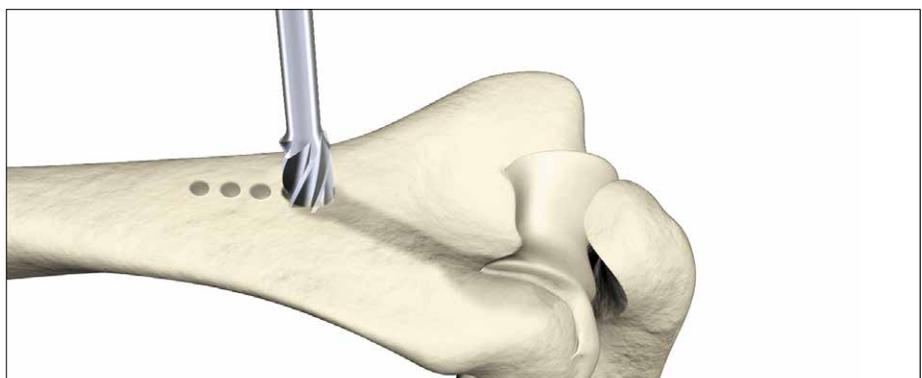


Abb. 47

Hinweis:

Die Schlitz in der Bohrführung der retrograden Bohrschablone (703117) müssen zentriert und parallel zum Knochenmarkkanal (lange Achse des Humerus) sein.

OP-Technik – Retrograde Technik

Eintrittsstelle

Die endgültige Vorbereitung des Operationsfeldes für die Insertion wird mit dem konischen konischer Vorbohrer (703126) durchgeführt, der ein ovales kortikales Loch in Längsrichtung mit einer Länge von mindestens 3 cm und einer Breite von mindestens 1 cm (Abb. 49) herstellt.

Die Kortikalis wird distal mit dem starren Bohrer oder einem kleinen Rongeur bis zur Fossa olecrani entfernt.

Vorsicht:

Die Nagelspitze weist zwar eine Krümmung von 4 Grad auf, welche die distale Einführung des Nagels vereinfacht, hohe Kompressionskräfte während der Nagelinsertion können jedoch zu Frakturen des distalen Humerus führen, wenn die Insertionsöffnung zu kurz oder zu steil ist.

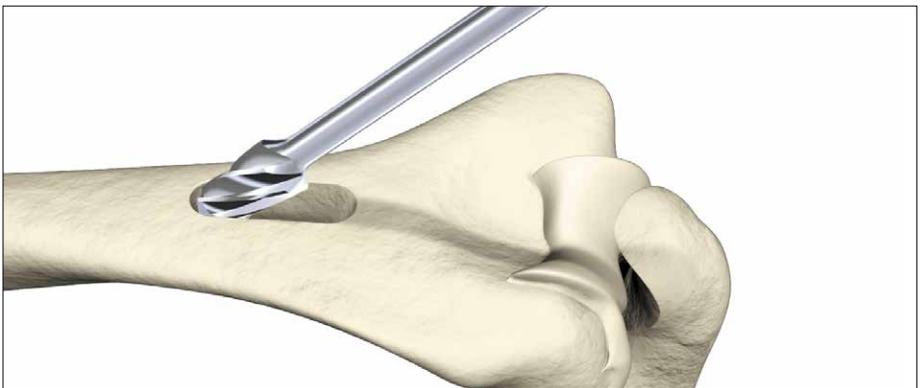


Abb. 48

Abb. 49

Unaufgebohrte Technik

Das T2 Humerusnagelungssystem ist kanüliert und kann über einen Führungsdraht ohne Olive ohne Bohrer eingebracht werden (Abb. 4). Dies vereinfacht die Frakturreposition und verringert das Risiko iatrogenen distaler Frakturen, die durch den Versuch verursacht werden, die Fraktur mit dem Nagel zu repositionieren.

Der 2,2 × 800 mm Führungsdraht ohne Olive (1806-0093S) wird mithilfe der Bildkontrolle durch das distale Fragment eingeführt und mit dem Führungsdrahtgriff und Spannfutter (1806-1095 und 1806-1096) (Abb. 48 und 50) an die gewünschte Position im proximalen Humerus gebracht.

Die Repositionsstange (1806-0363) kann zur Frakturreposition verwendet werden, um die Insertion des Führungsdrahts zu erleichtern (Abb. 51). Der Führungsdraht wird vorgeschoben, bis sich die Spitze in der Mitte des Humeruskopfs befindet. Der Führungsdraht sollte sich sowohl in der anterior-posterioren Ansicht als auch in der lateralen Ansicht in der Mitte der Metaphyse befinden, um eine Offset-Positionierung des Nagels zu vermeiden. Der Griff des Führungsdrahts wird entfernt, und der Führungsdraht verbleibt an Ort und Stelle.

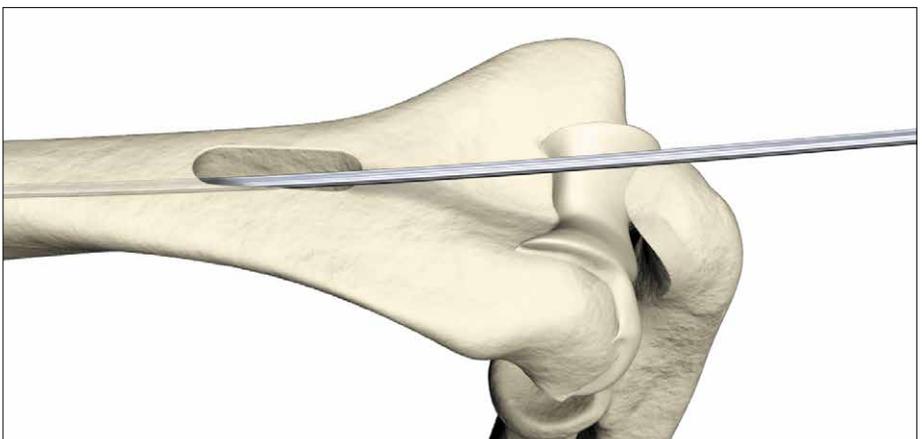


Abb. 50

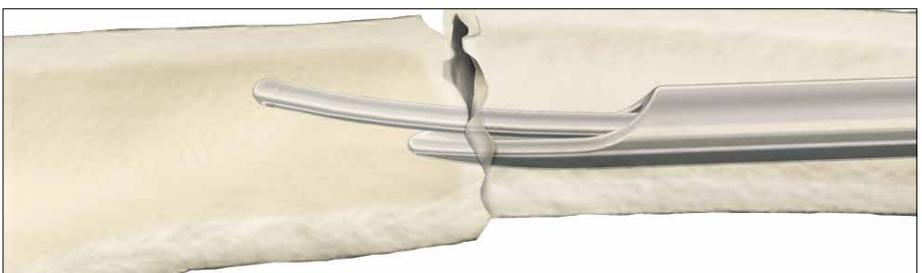


Abb. 51

OP-Technik – Retrograde Technik

Aufgebohrte Technik

Für Techniken mit Bohrer wird der zentrale 2,5x800 mm Führungsdraht mit Olive (1806-0083S) durch die Frakturstelle eingebracht. Die Repositionsstange oder die kurze Universal-Stange mit dem optionalen Repositionslöffel kann zur Frakturpositionierung verwendet werden, um die Insertion des Führungsdrahts über die Frakturstelle zu erleichtern (siehe Abb. 51).

Das Bohren erfolgt in Schritten von 0,5 mm bis zu Kortikaliskontakt. (Abb. 50). Der abschließende Bohrer sollte 1 mm–1,5 mm größer als der Durchmesser des verwendeten Nagels sein.

Mithilfe des Führungsdrahtschiebers kann der Führungsdraht während der Schaftextraktion des Bohrers in seiner Position gehalten werden. Der Metallhohlraum am Ende des Griffs, der auf das Ende des Antriebsgeräts geschoben wird, macht es einfacher, den Führungsdraht an Ort und Stelle zu halten, wenn das Antriebsgerät herausgezogen wird. Kurz vor dem Ende des Führungsdrahts wird das Führungsdraht-Antriebsgerät mit seiner Trichterspitze am Ende der Kanülierung des Antriebsgeräts platziert. Während das Antriebsgerät entfernt wird, hält das Führungsdraht-Antriebsgerät den Führungsdraht an Ort und Stelle (Abb. 53 und 54).

