

## Limb Reconstruction System

<b>1</b>	<b>EINFÜHRUNG</b>
<b>2</b>	<b>EIGENSCHAFTEN UND VORTEILE</b>
	Komponenten der Standard-Anwendungen
	Komponenten zur graduellen Korrektur
	Komponenten zur akuten Korrektur
<b>7</b>	<b>ERFORDERLICHES MATERIAL</b>
<b>9</b>	<b>VERLÄNGERUNG UND KNOCHENDEFEKTE</b>
	Allgemeine Grundsätze der Verlängerung
	Knochendefekte
<b>25</b>	<b>KORREKTUR VON DEFORMITÄTEN</b>
	Allgemeine Grundsätze
	Graduelle Schwenkbacke und graduelle
	Translations/Angulations-Backe
	Applikation der multiplanaren Schwenkbacke
	Applikation der T-Garches Backe
	Applikation der Ring-Kupplung
	Applikation der Zielgeräte zur akuten Korrektur
<b>47</b>	<b>REFERENZEN</b>
<b>49</b>	<b>ANHANG</b>

Orthofix bedankt sich  
bei den nachfolgend genannten Ärzten für deren  
Beiträge zur Entwicklung dieser OP-Technik:

S. NAYAGAM, MD  
M. OLEKSAK, MD

## EINLEITUNG

Das Orthofix Limb Reconstruction System (kurz LRS) besteht aus modularen, monolateralen externen Fixateuren, die bei rekonstruktiven Maßnahmen zum Einsatz kommen. Indikationen sind die Behandlung von Verkürzungen, Achsfehlstellungen, Knochendefekte, offenen Frakturen und Pseudarthrosen.

Viele Jahre klinischer Erfahrung haben die Wirksamkeit des Systems bestätigt, mit ausgezeichneten Resultaten für alle vorstehend erwähnten Indikationen, und die ursprüngliche chirurgische Technik neu definiert (siehe S. 10 – 11 mit Referenzen).

Die Innovationen im LRS erleichtern erheblich die Handhabung und somit seinen Gebrauch bei der Korrektur von Deformitäten, Gelenkkontrakturen und Segmenttransport.

Das System wurde entwickelt, um 2 oder mehr Knochensegmente zueinander zu handhaben:

- damit im Zuge der Kallusdistraction neuer Knochen entsteht,
- damit ihre Stellung zueinander verändert werden kann, und somit eine Deformität behoben werden kann.
- oder um Kombinationen daraus zu behandeln.

Dies wird durch 2 oder 3 Kortikalisschrauben erreicht, die je Knochensegment den Knochen mit den Fixateurbacken verbinden.

Diese Backen werden entlang des Rails verschoben und können dabei ihre Achsausrichtung im Sinne von: Varus, Valgus, Translation, Rekuvertum und Prokurvatum verändern.

Das System verfügt sowohl über Zielgeräte zur akuten Korrektur als auch über definitive Backen zur graduellen Korrektur.

Das LRS hat für den behandelnden Arzt folgende Vorteile:

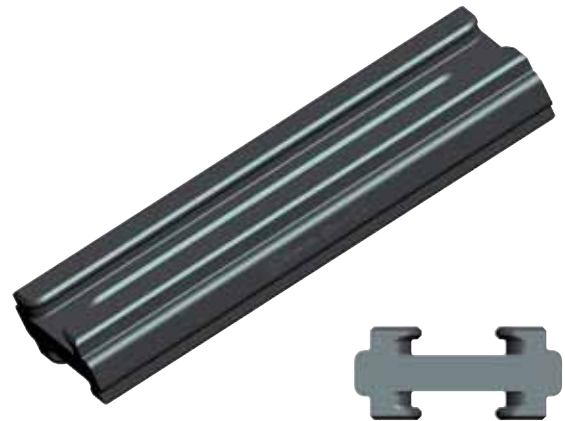
- Flexibilität und Vielseitigkeit
- kürzere Operationszeit
- Verfügbarkeit von strahlendurchlässigen Elementen
- absolute Sicherheit während der Korrektur
- Hohe Stabilität
- Kurze Lernkurve

## DIE EINZELNEN BESTANDTEILE

Komponenten für Standardapplikationen  
Applikationen

### Advanced LRS-Schienen

- Durch das Doppelprofil können die Backen auf beiden Seiten der Schienen platziert werden
- Eine große Auswahl verschiedener Längen steht zur Auswahl: 120, 200, 250, 300, 350 und 400 mm
- Rechts- und linksseitig verwendbar
- In Aluminium und strahlendurchlässigem Carbon lieferbar



### Gerade Advanced LRS-Backe (53530)

- Höhere Distractions-Kapazität durch geringere Backen-Länge (50 mm)
- 4 Bohrungen für die Kompression/Distraction
- fungiert als ihre eigenes Zielgerät



### Metaphysäre Advanced LRS-Backe (53520)

- Multiple Schraubenpositionen
- Stabile Fixation kurzer Knochensegmente (3 Schrauben in 2 Ebenen)
- Die T-Komponente lässt sich um 18° - 0° - 18° angulieren
- Der gerade Teil ist röntgendicht, die T-Komponente strahlendurchlässig



**Advanced LRS Inklinationsbacke (53580)**

- Schrauben können in unterschiedlicher Neigung 14° - 0° - 14° eingebracht werden
- Das Femur kann somit trotz unterschiedlichem Prokuvatum sicher fixiert werden
- Für links und rechts benutzbar durch einfaches Versetzen der Verriegelungsschraube

**Advanced LRS- Dyna-Block (53536)**

- Wird auf der Schiene platziert und erlaubt eine Dynamisierung der zuvor gelösten Backe gegen das Silikonkissen
- Kann auch nachträglich in eine bestehende Montage eingebaut werden
- Begünstigt einen früheren Übergang von einer starren zu einer dynamischen Versorgung des Patienten

**Advanced LRS Ring-Kupplung (53570)**

- Kompatibel mit Sheffield und True/Lok Systemen
- Ermöglicht das Anbringen eines Ringes an ein Rail
- Strahlendurchlässig



## Komponenten für die graduelle Korrektur

### Advanced LRS-Graduelle Schwenkbacke (53115)

- Graduelle angulare Korrektur bis  $\pm 24^\circ$
- Skalierte Anzeige zum Ablesen des Korrekturumfangs
- Auch während des Schwenkens sind die Schrauben jederzeit sicher in der Backe fixiert
- Die K/D-Einheit ermöglicht eine dosierte und dennoch kraftvolle Korrektur der Achse



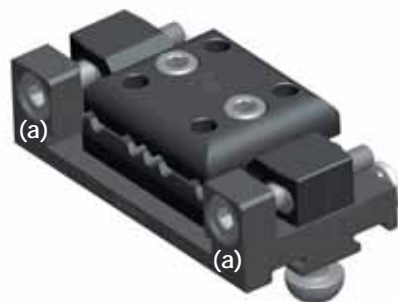
### Advanced LRS - Translationsbacke (53111)

- Eine Drehung der Gewindeschraube ergibt 1 mm Translation
- Möglich sind bis zu 10 mm Translation
- Sollte immer mit der graduellen Schwenkbacke benutzt werden



### Advanced graduelle Translations- Angulations-Backe (53585)

- Ermöglicht graduelle Translation und Achskorrektur:
  - wenn beide Schrauben(a) in die selbe Richtung gedreht werden geschieht Translation
  - wenn beide Schrauben in entgegengesetzte Richtung gedreht werden, geschieht Angulation
- Translation bis zu 16 mm,
- Graduelle angulare Korrektur  $13^\circ - 0^\circ - 13^\circ$



**Advanced T-Garches Backe (53031)**

- Rotiert um eine sagittale Achse und ermöglicht:
  - tibiale Verlängerung in der proximalen Metaphyse, bei gleichzeitiger Korrektur von Varus oder Valgus
  - angulare Korrektur in der proximalen Tibia durch Hemikallotasis
- Die Verwendung von 3 Kortikalisschrauben ist empfohlen
- Ergonomisches Profil
- Strahlendurchlässig

**Advanced Multiplanare Backe (53581)**

- An beiden Enden der LRS-Schiene ansetzbar
- Zur graduellen Korrektur angularer Deformitäten in jeder Ebene.
- Bis 70° (einschließlich einer Translation bis 12 mm)

**LRS ADVanced Sandwich-Backe**

53548 LRS ADVanced Sandwich-Backe,  
höhe: 8 mm\*

53547 LRS ADVanced Sandwich-Backe,  
höhe: 15 mm\*

- Die Sandwich-Backe erlaubt eine erhöhte Schraubenapplikation. Zusätzlich können die Schrauben in 2 Ebenen, wie auf Seite 22 beschrieben, eingebracht werden.



Kompression-/Distractions-Element

\*Diese Komponenten sind NICHT in der Steribox A enthalten: 53990C

## Komponenten für akute Korrektur

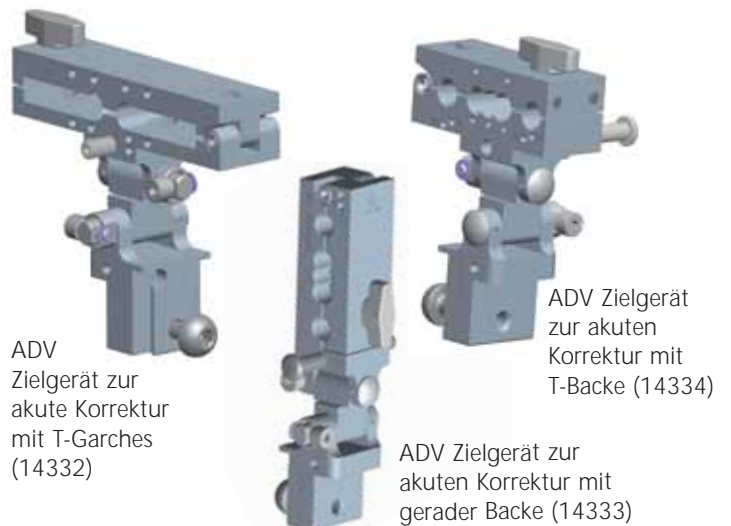
### Advanced LRS-Adapter für Kugelgelenke (53541)

- Kann folgende Backen mit Kugelgelenken aufnehmen: T-Garches Backe (10052), ProCallus Gerade Backe (90006) oder ProCallus T-Backe (90007)
- An beiden Enden der LRS-Schiene ansetzbar
- Erlaubt uneingeschränkte Rotation und bis zu 36° Angulation der Backe in allen Ebenen



### Advanced LRS Zielgeräte zur akuten Korrektur

- Werden am Ende der Schiene angebracht und ermöglichen das Einbringen der Schrauben im exakten Abbild der Deformität
- Es gibt zwei orthogonale Drehgelenke, die eine Korrektur von Deformitäten in der frontalen und in der sagittalen Ebene ermöglichen



### Advanced LRS Zielgerät zur akuten Torsionskorrektur

- Das LRS-Zielgerät zur akuten Torsionskorrektur besteht aus zwei Komponenten:
  - Einem Bogen mit dem Radius 130 mm, der frei entlang der Schiene gleitet
  - Einer Zielbacke, die um den Bogen bis zu einem festgesetzten Korrekturmaß geschoben werden kann. Das maximale Maß möglicher Korrektur ist 50°
- Ein 100 mm Radius Bogen ist ebenfalls verfügbar
- Kann sowohl ohne wie auch in Kombination mit den Zielgeräten 14332, 14333 oder 14334 eingesetzt werden.