Hinweis:

Das Eintreibende von 7 mm Nägeln beträgt immer 8 mm.

Wenn der Bohrvorgang abgeschlossen ist, sollte das Teflonrohr (1806-0073S) verwendet werden, um den Führungsdraht mit Olive zur Nagelinsertion gegen den Führungsdraht ohne Olive auszutauschen.

Hinweis:

Es dürfen keine T2 Humerusnägel über einen Führungsdraht mit Olive eingebracht werden.

Eine unaufgebohrte Technik kann in Fällen in Erwägung gezogen werden, bei denen der Knochenmarkkanal den entsprechenden Durchmesser aufweist. In diesen Fällen kann der Nagel über den 2,2x800 mm Führungsdraht ohne Olive (1806-0093S) eingesetzt werden.

Hinweis:

Vor der Operation sollte die Kanalgröße mittels Röntgenschablonen ermittelt werden.

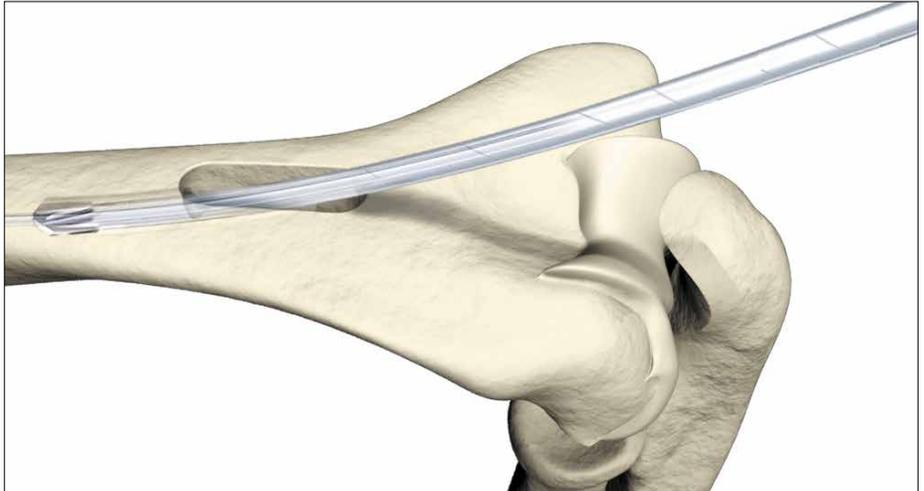


Abb. 52

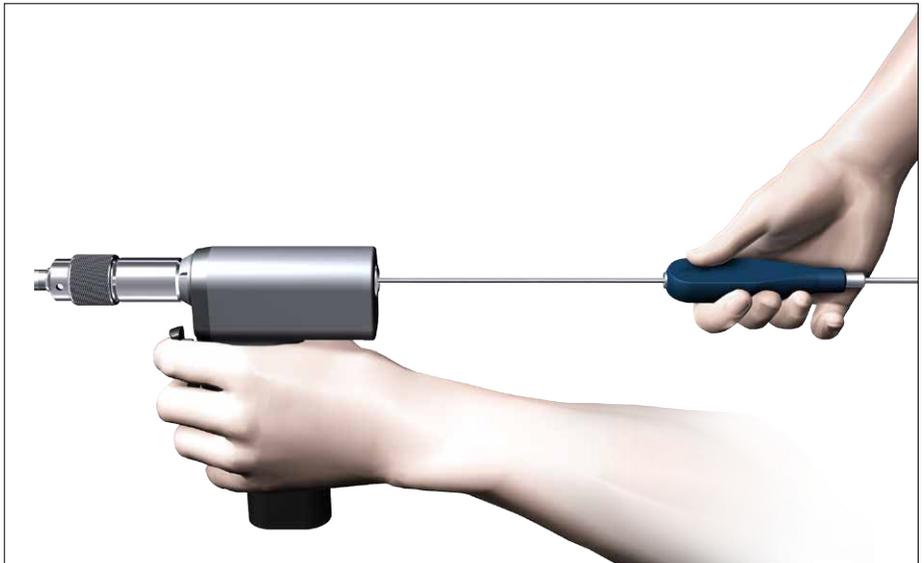


Abb. 53

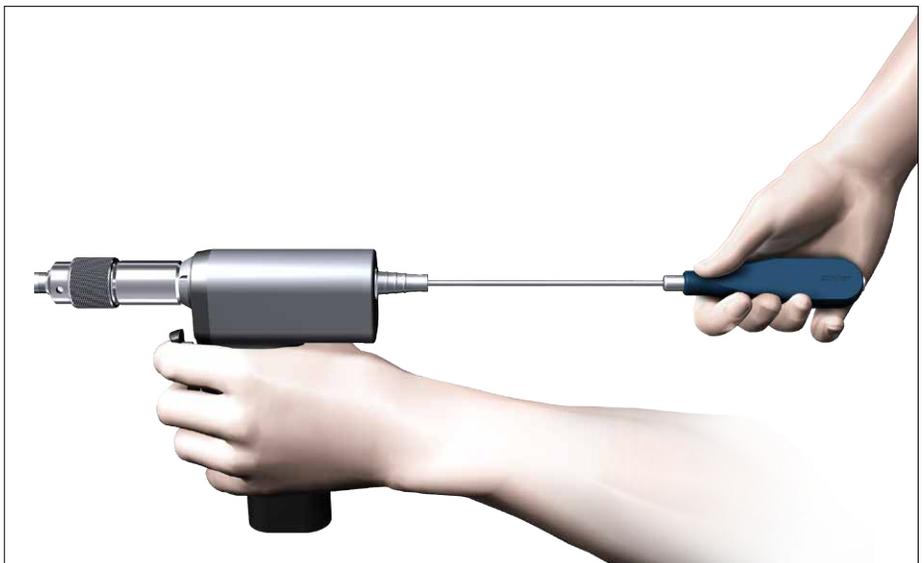


Abb. 54

OP-Technik – Retrograde Technik

Nagelauswahl

Die Röntgenschablone (1806-003) sollte vor der Operation verwendet werden, um die Kanalgröße mittels Röntgenbildaufnahmen zu ermitteln. Diese Informationen können zusammen mit der klinischen Bewertung der Kanalgröße verwendet werden, die durch die Größe des zuletzt verwendeten Bohrers ermittelt wurde.



Abb. 55

Durchmesser

Der Durchmesser des ausgewählten Nagels sollte 1 mm kleiner als der Durchmesser des zuletzt verwendeten Bohrers sein.

Länge

Zur Bestimmung der Nagellänge kann das Röntgenlineal (1806-0013) verwendet werden (Abb. 55). Das Führungsdrahtlineal (1806-0022) kann verwendet werden, indem es auf dem Führungsdraht platziert und dann die korrekte Nagellänge am Ende des Führungsdrahts am Ende des Führungsdrahtlineals abgelesen wird (Abb. 56). Die Position der Spitze des Führungsdrahts sollte vor der Messung überprüft werden.

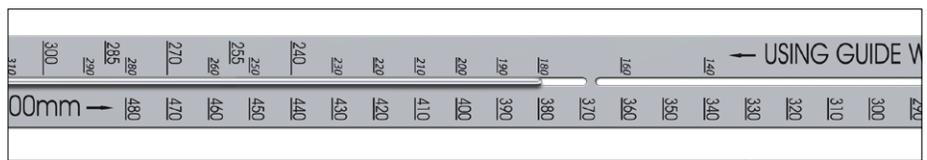


Abb. 56



Hinweis:

Falls die Fraktur eine Apposition/Kompression zulässt, sollte das ausgewählte Implantat 6–10 mm kürzer als die gemessene Länge sein, um eine Migration des Nagels über die Insertionsstelle hinaus zu verhindern.