ADV Zielgerät zur akuten Torsionskorrektur, Radius 130 mm (14148)

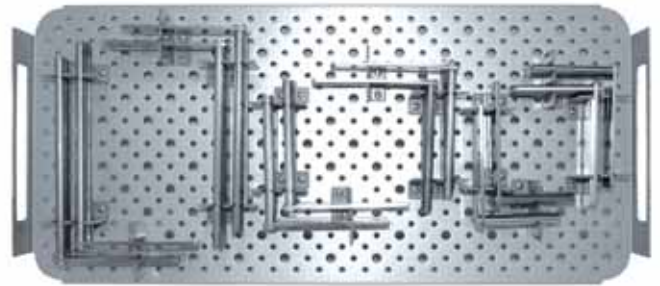


## ERFORDERLICHE AUSSTATTUNG

### 53995 - ADV LRS Instrumente Steri-Box Leer

Kann Folgendes aufnehmen:

Teilnr.	Beschreibung der Komponente
<b>Oberes Tray</b>	
10x11102	Gewebeschutzhülsen, Länge 60 mm
10x11103	Gewebeschutzhülsen, Länge 100 mm
10x11124	Gewebeschutzhülsen, Länge 160 mm
<b>Mittleres Tray</b>	
2x11104	Bohrlehre, Ø 4,8 mm, Länge 40 mm
2x11105	Bohrlehre, Ø 4,8 mm, Länge 80 mm
2x11106	Bohrlehre, Ø 3,2 mm, Länge 40 mm
2x11116	Bohrlehre, Ø 3,2 mm, Länge 80 mm
2x11125	Bohrlehre, Ø 4,8 mm, Länge 140 mm
5x80122	X-Draht ohne Olive Ø 2 mm, Länge 400 mm
2x1100201	Bohrer, Ø 4,8 mm, Länge 240 mm
2x1100301	Bohrer, Ø 3,2 mm, Länge 200 mm
2x1100701	Bohrer, Ø 4,8 mm, Länge 280 mm
1x10200	Sterilisierbare Schraubenabdeckungen (Packung zu 20 Stk.)
2x11005	Bohrstopp, Ø 4,8 mm
2x11006	Bohrstopp, Ø 3,2 mm
<b>Unteres Tray</b>	
2x10012	Inbusschlüssel 3 mm
2x10017	Inbusschlüssel 6 mm
1x10025	Drehmomentschlüssel 6 mm
2x91150	Universal-T-Schlüssel
1x11004	Trokar
1x30025	Drehmomentschlüssel 5 mm (Serie 31000)
2x1101101	Kanülierte Bohrer, Ø 3,2 mm, Länge 200 mm
2x1101201	Kanülierte Bohrer, Ø 4,8 mm, Länge 280 mm
2x11144	Ruland Pilot - Drahhülse Ø 2 mm, Länge 75 mm
2x11145	Ruland Pilot - Drahhülse Ø 2 mm, Länge 115 mm
2x30017	Inbusschlüssel 5 mm
2x36017	Inbusschlüssel 4 mm
1x11111	Hammer



### 53995UEC - ADV LRS INSTRUMENTE STERI-BOX KOMPLETT

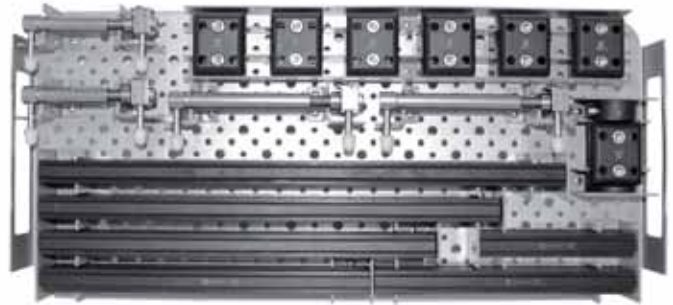
Komponenten außerhalb des Einsatzes

1x53592	ADV Knie-Gelenkteil Ersatzteilsatz
1x54-1150	Ein Paar konische Unterlegscheiben TrueLok
1x55-1171	TrueLok-Platte mit 5 Löchern

**53990 - ADV LRS Komponenten Steri-Box Leer A**

Kann Folgendes aufnehmen:

Teilnr.	Beschreibung der Komponente
Oberes Tray	
6x53530	ADV LRS gerade Backe
1x53560R oder 53560	ADV Strahlendurchlässige LRS Schiene 400 mm oder ADV LRS Schiene 400 mm
1x53555R oder 53555	ADV Strahlendurchlässige LRS Schiene 350 mm oder ADV LRS Schiene 350 mm
1x53550R oder 53550	ADV Strahlendurchlässige LRS Schiene 300 mm oder ADV LRS Schiene 300 mm
1x53549R oder 53549	ADV Strahlendurchlässige LRS Schiene 250 mm oder ADV LRS Schiene 250 mm
1x53545R oder 53545	ADV Strahlendurchlässige LRS Schiene 200 mm oder ADV LRS Schiene 200 mm
1x53544R oder 53544	ADV Strahlendurchlässige LRS Schiene 120 mm oder ADV LRS Schiene 120 mm
2x50008	Kompressions-/Distractions-Klicker 4 cm
2x50009	Kompressions-/Distractions-Klicker 8 cm
1x53580	ADV LRS Inklinationsbacke
Unteres Tray	
1x53115	ADV LRS graduelle Schwenkbacke
1x53111	ADV LRS Translationsbacke
1x53585	ADV LRS graduelle Translations-/Angulations-Backe
1x53520	ADV LRS metaphysäre Backe
1x53031	ADV LRS T-Garches-Backe
1x53004	ADV LRS T-Garches K/D Einheit Standard 5,5 cm
1x53005	ADV LRS T-Garches K/D Einheit Lang 10 cm
1x53034	ADV LRS True/Lok Kit zur Ring-Verbindung
1x53581	ADV LRS multiplanare Backe
1x53570	ADV LRS Ring-Kupplung
2x53536	ADV LRS Dyna-Block
1x53590	ADV Knie-Gelenkteil *



53990C - ADV LRS KOMPONENTEN KNIEGELENK-MODUL KOMPLETT A (Aluminiumschienen)

53990RC - ADV LRS KOMPONENTEN KNIEGELENK-MODUL STRAHLENDURCHLÄSSIG KOMPLETT A (Strahlendurchlässige Schienen)

\* Bitte beachten Sie die gesonderte OP-Technik für das LRS ADV Knieüberbrückende Gelenk (LR-1001-OPT)

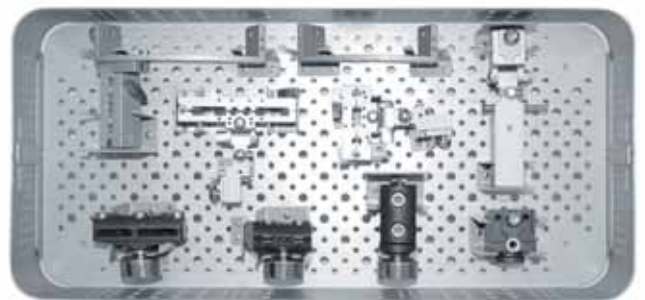
**53991 - ADV LRS Sterilisationsbox für die Fixateure, Box B**

Kann enthalten:

Artikel Nr.	Beschreibung
1 x 10052	ADV LRS T-Garches-Backe
1 x 90006	Procallus-Backe gerade
1 x 90007	Procallus T-Backe
1 x 53541	ADV LRS Adapter für Kugelgelenke
1 x 14148	ADV LRS Zielgerät zur akuten Torsionskorrektur
1 x 14332	ADV LRS Zielgerät zur akuten Korrektur mit T- Garches**
1 x 14333	ADV LRS Zielgerät zur akuten Korrektur mit gerader Backe**
1 x 14334	ADV LRS Zielgerät zur akuten Korrektur mit T-Backe**
1 x 14237	ADV LRS Bogen zur akuten Torsionskorrektur, Radius 100

\*\* Für Erwachsene und pädiatrische Applikationen

53991C - LRS ADV Erwachsene für Zielgeräte und Procallus-Backen, komplett befüllt



LRS ADV KITS	Bestehend aus:
53510	1 ADV LRS Schiene 400mm (53560), 2 geraden Backen (53530), 1 Inklinationsbacke (53580), 1 Kompressions-/Distractionseinheit (50008), 1 Kompressions-/Distractionseinheit (50009), 1 Inbus 5mm (30017), 1 Inbus 6mm (10017)
53510R	gleich wie oben, jedoch mit Carbon-Rails
53500	1 ADV LRS Schiene 300mm (53550), 3 geraden Backen (53530), 1 Kompressions-/Distractionseinheit (50008), 1 Kompressions-/Distractionseinheit (50009), 1 Inbus 5mm (30017), 1 Inbus 6mm (10017)
53500R	gleich wie oben, jedoch mit Carbon-Rails
53515	1 ADV LRS Schiene 200mm (53545), 2 geraden Backen (53530), 1 Kompressions-/Distractionseinheit (50009), 1 Inbus 5mm (30017), 1 Inbus 6mm (10017)
53515R	gleich wie oben, jedoch mit Carbon-Rails

53548 LRS ADVanced Sandwich-Backe, höhe: 8 mm (Diese Komponente ist NICHT in der Steribox A enthalten: 53990C)

53547 LRS ADVanced Sandwich-Backe, höhe: 15 mm (Diese Komponente ist NICHT in der Steribox A enthalten: 53990C)

Für Reinigung, Desinfektion, Sterilisation und Wartung des Systems verweisen wir auf: PQ ISP.

## VERLÄNGERUNG UND SEGMENTTRANSPORT

### Allgemeine Prinzipien

#### Multilevel Chirurgie

Das Limb Reconstruction System wurde ursprünglich für segmentale (Multilevel) Eingriffe entworfen. Die drei hauptsächlichen Indikationen waren Knochendefekte, Deformitäten und Verkürzung, die einzeln oder in Kombination auftreten können. Das System liefert für jede dieser Situationen eine durchgehende OP-Technik. Da wären: die Verlängerung, der Segmenttransport und die Kallusdistraktion, sowohl auf einer Ebene wie auch als multifokaler Eingriff. Dies wird in der zusammenfassenden Übersicht weiter unten dargestellt.

#### Kallotasis

Die meisten dieser Techniken benutzen die Distraktion, um neue Knochensubstanz zu bilden. Diese wurde ursprünglich von Ilizarov und seinen Kollegen entwickelt, die einen externen zirkulären Ringfixateur nutzten. De Bastiani und Kollegen veränderten diese Technik soweit, dass nun der Gebrauch monolateraler externer Fixateure möglich war. Sie führten den Begriff „Kallotasis“ ein, um die kontrollierte Distraktion von frühem Kallus zur Bildung von neuer Knochensubstanz zu beschreiben. Das Prinzip kann dazu benutzt werden, um knöcherne Defekte zu füllen (Segmenttransport), oder zur Verlängerung von Knochen und zur Korrektur von Achsfehlstellungen, oder zur Korrektur von Kleinwuchs. Eine besondere Applikation dieser Technik, genannt Hemikallotasis, kann angewandt werden, um einen sich graduell öffnenden Keil zu schaffen, um somit eine Deformität der proximalen Tibia zu korrigieren.

Die frühen Erfahrungen der Verlängerung mit einseitigen teleskopischen Verlängerern werden in den bekannten Veröffentlichungen der „Verona Schule“ in den späten 1980ern beschrieben.<sup>1,2,3,9,10</sup> Wenngleich viel stabiler als ein Fixateur mit Kugelgelenken, hatten diese weniger Stabilität, wenn der Fixateur distrahiert wurde. Die Limb Reconstruction Schiene löste dieses Problem, indem sie es möglich macht, dass Backen dicht aneinander platziert werden, mit drei oder sogar 4 Backen, die am selben Knochensegment angebracht wurden.

Die Prinzipien der Kallotasis waren folgende:

1. Stabile externe Fixation in jedem Segment des Knochens.
2. Die Osteotomie wird mit einer präzisen, minimal invasiven Technik ausgeführt.
3. Das Periost muss erhalten und wieder hergestellt werden, wenn immer es möglich ist. Eine vaskuläre Versorgung des Periosts ist für eine gute

Regeneratformation sehr wichtig. (Kojimoto et al<sup>15,16</sup>)

4. Die Osteotomie sollte, wenn möglich, in der Metaphyse ausgeführt werden.
5. Die Technik der Kortikotomie, wurde für unnötig eingeschätzt: eine einfachere, aber minimal invasive Osteotomie erzeugt ähnliche Ergebnisse.
6. Eine Warteperiode von 7 – 14 Tagen, bevor die Distraktion begonnen wurde.
7. Distraktion von 0,75 bis 1 mm pro Tag, abhängig vom Knochen (1 mm in Femur, Tibia und Humerus, jedoch langsamer im Unterarm oder Metatarsalen / Metakarpalen) oder von der Knochenebene (langsamer der diaphysären Osteotomie), durch eine Vierteldrehung der hexagonalen Kompressions-/Distraktionseinheit mehrmals am Tag. Jede Vierteldrehung ergibt eine Verlängerung von 0,25mm.
8. Sorgfältiges Monitoring der Kallusqualität während des gesamten Vorgangs, ggf. kann ein Anpassen der Distraktionsrate erforderlich werden.
9. Höchste Aufmerksamkeit gilt auch den benachbarten Gelenken
10. Am Ende der Distraktionsphase wird der Fixateur fest verriegelt und die Gewichtsbelastung wird erhöht. Dies ist die Neutralisationsphase.
11. Die neue Knochensubstanz, genannt das Regenerat, entwickelt sich graduell unter dem Einfluss der Stabilität und dem Stimulus der Belastung. Im Röntgenbild sichtbare Anzeichen dokumentieren die Progression der Ossifikation. Im weiteren Verlauf kommt es auch zur Rekanalisation der Markhöhle.
12. Sobald der neue Knochen stark genug ist, wird die Festschraube gelöst, um eine vollständige axiale Belastung zu gestatten, während der Fixateur die Ausrichtung der Knochenfragmente aufrechterhält. Diesen Prozess nennen wir Dynamisierung.
13. Der externe Fixateur kann schrittweise entfernt werden, um so den Grad der knöchernen Belastung weiter zu steigern.
14. Die endgültige Entfernung des Fixateurs wird in Betracht gezogen, wenn drei von vier Kortizes in zwei orthogonalen Röntgenbildern sichtbar sind.
15. Der Prozess der Verlängerung kennt also vier differente Phasen: Warteperiode, Distraktion, Neutralisation und schließlich, die Dynamisierung.<sup>4-8,11,14,18-24</sup>

Die Techniken der Verlängerung und des Segmenttransportes wurden während des nachfolgenden Jahrzehnts durch Chirurgen aus Europa, Japan und Nordamerika weiter verbessert und ausgebaut. Die ersten Unterlagen über den Gebrauch der LRS Schiene wurden bereits in den 1990er Jahren

veröffentlicht und beschreiben den Gebrauch der bifokalen Techniken für längerstreckige Verlängerungen, oder für angulare Korrektur und Verlängerung an verschiedenen Stellen.

Donnan et al werteten in einem Zeitraum von mehr als 10 Jahren Patientendaten aus.

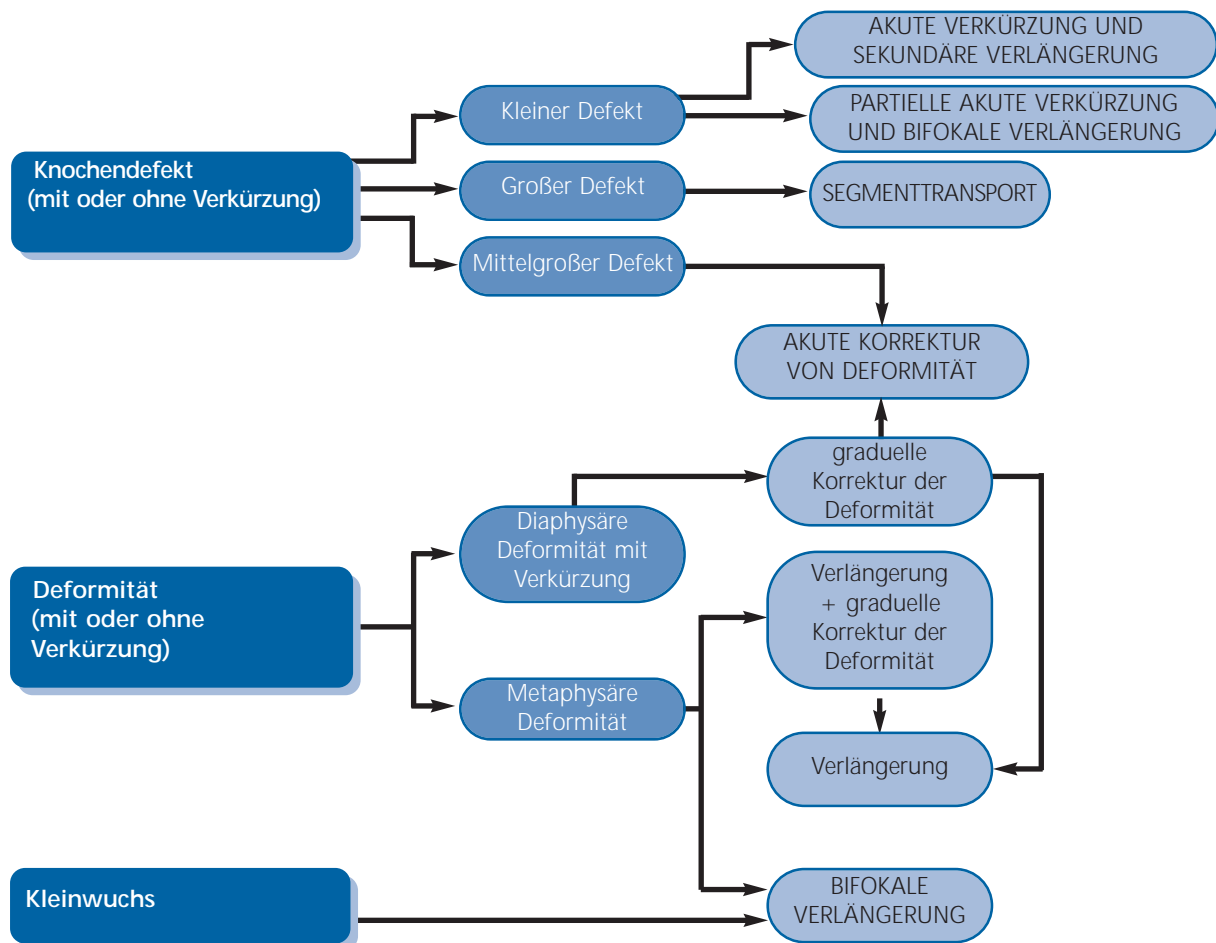
Viele dieser Patienten wurden bereits im Kindesalter wegen einer Deformitätenkorrektur/Verlängerung operiert. Daraus folgerte man, dass eine Verlängerung nicht an der Stelle durchgeführt werden sollte, an der eine akute Achskorrektur von mehr als 30° vorgenommen worden war.<sup>30</sup>

Pouliquen et al demonstrierten den Wert von früher Mikrobewegung auf das Regenerat, ausgeübt durch den Dyna-Block.<sup>17</sup>

Zwei Publikationen aus Sheffield, UK, handeln von der Benutzung monolateraler Fixierung in der Behandlung von Pseudarthrosen und definierten neue Prinzipien.<sup>42,44</sup>

Es gab viele Berichte über den Segmenttransport zum Verschluss von langen Knochendefekten.<sup>25,27</sup> Für solche Fälle wurde das LRS mit einer bifokalen Technik angewendet, um möglichst schnell ossären Kontakt und einen Verschluss der Weichteile herzustellen.