Das Führungsdrahtlineal lässt sich einfach zusammen- und auseinanderklappen.

Nagelinsertion

Der ausgewählte Nagel wird mit der Nagelhalteschraube (1806-0163) auf dem Zielgerät (1806-0143) befestigt. Die Nagelhalteschraube muss mit dem Insertionsschraubendreher (1806-0135) fest angezogen werden, damit sie sich während der Nagelinsertion nicht lockert (Abb. 57).



Abb. 57

OP-Technik – Retrograde Technik

Hinweis:

Vor der Nagelinsertion sollte die korrekte Ausrichtung überprüft werden. Zu diesem Zweck ist eine Bohrer Spitze durch den montierten Gewebeschutz und die Bohrhülse einzubringen, die sich in den erforderlichen Löchern für das Zielgerät befinden.

Nachdem der Bohrvorgang abgeschlossen und der Führungsdraht ausgetauscht ist, kann der Nagel in der richtigen Größe platziert werden. Er wird durch den Eintrittspunkt durch die Frakturstelle bis zur entsprechenden Position vorgeschoben.

Möglicherweise muss der Nagel leicht gedreht werden, um mit der Insertion des Nagels zu beginnen. Der Nagel sollte mit manuellem Druck vorgeschoben werden (Abb. 58). Der aggressive Einsatz des Schlitzhammers kann zu weiteren Frakturen führen. Wenn sich der Nagel nicht leicht vorschieben lässt, sollte mithilfe der Bildverstärkung geprüft werden, ob der Nagelwinkel zu steil ist und der Nagel auf den anterioren Kortikalis stößt. In diesem Fall muss die Eintrittsöffnung geweitet werden.

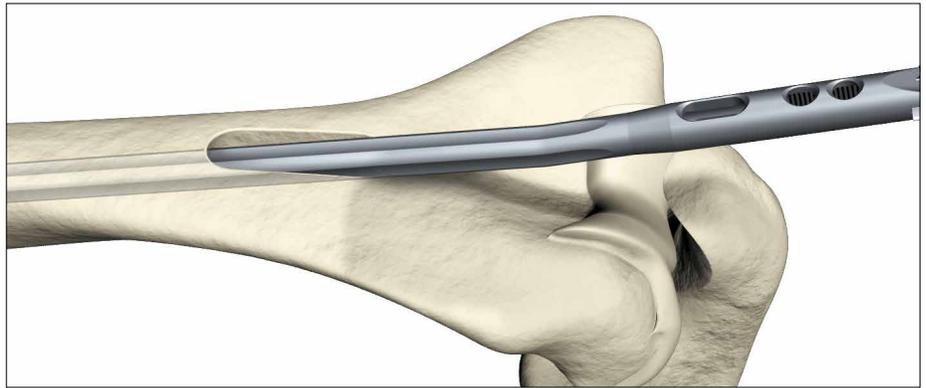


Abb. 58

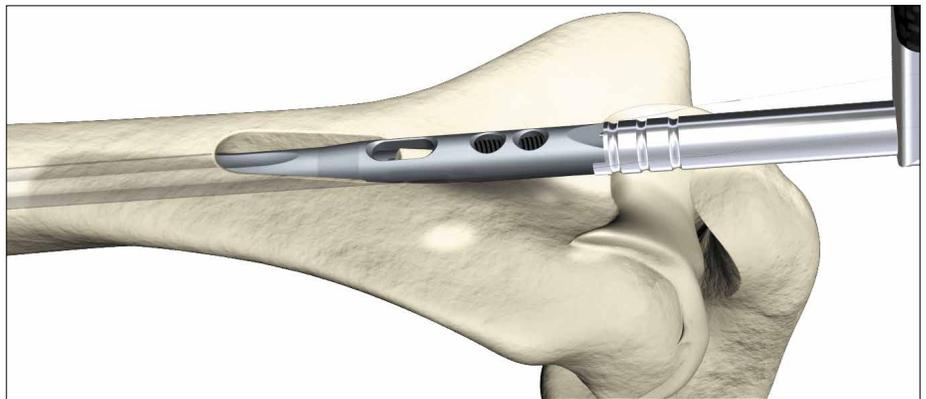


Abb. 59

Hinweis:

Das Eintreibende des Nagels ist abgeschrägt, um das Ende auf den Röntgenaufnahmen zu kennzeichnen. Am Insertionsstab der Zielgerätbaugruppe befinden sich im Abstand von 2 mm, 6 mm und 10 mm vom Eintreibende des Nagels drei umlaufende Rillenmarkierungen (Abb. 59). Die Insertionstiefe kann mithilfe der Fluoroskopie sichtbar gemacht werden.

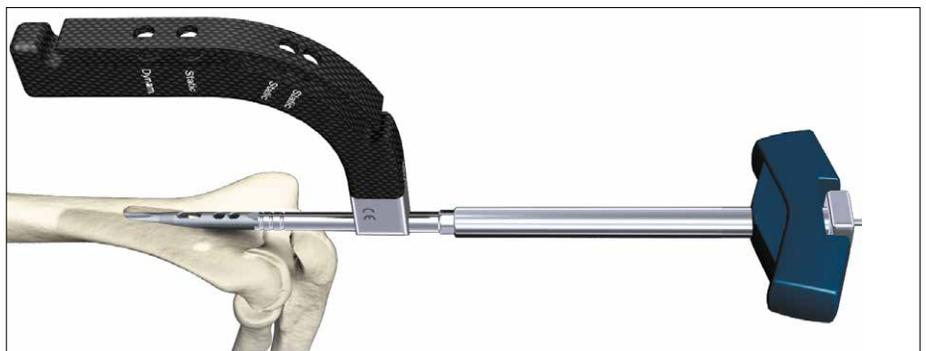


Abb. 60

Der 3 × 285 mm K-Draht kann durch das Zielgerät eingeführt werden, das die Stelle markiert, an der Nagel und Insertionsstab zusammentreffen.

Die Insertion des Nagels in den Frakturbereich sollte unter Bildverstärkung überwacht werden.

Der Nagel kann über den Führungsdraht ohne Olive durch leichtes Eindringen der Baugruppe Nagelhalteschraube/Insertionsschraubendreher (Abb. 60) oder die Baugruppe Nagelhalteschraube/Schlagplatte platziert werden (Abb. 61).

OP-Technik – Retrograde Technik

Falls ein Nagel versehentlich zu tief eingeführt wurde, kann er entweder mit der Hand oder durch Befestigen der kurzen Universal-Stange an der Nagelhalteschraube repositioniert werden. Mit dem Schlitzhammer kann der Nagel problemlos repositioniert werden (Abb. 62). NICHT auf das Zielgerät schlagen.

Bei statischer Verriegelung beträgt die dringt der retrograde Nagel mindestens 6 mm unter die Oberfläche ein. Wenn das Implantat dynamisch, mit aktiver Apposition/Kompression oder im erweiterten Verriegelungsmodus eingesetzt wird, beträgt die empfohlene Insertionstiefe 10 mm.

Hinweis:

Vor dem Bohren und dem Einsetzen der Verriegelungsschrauben muss der Führungsdraht entfernt werden.



Abb. 61

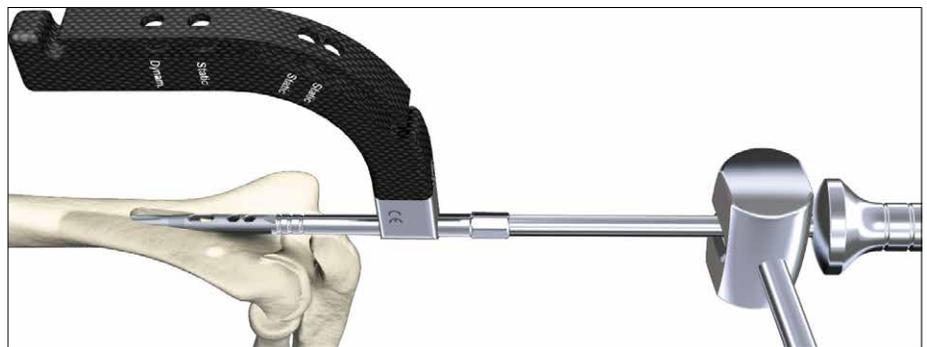


Abb. 62

OP-Technik – Retrograde Technik

Geführter Verriegelungsmodus (über Zielgerät)

Vor der geführten Verriegelung mithilfe des Zielgeräts muss die Nagelhalteschraube mithilfe des Insertionsschraubendrehers fest angezogen werden, um sicherzustellen, dass der Nagel korrekt am Zielgerät ausgerichtet ist.