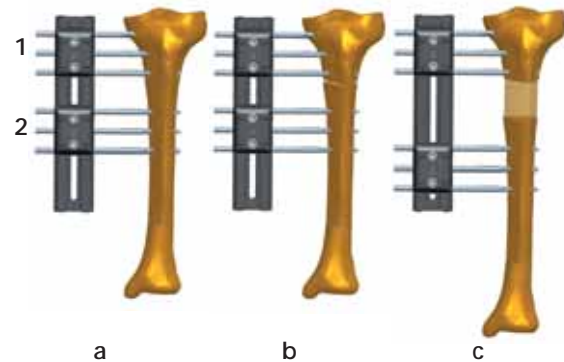
Abb. 1 Multilevel Eingriffe: Behandlungsoptionen mit dem LRS System



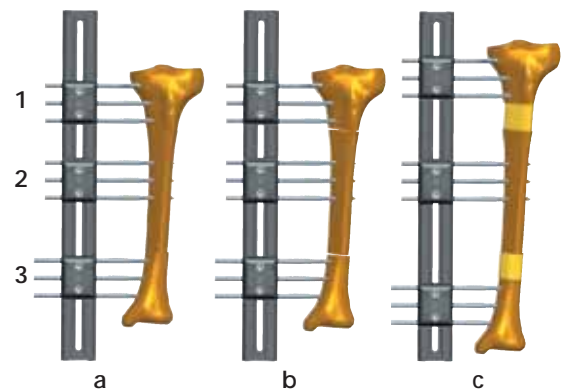
## Verlängerung

**Monofokale Verlängerung**

- LRS Schiene und Backen parallel zur Schaftachse angebracht
- Proximale metaphysäre Osteotomie
- Distraktion (Verlängerung) mit Backe 1 an Schiene angekoppelt und Backe 2 unverriegelt, wodurch eine Bewegung der Backe 2 nach distal - entlang der Schiene - resultiert.

**Bifokale Verlängerung**

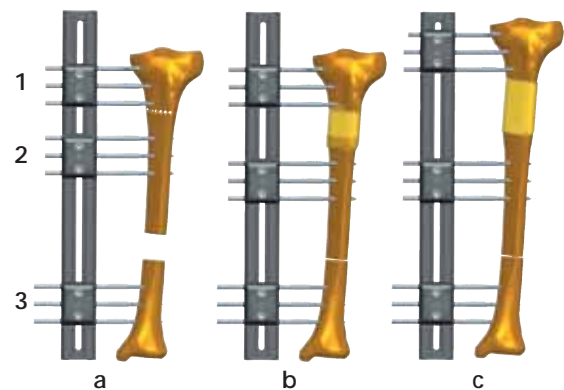
- LRS Schiene und Backen parallel zur Schaftachse angebracht
- Proximale Osteotomie zwischen Backen 1 und 2 und distale Osteotomie zwischen Backen 2 und 3
- Simultane Verlängerung aus jeder Osteotomie heraus. Backe 2 bleibt fest am Rail verriegelt und die Backen 1 und 3 sind unverriegelt. Sie bewegen sich entlang der Schiene in gegensätzliche Richtungen.



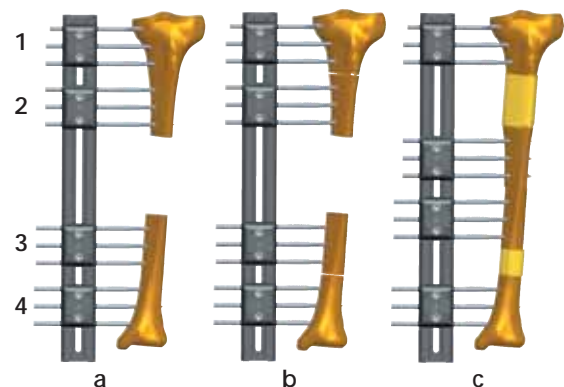
## Knochendefekte

**Defekt mittlerer Größe: Segmenttransport**

- Distaler Defekt mittlerer Größe mit Verkürzung. LRS mit 3 Backen appliziert.
- Proximale metaphysäre Osteotomie zwischen Backen 1 und 2, anschließend Transport mit Backe 2. Die Backen 1 und 3 bleiben permanent verriegelt. Lediglich Backe 2 bewegt sich nach distal.
- Verlängerung um die ursprüngliche Länge zu rekonstruieren. Backen 2 und 3 werden verriegelt und Backe 1 bewegt sich nach proximal.

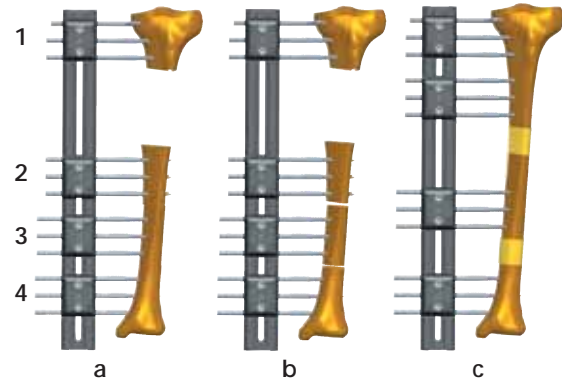
**Großer Defekt: Multifokale Chirurgie und Transport***Zentraler Defekt*

- Großer zentraler Defekt und Limb Reconstruction System mit 4 Backen angebracht
- Proximale und distale metaphysäre Osteotomie
- Simultaner proximaler und distaler Transport mit den Backen 1 und 4 an der Schiene verriegelt und Backe 2 mit distaler und Backe 3 mit proximaler Bewegungsrichtung.

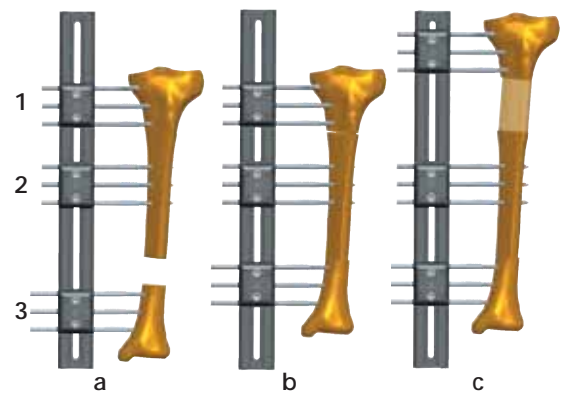


*Peripherer Defekt*

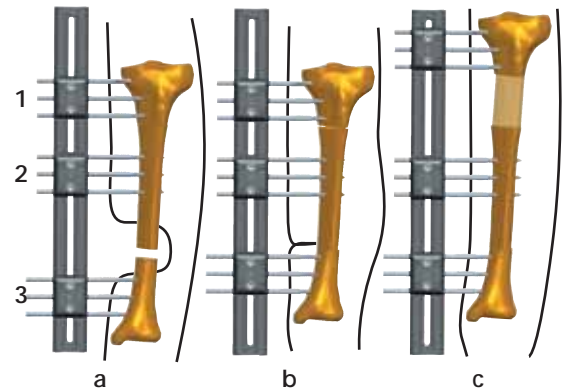
- Großer peripherer Defekt und Limb Reconstruction System mit 4 Backen angebracht
- Zwei Osteotomien (proximal und distal der Backe 3) ausgeführt.
- Backen 1 und 4 bleiben an der Schiene fixiert, simultaner Transport der Backen 2 und 3 nach proximal bis das Andocken bevorsteht.

**Kleiner Defekt:**

- Kleinerer distaler Defekt, Limb Reconstruction System mit 3 Backen angebracht
- Akute Verkürzung zwischen Backen 2 und 3, um den Defekt zu schließen. Proximale Osteotomie ausgeführt zwischen Backen 1 und 2
- Die Backen 2 und 3 bleiben an der Schiene fixiert und die Backe 1 wird nach proximal bewegt bis die Ursprungslänge wieder erreicht ist.

**Knochendefekt mit größerem Weichteildefekt**

- Fraktur mit größerem Weichteildefekt und exponiertem Knochen, Limb Reconstruction System mit 3 Backen angebracht
- Débridement und Resektion nekrotischen Gewebes gefolgt vom Verschluss des Weichteilmantels. Sofortige oder zeitlich versetzte Osteotomie.
- Die Backen 2 und 3 bleiben an der Schiene fixiert und die Backe 1 wird nach proximal bewegt bis die Ursprungslänge wieder erreicht ist.



## Verlängerung

### Femur

Zwei gerade Backen werden appliziert, jede mit drei Kortikalisschrauben.

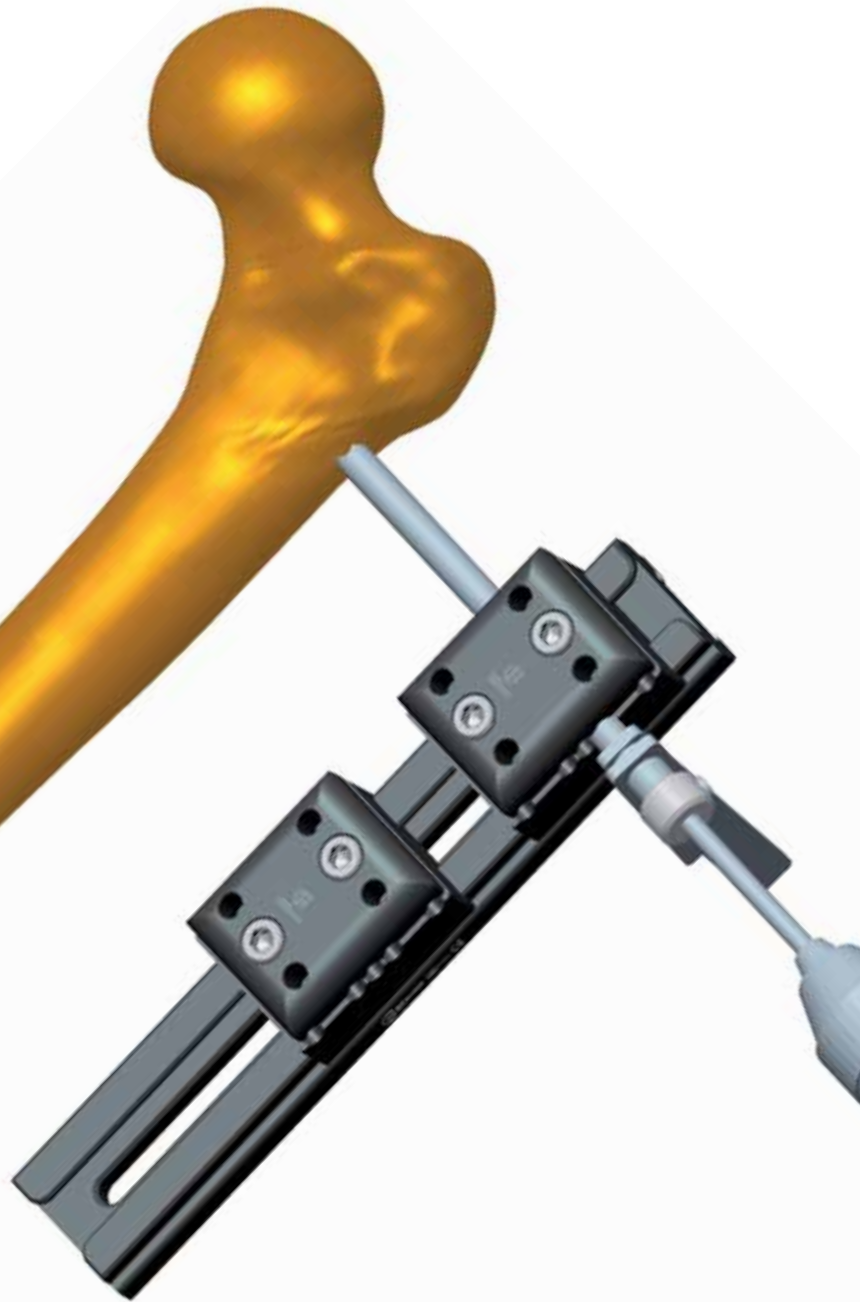
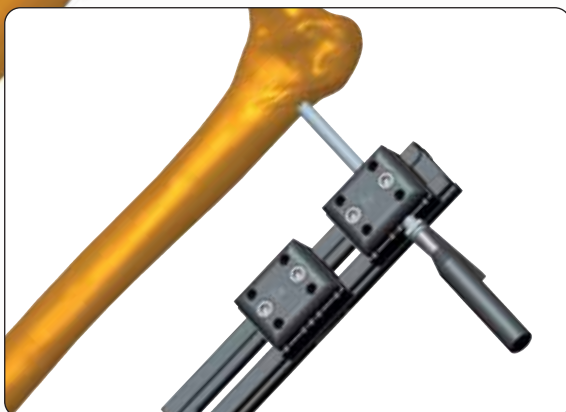
Besetzt werden generell die Schraubenpositionen 1-3-5.