Das Zielgerät bietet vier Optionen für die geführte Verriegelung (Abb. 63.1 und Abb. 63.4).

Im statischen schrägen Verriegelungsmodus können die beiden statischen Löcher, die dem Ende des Nagels am nächsten liegen, für statische schräge (30°) Verriegelungen verwendet werden (Abb. 63.1).

- 1. Statisch
- 2. Statisch

Im statischen transversalen Verriegelungsmodus werden das nächste statische Loch und das dynamische Loch für statische Transversalverriegelungen verwendet (Abb. 63.2).

- 3. Statisch
- 4. Dynamisch

Im kontrollierten dynamischen Modus und/ oder im kontrollierten Appositions-/ Kompressionsmodus ist das dynamische Loch erforderlich (Abb. 63.3).

- 4. Dynamisch

Im erweiterten Verriegelungsmodus ist das dynamische Loch erforderlich. Nach dem Einsatz der Kompression mit der erweiterten Kompressionsschraube wird das statische Loch verwendet (Abb. 63.4).

- 4. Dynamisch
- 3. Statisch



Abb. 63.1



Abb. 63.2

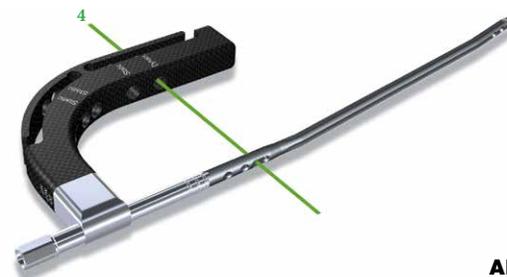


Abb. 63.3



Abb. 63.4

Die kurze Gewebeschutzhülse (1806-0180) wird zusammen mit der kurzen Bohrhülse (1806-0210) und dem kurzen Trokar (1806-0310) in das Zielgerät eingesetzt, indem die Sicherheitsklammer zusammengedrückt wird (Abb. 64).

Der Klemmechanismus ist so ausgelegt, dass die Hülse an Ort und Stelle verbleibt und nicht herausfällt. Außerdem wird verhindert, dass sich die Hülse während der Schraubenmessung verschiebt.

Um die Gewebeschutzhülse zu lösen, muss die Sicherheitsklammer erneut zusammengedrückt werden (Abb. 65).

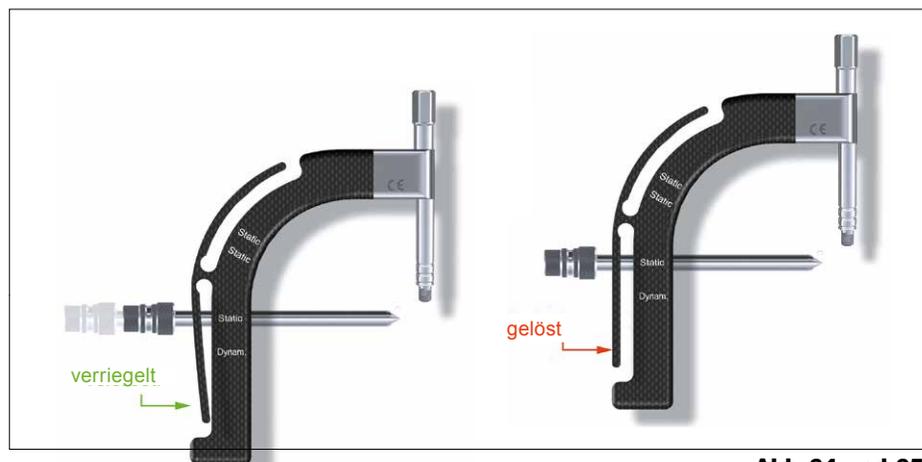


Abb. 64 und 65

OP-Technik – Retrograde Technik

Statischer Verriegelungsmodus

Statischer transversaler Verriegelungsmodus

Bei instabilen oder Trümmerbrüchen sollte der Nagel als Standard-Verriegelungsnagel verwendet werden. Die statische Verriegelung unterstützt die Erhaltung der Nagellänge und die Rotationsstabilität der Fraktur.

Die kurze Gewebeschutzhülse wird zusammen mit der kurzen Bohrhülse und dem kurzen Trokar durch das statische Verriegelungsloch am Zielgerät positioniert. Es wird ein kleiner Schnitt in die Haut vorgenommen. Die Baugruppe wird vorgeschoben, bis sie auf die posteriore Kortikalis des Humerus trifft.

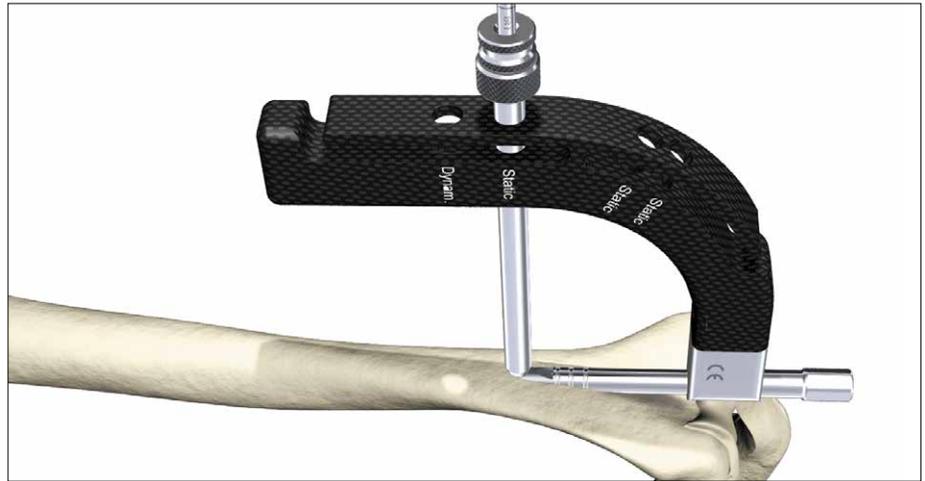


Abb. 66

Hinweis:

Insbesondere im proximalen Humerus sollte die Bildverstärkung verwendet werden, um sicherzustellen, dass die Gewebeschutzhülse bündig mit der Kortikalis ist. Andernfalls könnte die Schraubenmessung um 1–2 mm ungenau sein.

Der Trokar wird entfernt, während die Gewebeschutzhülse und die Bohrhülse an Ort und Stelle verbleiben.

Der kalibrierte Ø 3,5 x 230 mm Bohrer mit Zentrierspitze (1806-3540S) ermöglicht genaues Bohren und eine einfache Ermittlung der Schraubenlänge. Der Bohrer wird durch die Bohrhülse bis zur Kortikalis vorgeschoben.

Vorsicht:

Die Baugruppe aus Gewebeschutzhülse und Bohrhülse wird auf dem Knochen aufgesetzt, bevor die endgültige Schraubenlänge gewählt wird.

Nach dem Bohren beider Kortikales kann die Schraubenlänge direkt vom kalibrierten Bohrer am Ende der Bohrhülse abgelesen werden (Abb. 66 und 67).

Hinweis:

Die Position des Bohrerendes an der Gegenkortikalis entspricht dem Ende der Schraube. Falls also das Ende des Bohrers 3 mm über die Gegenkortikalis hinausragt, wird auch das Ende der Schraube um 3 mm hinausragen.



Abb. 67



OP-Technik – Retrograde Technik

Hinweis:

Das kurze Schraubenmessgerät ist so kalibriert, dass nach seinem Einhängen an der Gegenkortikalis so abgelesen wird, dass die Schraubenspitze 3 mm über die Gegenkortikalis hinausragt (Abb. 67).



Abb. 68

Wenn die Bohrhülse entfernt ist, wird die richtige 4,0 mm Verriegelungsschraube unter Verwendung des kurzen Schraubendreherschafts (1806-0222) mit dem Birnen-Griff (702429) durch die Gewebeschutzhülse eingebracht. Die Schraube wird durch beide Kortikales geschoben und hat ihre richtige Position fast erreicht, wenn sich die Mitte der Markierung um den Schaft des Schraubendrehers dem Ende der Gewebeschutzhülse nähert (Abb. 68).



Abb. 69

Die Bildverstärkung sollte verwendet werden, um die Schraubenposition über den Nagel und die Schraubenlänge zu überprüfen. Der Verriegelungsvorgang wird für die andere statisch positionierte Verriegelungsschraube wiederholt (Abb. 69).

Vorsicht:

Die Kupplung von Elastosil-Griffen enthält einen Mechanismus mit einem oder mehreren Kugellagern. Wenn axialer Druck auf den Elastosil-Griff ausgeübt wird, werden diese Komponenten in den umgebenden Zylinder gedrückt. Dies führt dazu, dass das Gerät vollständig blockiert und möglicherweise verbogen wird. Um Komplikationen während des chirurgischen Eingriffs zu vermeiden und die langfristige Funktion sicherzustellen, empfehlen wir dringend, Elastosil-Griffe nur entsprechend ihrer Bestimmung einzusetzen. Starke Druckausübung auf die Elastosil-Griffe ist unbedingt zu vermeiden.

OP-Technik – Retrograde Technik

Statischer schräger Verriegelungsmodus

Im statischen schrägen Verriegelungsmodus die Baugruppe der Gewebeschutzhülse zusammen mit der Bohrhülse und dem Trokar durch das schräge statische Loch führen, das dem Eintreibende des Nagels am nächsten liegt. Weitere Informationen finden sich im Verfahren zur Insertion von Verriegelungsschrauben (Abb. 70).

Die zweite Verriegelungsschraube mit Vollgewinde wird durch das statische Loch neben dem ersten Loch eingesetzt und schräg durch das Langloch des Nagels platziert (Abb. 71).

Die Position und Länge der Schraube sollte über die Bildverstärkung überprüft werden.

Unterlegscheibe

Wenn die Nagelinsertionsöffnung zu lang ist, oder osteoporotischer Knochen entdeckt wird, ist es möglicherweise nicht möglich, einen bikortikalen Halt für die am weitesten distal gelegene Verriegelungsschraube zu erreichen. Eine entweder rechteckige oder runde Unterlegscheibe kann verwendet werden, um den Knochenspalt zu überbrücken und einen besseren Halt der Verriegelungsschraube zu ermöglichen (Abb. 72).

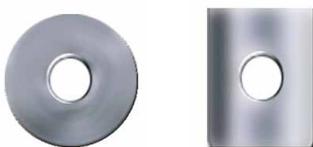


Abb. 70



Abb. 71

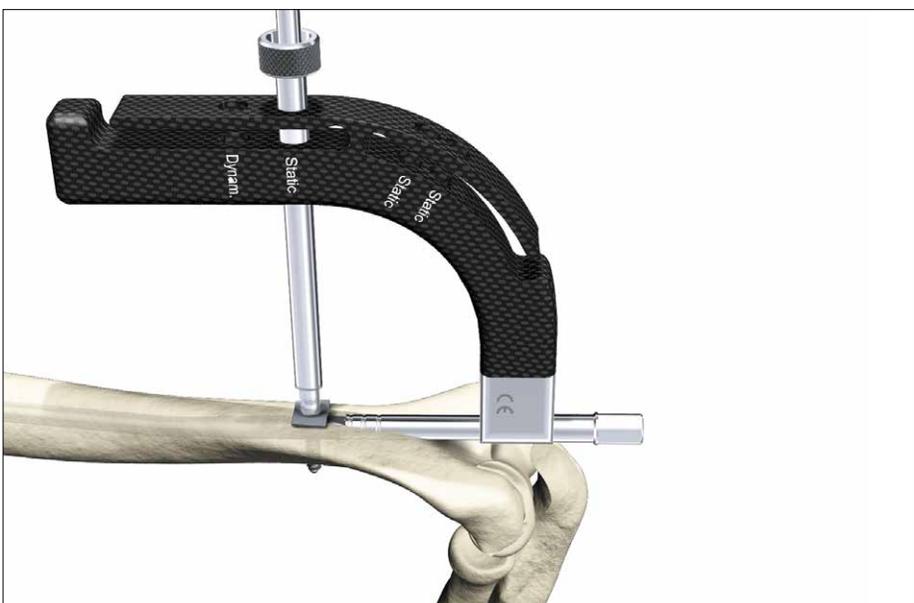


Abb. 72

OP-Technik – Retrograde Technik

Proximale Freihandverriegelung

Die Freihandtechnik findet bei der Insertion von Verriegelungsschrauben sowohl in die anterior-posterioren als auch in die medio-lateralen Löcher im Nagel Anwendung. Vor der statischen Verriegelung des Nagels muss die Rotationsausrichtung überprüft werden.

Für die Freihandverriegelung sind mehrere Verriegelungstechniken möglich sowie verschiedene strahlendurchlässige Bohrgeräte erhältlich. Der entscheidende Schritt bei einer proximalen oder distalen Freihandverriegelung ist die Darstellung eines exakt runden Verriegelungslochs mit dem C-Arm.

Der Ø 3,5x230 mm Bohrer mit Zentrierspitze (1806-3540S) oder der optionale Ø 3,5x130 mm Bohrer (1806-3550S) wird in einem schrägen Winkel auf die Mitte des Verriegelungslochs aufgesetzt (Abb. 73). Bei der Röntgenaufnahme wird der Bohrer senkrecht zum Nagel gehalten, und es wird durch die anteriore Kortikalis gebohrt. Diese Ansichten sollten anhand von Röntgenaufnahmen sowohl in anterior-posteriore Ebene als auch in medio-lateraler Ebene überprüft werden.

Nach dem Bohren beider Kortikales kann die Schraubenlänge direkt von der kurzen Schraubenskala (1806-0360) am orangefarbenen Farbring des Bohrer mit Zentrierspitze abgelesen werden (Abb. 74). Wie bei der distalen Verriegelung (Abb. 67, S. 24), entspricht die Position des Bohrerendes dem Ende der Schraube an der Gegenkortikalis.

Die routinemäßige Insertion der Verriegelungsschraube wird mit dem zusammengebauten kurzen Schraubenschaft und dem Birnen-Griff vorgenommen.

Der proximale Humerus sollte möglichst mit zwei Verriegelungsschrauben mit Vollgewinde verriegelt werden (Abb. 75).

Hinweis:

Die Bildverstärkung sollte verwendet werden, um die Schraubenposition über den Nagel und die Schraubenlänge zu überprüfen.

Alternativ kann die Schraubenlänge mit dem Schraubennmessgerät gemessen werden.