Platzieren Sie die proximalste Schraube zunächst im intertrochantären Raum des proximalen Femur bzw. distal der Wachstumsfuge wie folgt:

90° zur mechanischen Achse ( AP – Sicht)  
In der Knochenmitte (seitliche Durchleuchtung)

Ertasten Sie sich diese korrekte Position am Knochen mittels des Trokars und der Gewebeschutzhülse.

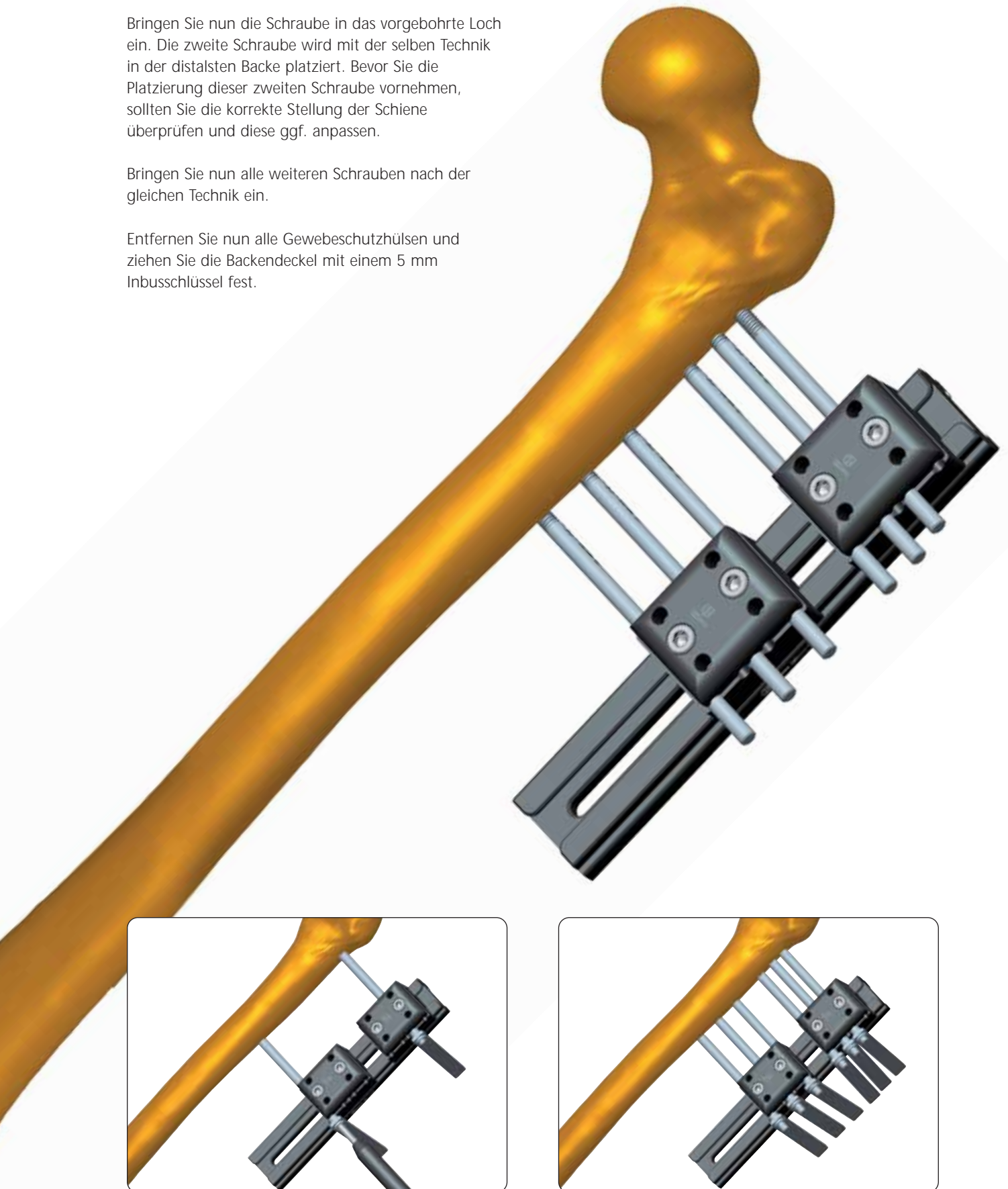
Entfernen Sie den Trokar aus der Gewebeschutzhülse und stecken Sie die Bohrlehre hinein. Bohren Sie den Knochen mit 4,8mm Bohrer vor. Benutzen Sie dabei den Bohrstopp um somit einen potentiellen Weichteilschaden auf der medialen Seite zu vermeiden.



Bringen Sie nun die Schraube in das vorgebohrte Loch ein. Die zweite Schraube wird mit der selben Technik in der distalsten Backe platziert. Bevor Sie die Platzierung dieser zweiten Schraube vornehmen, sollten Sie die korrekte Stellung der Schiene überprüfen und diese ggf. anpassen.

Bringen Sie nun alle weiteren Schrauben nach der gleichen Technik ein.

Entfernen Sie nun alle Gewebeschutzhülsen und ziehen Sie die Backendeckel mit einem 5 mm Inbusschlüssel fest.





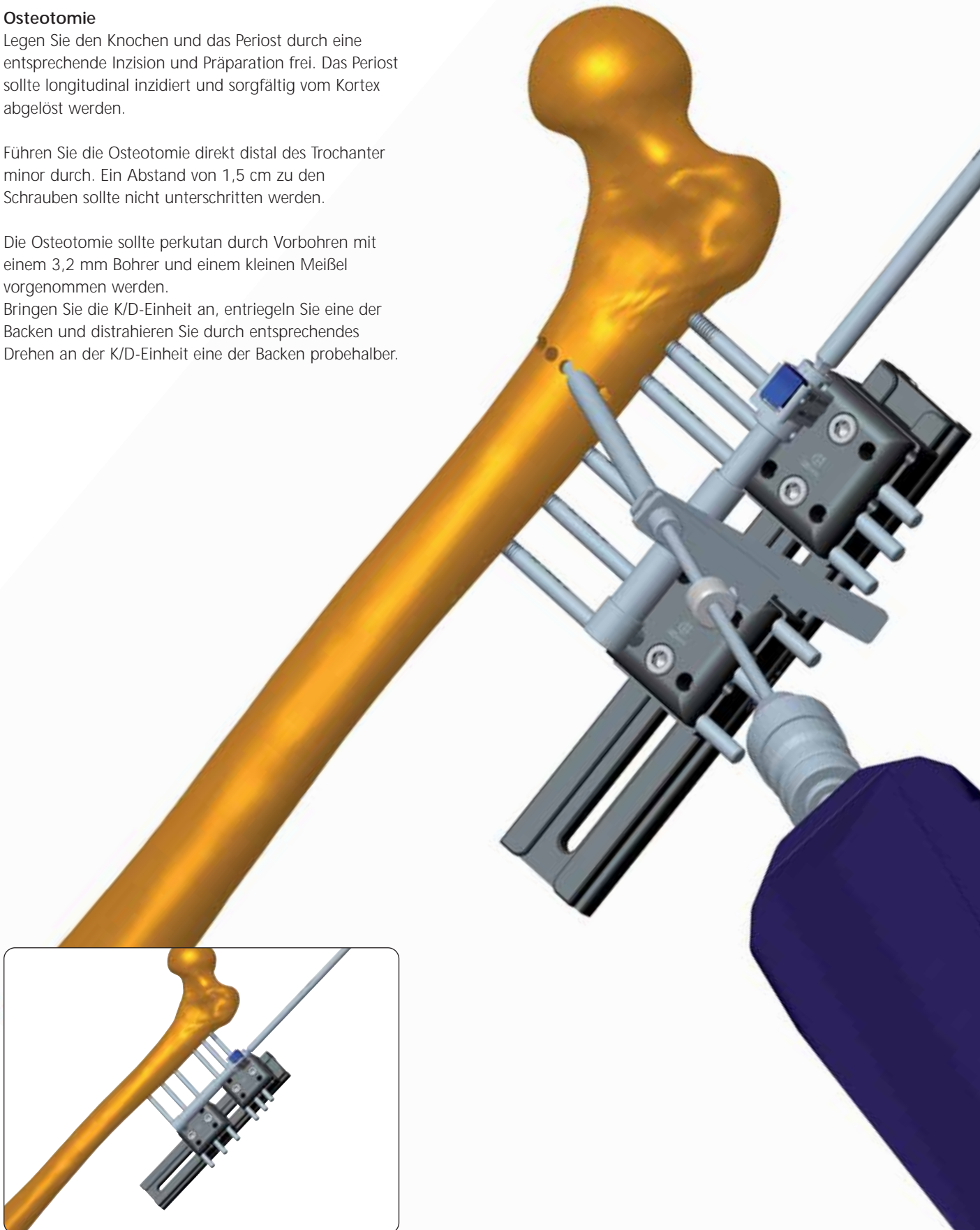
**Osteotomie**

Legen Sie den Knochen und das Periost durch eine entsprechende Inzision und Präparation frei. Das Periost sollte longitudinal inzidiert und sorgfältig vom Kortex abgelöst werden.