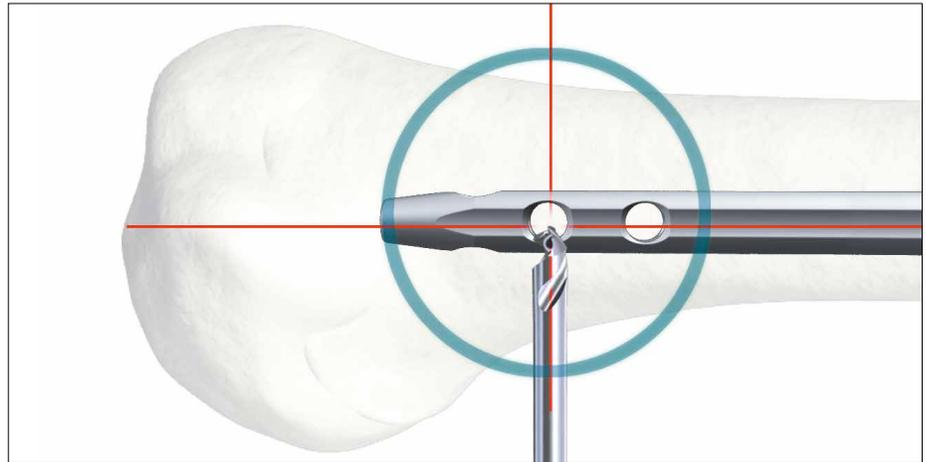


Abb. 73

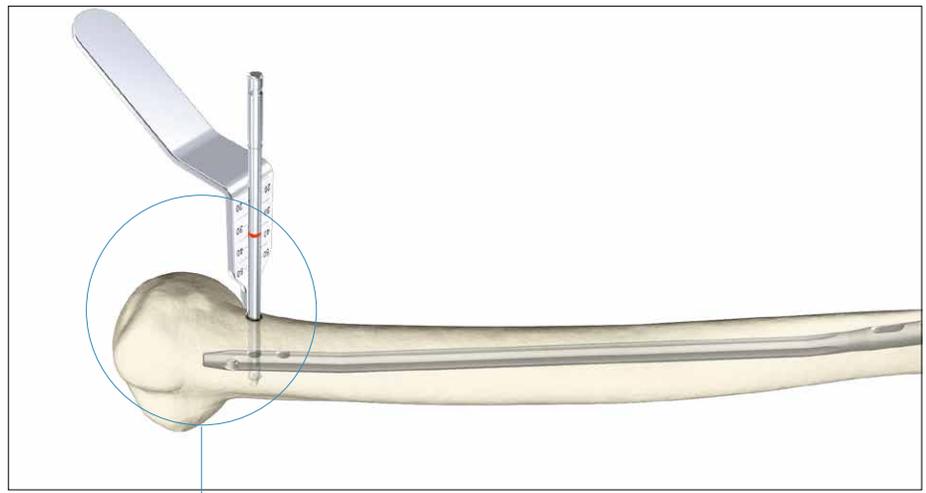


Abb. 74

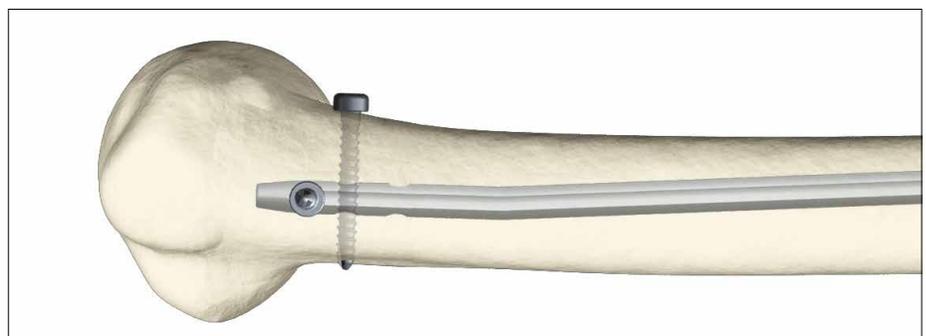
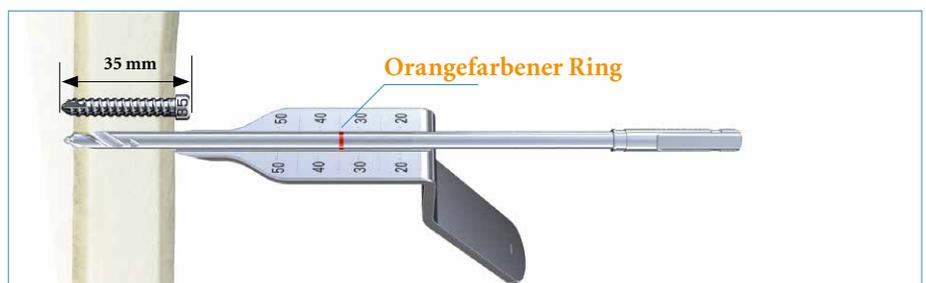


Abb. 75

OP-Technik – Retrograde Technik

Insertion der Endkappe

Nach dem Entfernen des Zielgeräts wird eine Endkappe verwendet, um ein mögliches Einwachsen von Knochen in das proximale Nagelgewinde zu verhindern.

Endkappen sind in sechs Größen verfügbar (Abb. 76).

Die Endkappen werden mit dem kurzen Schraubendreher, montiert auf den Birnen-Griff, eingesetzt, nachdem auf den intraoperativen Röntgenaufnahmen eine zufriedenstellende Reposition und Implantation zu sehen war (Abb. 77). Die Endkappe muss fest angezogen werden, um ein Lockern zu verhindern.

Vorsicht:

Um Kollisionen zu vermeiden, sollte die Länge der Endkappe sorgfältig ausgewählt werden.

Die Wunde wird mit einer Standardtechnik geschlossen.



Abb. 76

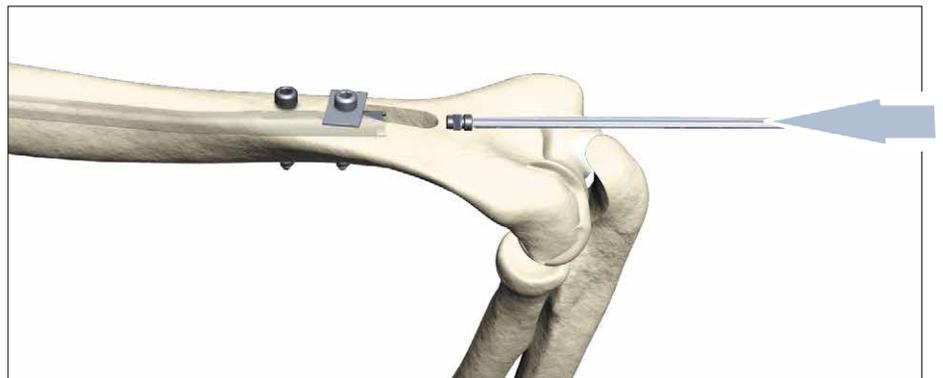


Abb. 77

Dynamischer Verriegelungsmodus

Die kontrollierte dynamische Verriegelung kann für transversale oder axial stabile Frakturen gewählt werden.

Eine retrograde Dynamisierung wird durchgeführt, indem der Nagel proximal statisch verriegelt wird.

Die geführte Verriegelungsschraube wird dann in der dynamischen Position des Langlochs platziert. Dadurch kann sich der Nagel bewegen und sich die Fraktur setzen, während gleichzeitig die Torsionsstabilität erhalten bleibt (Abb. 78).



Abb. 78

OP-Technik – Retrograde Technik

Verriegelungsmodus Apposition/Kompression

Das retrograde T2-Humerusnagelungssystem bietet die Möglichkeit, eine Humerusfraktur vor dem Verlassen des Operationssaals mit aktiver mechanischer Apposition/Kompression zu behandeln.

Hinweis:

Die proximale statische Freihandverriegelung muss vor der aktiven, kontrollierten Apposition/Kompression an der Frakturstelle durchgeführt werden.

Wenn eine aktive Apposition/Kompression erforderlich ist, wird eine Verriegelungsschraube mit Teilgewinde (Schaftschraube) über das Zielgerät in die dynamische Position des Langlochs eingesetzt. Auf diese Weise ist bei Verwendung der erweiterten Kompressionsschraube eine aktive, kontrollierte Apposition/Kompression mit bis zu 6 mm möglich. Zum Einsetzen der Verriegelungsschraube mit Teilgewinde (Schaftschraube) werden beide Kortikales mit dem $\text{Ø } 3,5 \times 230 \text{ mm}$ Bohrer (1806-3540S) durchbohrt. Dann wird die nahe Kortikalis NUR mit dem $\text{Ø } 4,0 \times 180 \text{ mm}$ Bohrer (1806-4000S) bis zum Anschlag gebohrt.

Hinweis:

- Nach dem Bohren der Gegenkortikalis mit dem $\text{Ø } 3,5 \times 230 \text{ mm}$ Bohrer kann die korrekte Schraubenlänge direkt vom kalibrierten Bohrer am Ende der Bohrhülse abgelesen werden.
- Unter Umständen ist es einfacher, die Kompressionsschraube einzusetzen, bevor der Nagel endgültig befestigt wird. Nachdem die Nadelspitze die Frakturstelle freigegeben hat, wird der Führungsdraht (sofern verwendet) zurückgezogen. Wenn der proximale Teil des Nagels noch nicht endgültig befestigt ist und aus dem Knochen herausragt, wird die Nagelhalteschraube entfernt und die erweiterte Kompressionsschraube eingesetzt.
- Es ist darauf zu achten, dass der Schaft der Kompressionsschraube nicht in den Bereich des Langlochs hineinragt.



Abb. 79

OP-Technik – Retrograde Technik

Nach dem Einsetzen der Verriegelungsschraube mit Teilgewinde (Schaftschraube) wird die Nagelhalteschraube entfernt, sodass der Insertionsstab mit dem Nagel intakt bleibt (Abb. 79). Dieser fungiert dann als Führung für die Kompressionsschraube. Die Kompressionsschraube wird mit dem Kompressionsschraubendreher (1806-0263), der auf dem Birnen-Griff montiert ist, durch den Insertionsstab eingesetzt (Abb. 80).



Abb. 80

Die kurze Gewebeschutzhülse wird entfernt, und die Kompressionsschraube wird vorsichtig mit zwei Fingern angezogen (Abb. 81). Da die Kompressionsschraube gegen die 4,0 mm Verriegelungsschraube mit Teilgewinde (Schaftschraube) vorgeschoben wird, zieht sie das proximale Fraktursegment zur Frakturstelle, wodurch eine aktive Apposition/Kompression bewirkt wird. Mithilfe einer Röntgenaufnahme kann die aktive Apposition/Kompression sichtbar gemacht werden. Unter Umständen ist ein leichtes Verbiegen der transversalen Verriegelungsschraube (Schaftschraube) mit Teilgewinde zu erkennen.

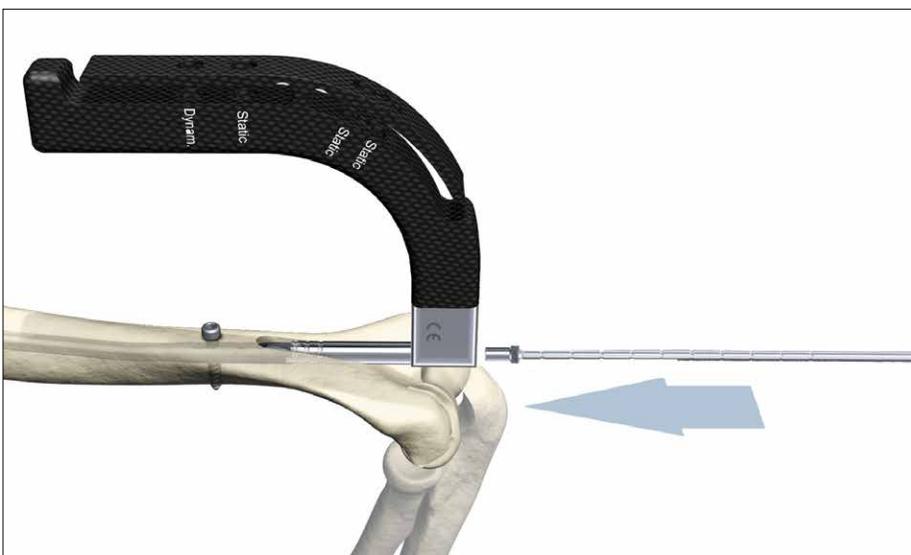


Abb. 81

Hinweis:

- **Die Apposition/Kompression muss unter Röntgenkontrolle stattfinden. Zu starke Kompression kann dazu führen, dass der Nagel oder die Verriegelungsschraube mit Teilgewinde (Schaftschraube) nicht befestigt werden kann.**
- **Für eine aktive Kompression von 6 mm muss das Implantat beim Komprimieren des Nagels in einem sicheren Abstand von der Eintrittsstelle eingesetzt werden. Die drei Rillenmarkierungen auf dem Insertionsstab ermöglichen die richtige Insertionstiefe des Implantats.**

OP-Technik – Retrograde Technik

Erweiterter Verriegelungsmodus

Um eine zusätzliche Fixation zu erreichen und die Belastung für die Verriegelungsschraube mit Teilgewinde zu reduzieren (Schaftschraube), bietet das Design des T2 Humerusnagelungssystems die Möglichkeit, eine zusätzliche Verriegelungsschraube mit Vollgewinde in das andere transversale Loch am Eintreibende des Nagels einzusetzen, nachdem die Apposition/Kompression verwendet wurde.

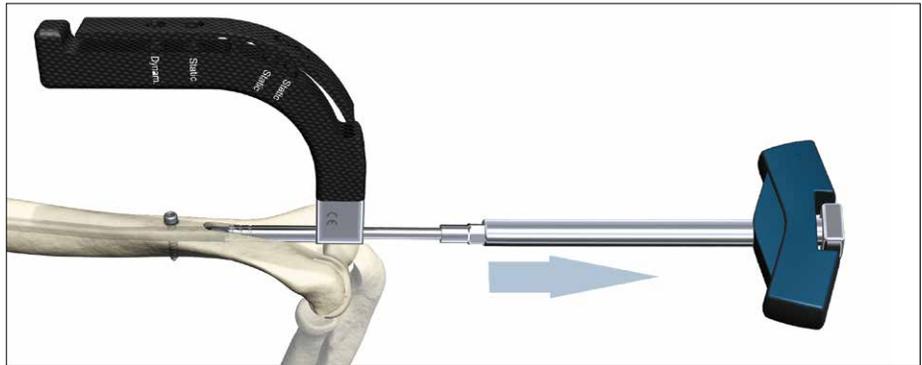


Abb. 82

Vor der geführten Verriegelung mithilfe des Zielgeräts muss die Nagelhalteschraube mithilfe des Insertionsschraubendrehers angezogen werden.

Die Kompressionsschraube wird mit dem Kompressionsschraubendreher eingesetzt. Die Kompressionsschraube wird auf dem Kompressionsschraubendreher angebracht. Die Nagelhalteschraube wird entfernt, wobei das Zielgerät an Ort und Stelle verbleibt (Abb. 82). Die Kompressionsschraube wird durch das Zielgerät vorgeschoben, bis die gewünschte Kompression ausgeübt wird (Abb. 83). Die Insertionstiefe kann mithilfe der Fluoroskopie sichtbar gemacht werden.

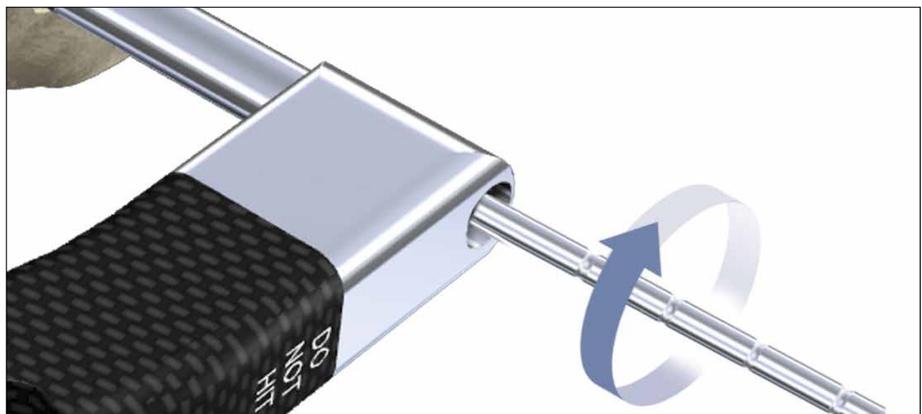


Abb. 83

Hinweis:

Wie bereits beschrieben, ist es unter Umständen einfacher, die Kompressionsschraube einzusetzen, bevor der Nagel endgültig befestigt wird.