Führen Sie die Osteotomie direkt distal des Trochanter minor durch. Ein Abstand von 1,5 cm zu den Schrauben sollte nicht unterschritten werden.

Die Osteotomie sollte perkutan durch Vorbohren mit einem 3,2 mm Bohrer und einem kleinen Meißel vorgenommen werden.

Bringen Sie die K/D-Einheit an, entriegeln Sie eine der Backen und distrahieren Sie durch entsprechendes Drehen an der K/D-Einheit eine der Backen probehalber.



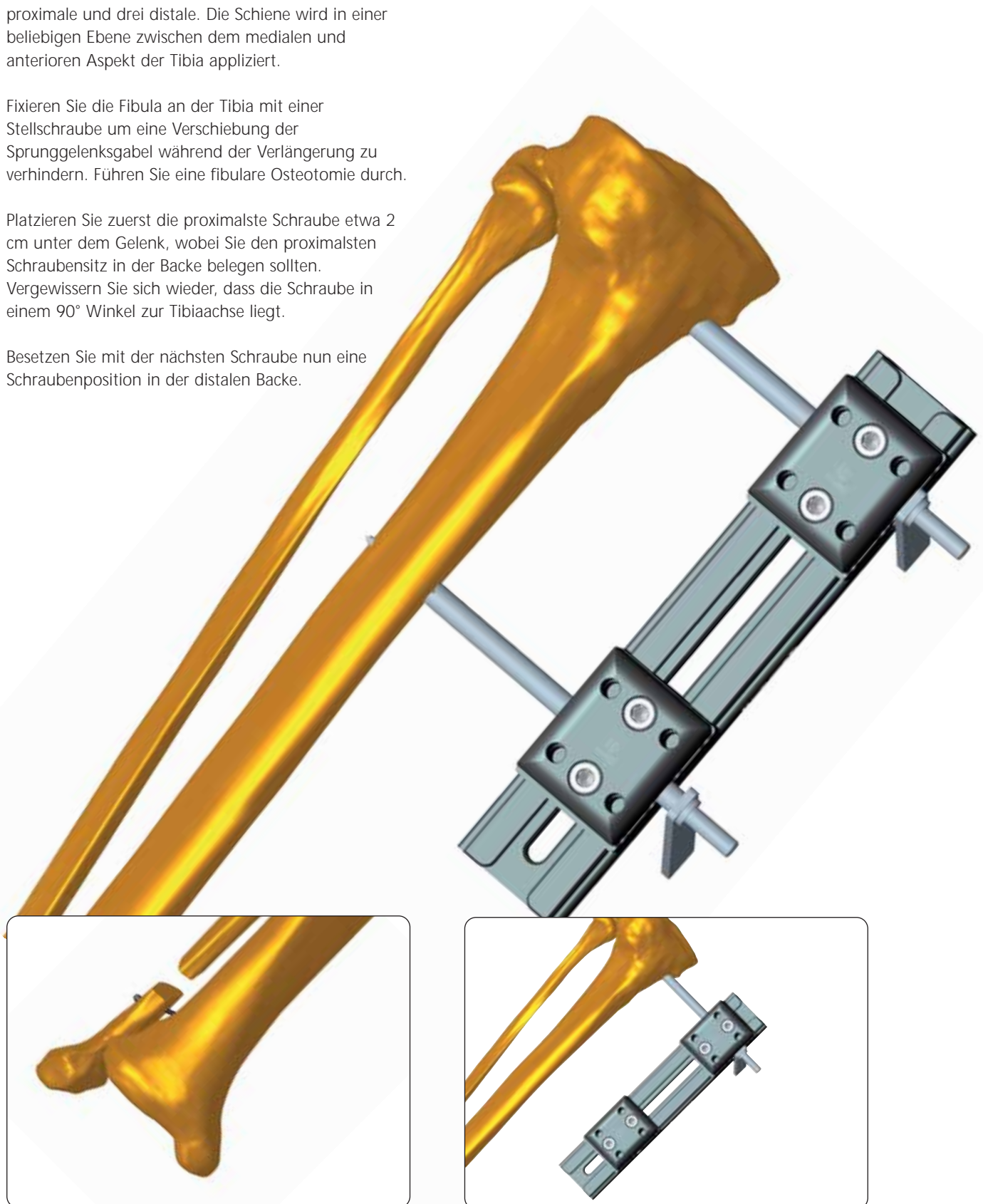
**Tibia**

Es werden sechs Kortikalisschrauben verwendet, drei proximale und drei distale. Die Schiene wird in einer beliebigen Ebene zwischen dem medialen und anterioren Aspekt der Tibia appliziert.

Fixieren Sie die Fibula an der Tibia mit einer Stellschraube um eine Verschiebung der Sprunggelenksgabel während der Verlängerung zu verhindern. Führen Sie eine fibuläre Osteotomie durch.

Platzieren Sie zuerst die proximalste Schraube etwa 2 cm unter dem Gelenk, wobei Sie den proximalsten Schraubensitz in der Backe belegen sollten. Vergewissern Sie sich wieder, dass die Schraube in einem 90° Winkel zur Tibiaachse liegt.

Besetzen Sie mit der nächsten Schraube nun eine Schraubenposition in der distalen Backe.



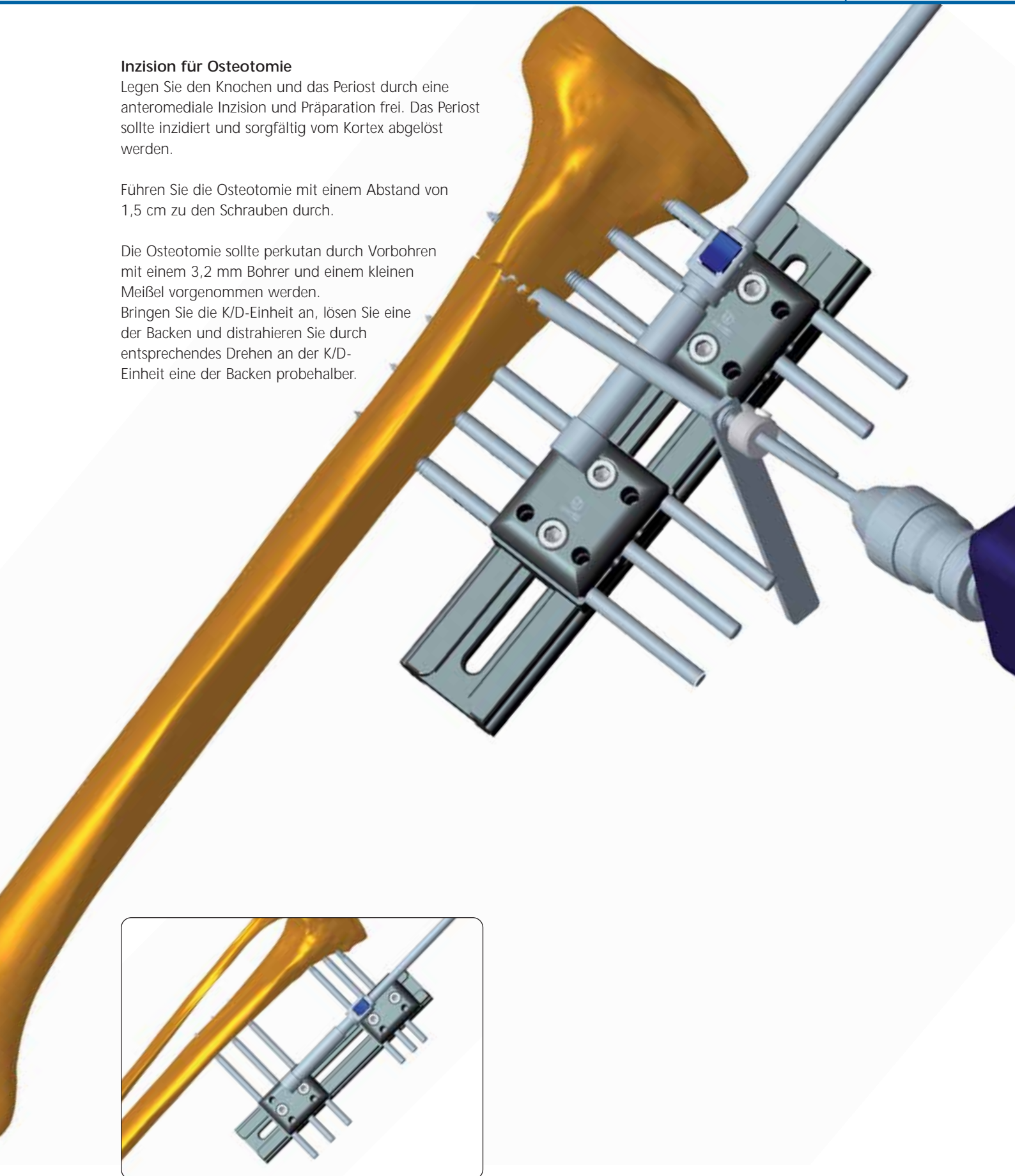
### Inzision für Osteotomie

Legen Sie den Knochen und das Periost durch eine anteromediale Inzision und Präparation frei. Das Periost sollte inzidiert und sorgfältig vom Kortex abgelöst werden.

Führen Sie die Osteotomie mit einem Abstand von 1,5 cm zu den Schrauben durch.

Die Osteotomie sollte perkutan durch Vorbohren mit einem 3,2 mm Bohrer und einem kleinen Meißel vorgenommen werden.

Bringen Sie die K/D-Einheit an, lösen Sie eine der Backen und distrahieren Sie durch entsprechendes Drehen an der K/D-Einheit eine der Backen probetalber.



### Postoperative Behandlung

Der Patient sollte bereits am ersten Tag nach der Operation mit einer tolerierbaren Belastung, (unter Verwendung von Krücken) beginnen.

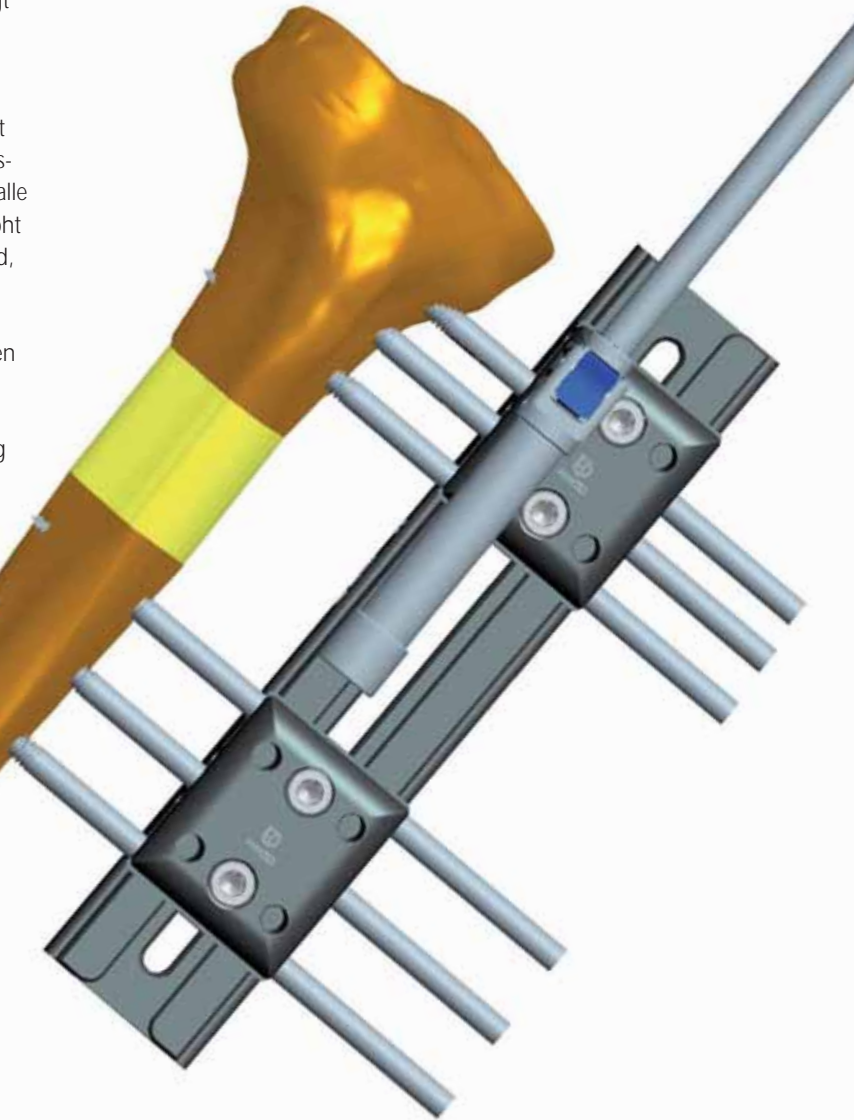
Die Warteperiode vor dem Beginn der Distraction beträgt normalerweise zehn Tage bei Erwachsenen und etwa sieben Tage bei Kindern und Patienten mit vorzeitiger Ossifikation (d.h. achondroplastischen Patienten).

Das Maß an Distraction sollte 1 mm täglich sein, erreicht durch täglich vier Viertelumdrehungen der Kompressions-/Distractionseinheit entgegen des Uhrzeigers (0,25 mm alle 6 Stunden). Das Maß an Distraction kann zeitweise erhöht werden, wenn eine schnelle Ossifikation beobachtet wird, bzw. reduziert, wenn eine langsame Ossifikation festgestellt wird oder der Patient sich über starke Schmerzen oder Muskelspasmen beklagt. Nach der ersten Woche wird eine Röntgenaufnahme oder Ultraschall gemacht, um sich zu überzeugen, dass die Distraction korrekt stattfindet. Danach wird so regelmäßig wie nötig eine Röntgenaufnahme gemacht, um den Prozess zu beobachten und das Regenerat einzuschätzen. Sollte die Dichte des Regenerates gering aber gleichmäßig sein, wird die Verlängerung für eine oder zwei Wochen gestoppt. Sollte der Kallus irregulär und spärlich sein, wird das Segment um 5-10 mm komprimiert, wonach eine erneute, behutsame Distraction gestartet wird. Am Ende der Verlängerung sollte das Röntgenbild idealerweise einen gleichförmigen Kallus zeigen. Die Feststellschraube der Backe wird nun festgezogen, um den Knochen in stabiler Neutralisation zu halten. Die

Die

Kompression/Distractionseinheit wird nun nicht länger benötigt und wird in diesem Stadium entfernt, um die Vorrichtung leichter zu machen. Die Dauer der Neutralisierungsperiode wird variieren, je nach dem Maß an erreichter Verlängerung, des aetiologischen Umstands und dem Alter des Patienten. Bei Röntgen-Nachweis eines einheitlich dichten Regenerates wird die Dynamisation begonnen, indem die Feststellschraube der Backe gelockert wird. Alternativ kann ein Dyna-Block eingesetzt werden, um einen ungewollten Kollaps des Segments zu verhindern und um Mikrobewegung anzuregen. Während der Dynamisierung ist Belastung im

vom Patienten tolerierten Maße erlaubt. Die vollständige Durchbauung der verlängerten Extremität erfordert jedoch mindestens 30 Tage. Der Fixateur wird entfernt, sobald die röntgenologische und klinische Einschätzung eine befriedigende ossäre Konsolidierung ergeben. Die Schrauben können hingegen für einige Tage an ihrem Platz belassen werden, was die temporäre Entfernung des Fixateurs während Mobilisation und Belastung mit Reapplikation des Fixateurs während der Nacht erlaubt. Danach werden die Schrauben entfernt. Radiologische und klinische Nachuntersuchung sollten in regelmäßigen Abständen nach der Entfernung des Fixateurs ausgeführt werden und eine unterstützte Teilbelastung während einiger weiterer Wochen ist ratsam.



## Knochendefekte

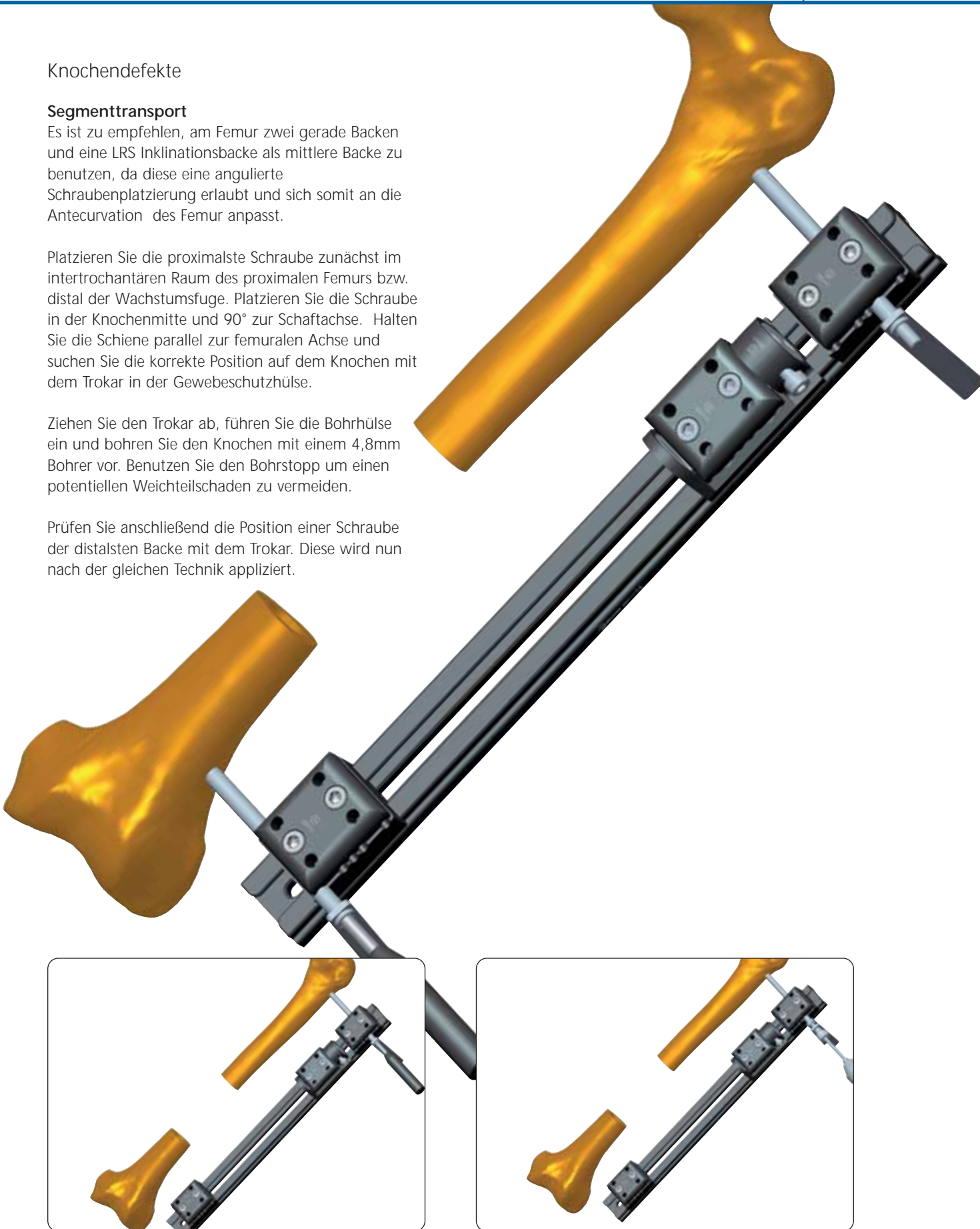
### Segmenttransport

Es ist zu empfehlen, am Femur zwei gerade Backen und eine LRS Inklinationsbacke als mittlere Backe zu benutzen, da diese eine angulierte Schraubenplatzierung erlaubt und sich somit an die Antecurvature des Femur anpasst.

Platzieren Sie die proximalste Schraube zunächst im intertrochantären Raum des proximalen Femurs bzw. distal der Wachstumsfuge. Platzieren Sie die Schraube in der Knochenmitte und 90° zur Schaftachse. Halten Sie die Schiene parallel zur femuralen Achse und suchen Sie die korrekte Position auf dem Knochen mit dem Trokar in der Gewebeschutzhülse.

Ziehen Sie den Trokar ab, führen Sie die Bohrhülse ein und bohren Sie den Knochen mit einem 4,8mm Bohrer vor. Benutzen Sie den Bohrstopp um einen potentiellen Weichteilschaden zu vermeiden.