Um das Zielgerät erneut am Nagel anzubringen, wird der Kompressionsschraubendreher gelöst und die Nagelhalteschraube in ihre erforderliche Position gebracht. Um das Zielgerät erneut am Nagel anzubringen, wird der Birnen-Griff vom Kompressionsschraubendreher entfernt, und die Nagelhalteschraube wird über den Kompressionsschraubendreher in ihre erforderliche Position gebracht.



Abb. 84

Das Einsetzen der zweiten transversalen Verriegelungsschraube mit Vollgewinde erfolgt nach dem Verriegelungsverfahren für statische Verriegelung (Abb. 84 und 85).

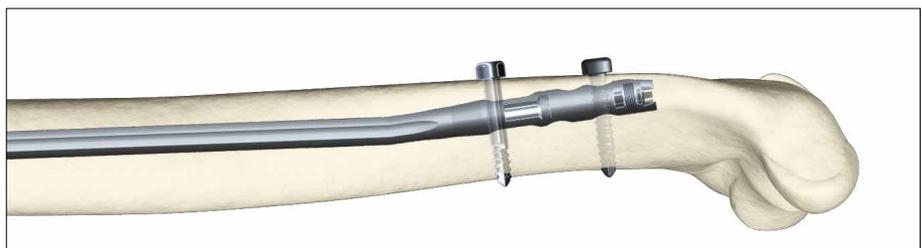


Abb. 85

OP-Technik – Retrograde Technik

Nagelentfernung

Das Entfernen eines Nagels ist hauptsächlich ein elektiver Vorgang. Falls verwendet, werden die Endkappe und die Kompressionsschraube mit dem kurzen Schraubendreherschaft und dem Birnen-Griff entfernt. Bei Verwendung des erweiterten Verriegelungsmodus wird zunächst die am weitesten distal gelegene Schraube entfernt, sodass die Kompressionsschraube erreicht werden kann.

Die Universal-Stange wird in das Eintreibende des Nagels eingeführt, bevor alle Verriegelungsschrauben unter Verwendung des kurzen Schraubendreherschafts und dem Birnen-Griff entfernt werden (Abb. 86).

Hinweis:

Wenn zuerst die Universal-Stange an dem Nagel angebracht wird, verringert sich das Risiko einer Nagelwanderung. Die Verriegelungsschrauben können sicher entfernt werden.

Zum kontrollierten Extrahieren des Nagels wird der Schlitzhammer verwendet (Abb. 87).



Abb. 86

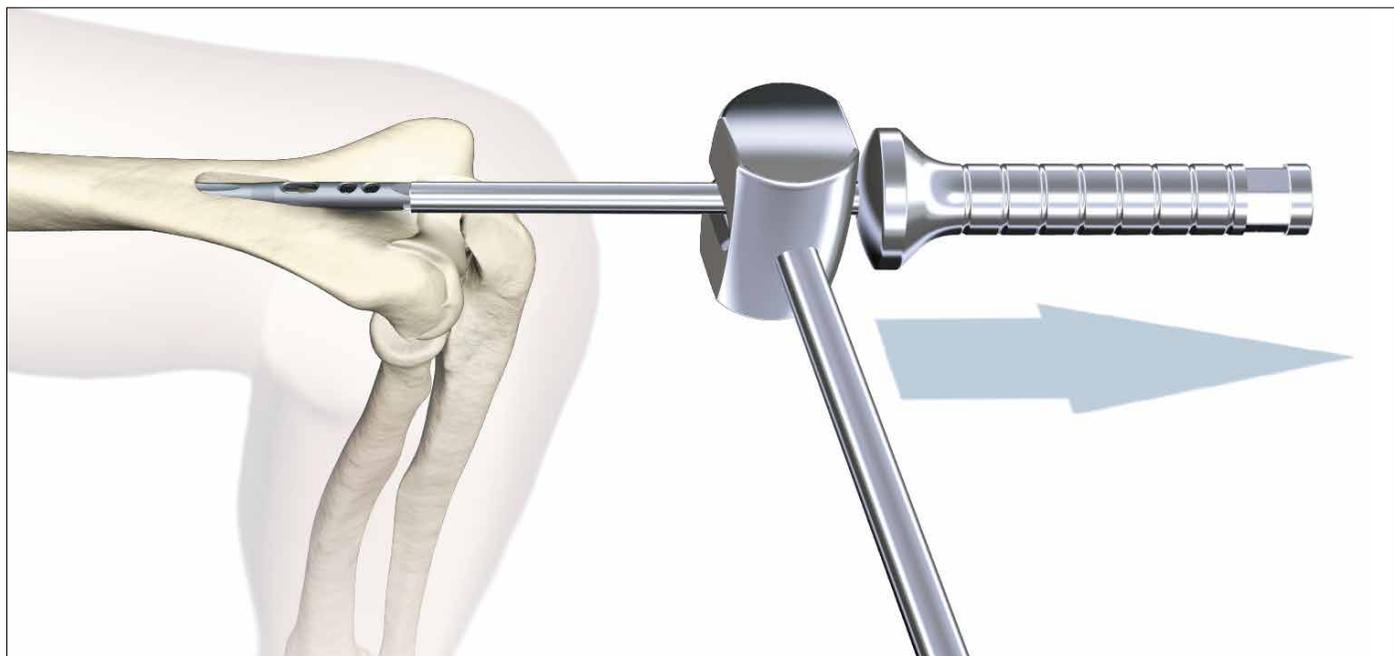


Abb. 87

Hinweise

Hinweise

Rekonstruktive Produkte

Hüfte
Knie
Trauma & Extremitäten
Gelenkerhaltung
Orthobiologie

Medizinische & chirurgische Produkte

Power Tools & chirurgische Instrumente
Bildgestützte Navigationssysteme
Endoskopie & Arthroskopie
Integrierte Kommunikation
Betten, Stretcher & EMS
Nachhaltigkeitslösungen

Neurotechnologie & Wirbelsäule

Kraniomaxillofaziale Chirurgie
Wirbelsäulenintervention
Neurochirurgie, Wirbelsäule & HNO
Neurovaskulär
Wirbelsäulenimplantate

Hersteller:

Stryker Trauma GmbH
Prof.-Küntscher-Straße 1-5
D-24232 Schönkirchen
Deutschland

Vertrieb:

Stryker
325 Corporate Drive
Mahwah, NJ 07430
Tel.: 201 831 5000

www.stryker.com

Dieses Dokument ist ausschließlich für medizinisches Fachpersonal vorgesehen. Der Chirurg/die Chirurgin muss stets im eigenen professionellen klinischen Ermessen entscheiden, ob ein bestimmtes Produkt bei der Behandlung eines Patienten verwendet werden soll oder nicht. Stryker erteilt keine medizinische Beratung und empfiehlt die Schulung der Chirurgen und Chirurginen im Gebrauch eines bestimmten Produkts, bevor sie dieses Produkt bei einem Eingriff verwenden. Die Informationen dienen zur Demonstration eines Stryker Produkts. Der Chirurg/die Chirurgin muss immer die Packungsbeilage, das Produktetikett und/oder die Gebrauchsanweisung, ggf. einschließlich der Anweisungen für Reinigung und Sterilisation, beachten, bevor ein Stryker Produkt verwendet wird. Bestimmte Produkte sind nicht in allen Märkten erhältlich. Die Produktverfügbarkeit ist abhängig von den Regulierungspraktiken und den medizinischen Praktiken im jeweiligen Markt. Bitte wenden Sie sich an Ihren Stryker Außendienstmitarbeiter, wenn Sie Fragen zur Verfügbarkeit von Stryker Produkten in Ihrer Region haben.

Die Stryker Corporation bzw. ihre Abteilungen oder andere Tochtergesellschaften sind Eigentümer der folgenden Marken oder Dienstleistungsmarken, verwenden diese oder haben sie angemeldet: Stryker, T2. Alle anderen Marken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

Die oben genannten Produkte tragen das CE-Zeichen.

Globale Literaturnummer: **B1000006 Rev. 5**
Inhalts-ID: T2-ST-6-DE Rev 1

Copyright © 2013 Stryker