Prüfen Sie anschließend die Position einer Schraube der distalsten Backe mit dem Trokar. Diese wird nun nach der gleichen Technik appliziert.



Nachdem die externen Backen an der Schiene befestigt sind, überprüfen Sie die Positionen der Schrauben in der LRS Inklinationsbacke.

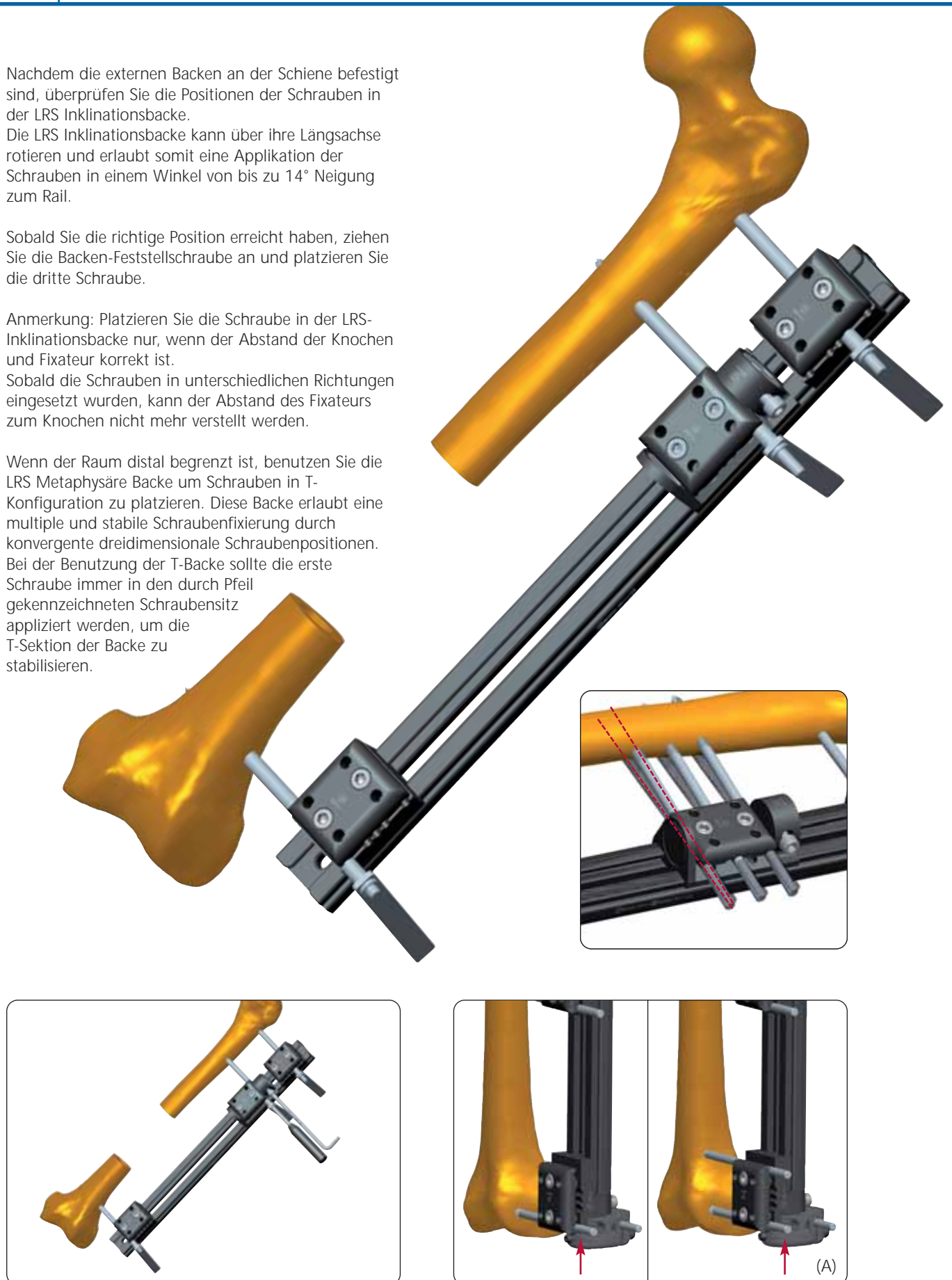
Die LRS Inklinationsbacke kann über ihre Längsachse rotieren und erlaubt somit eine Applikation der Schrauben in einem Winkel von bis zu 14° Neigung zum Rail.

Sobald Sie die richtige Position erreicht haben, ziehen Sie die Backen-Feststellschraube an und platzieren Sie die dritte Schraube.

Anmerkung: Platzieren Sie die Schraube in der LRS Inklinationsbacke nur, wenn der Abstand der Knochen und Fixateur korrekt ist.

Sobald die Schrauben in unterschiedlichen Richtungen eingesetzt wurden, kann der Abstand des Fixateurs zum Knochen nicht mehr verstellt werden.

Wenn der Raum distal begrenzt ist, benutzen Sie die LRS Metaphysäre Backe um Schrauben in T-Konfiguration zu platzieren. Diese Backe erlaubt eine multiple und stabile Schraubenfixierung durch konvergente dreidimensionale Schraubenpositionen. Bei der Benutzung der T-Backe sollte die erste Schraube immer in den durch Pfeil gekennzeichneten Schraubensitz appliziert werden, um die T-Sektion der Backe zu stabilisieren.



Besetzen Sie die verbleibenden Schraubenpositionen, entfernen Sie die Gewebeschutzhülsen und ziehen Sie die Backen fest. Mit der mittleren Backe entriegelt auf der Schiene, platzieren Sie eine K/D-Einheit zwischen der proximalen und mittleren Backe und distrahieren Sie etwas, indem Sie gegen den Uhrzeigersinn drehen. Dies erzeugt eine Vorspannung zwischen den beiden Backen und erleichtert somit die Osteotomie.



### LRS ADVanced Sandwich-Backe

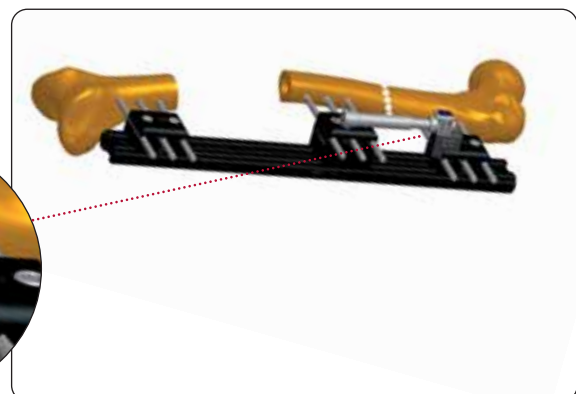
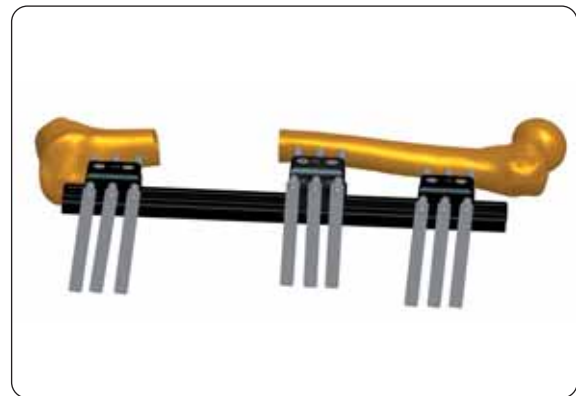
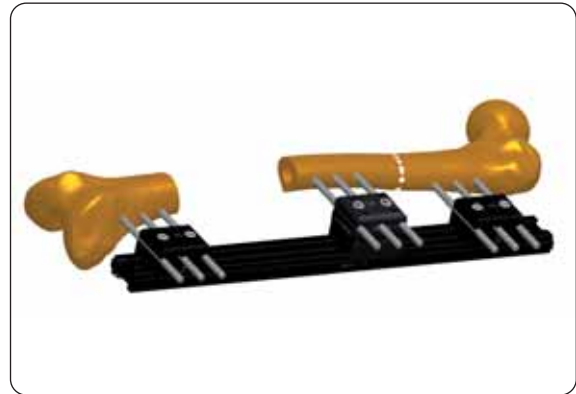
NOTE: Der Segmenttransport kann entweder mit der Inklinationsbacke oder der Sandwichbacke durchgeführt werden. Beide Backen garantieren eine optimale Schraubenführung in der Antikurvatur des Femurs.

Die Sandwich-Backe wird zwischen der Basis und der Abdeckung einer LRS ADV geraden Backe eingesetzt, um die Position zum Einführen der Schrauben über der Schiene zu erhöhen. Es sind zwei Modelle der Sandwich-Backe verfügbar, entsprechend der von der Femurkrümmung bedingten Verschiebung: 8 mm (53548) und 15 mm (53547). Diese Backe ist nützlich, wenn der Femur gekrümmt ist, um die Anbringung von Schrauben in der Mitte der Backe im Zentrum des Knochens zu gestatten. Sie wird zusammen mit längeren Feststellschrauben verwendet, um eine Fixation an der Schiene zu ermöglichen. Ausgleichsstück (Kompressions-/Distractions-Elemente) für den Einsatz der Kompressions-/Distractions-Einheiten werden ebenfalls bereitgestellt.

Während der Assistent die distale Backe sicher in Position hält, prüft der Chirurg, ob an den gewählten Stellen eine zufrieden stellende Einführung der Schrauben an der zufriedenstellende Einführung, distalen und zentralen Backe möglich ist.

Wenn dies erreicht wurde, wird die Schiene in Position gehalten, während die Schrauben unter Verwendung des Standardverfahrens eingebracht werden.

Die Kompressions-/Distractions-Elemente werden auf der Abdeckung der geraden Backe befestigt und die Kompressions-/Distractions-Einheiten werden eingeführt.





### Postoperative Behandlung

Aktive und passive Mobilisation von benachbarten Gelenken sollte bereits am ersten postoperativen Tag begonnen werden. Bei bifokaler Verlängerung kann das hauptsächliche Problem die Spannung im Weichteilgewebe darstellen. Typisch ist, im Femur, dass der Bewegungsgrad am Knie durch die Transfixation der Fascia lata und des Vastus lateralis begrenzt wird. Als generelle Regel gilt, wenn Schrauben dicht an Gelenken durch Muskel führen, sollten diese Muskeln vor der Applikation völlig gestreckt werden. Dies wird bei den distalen femuralen Schrauben erreicht, indem sich das Knie in einer maximal gebeugten Position befindet. Das Problem tritt an der proximalen Tibia nicht auf, da dort der Knochen direkt subkutan liegt.

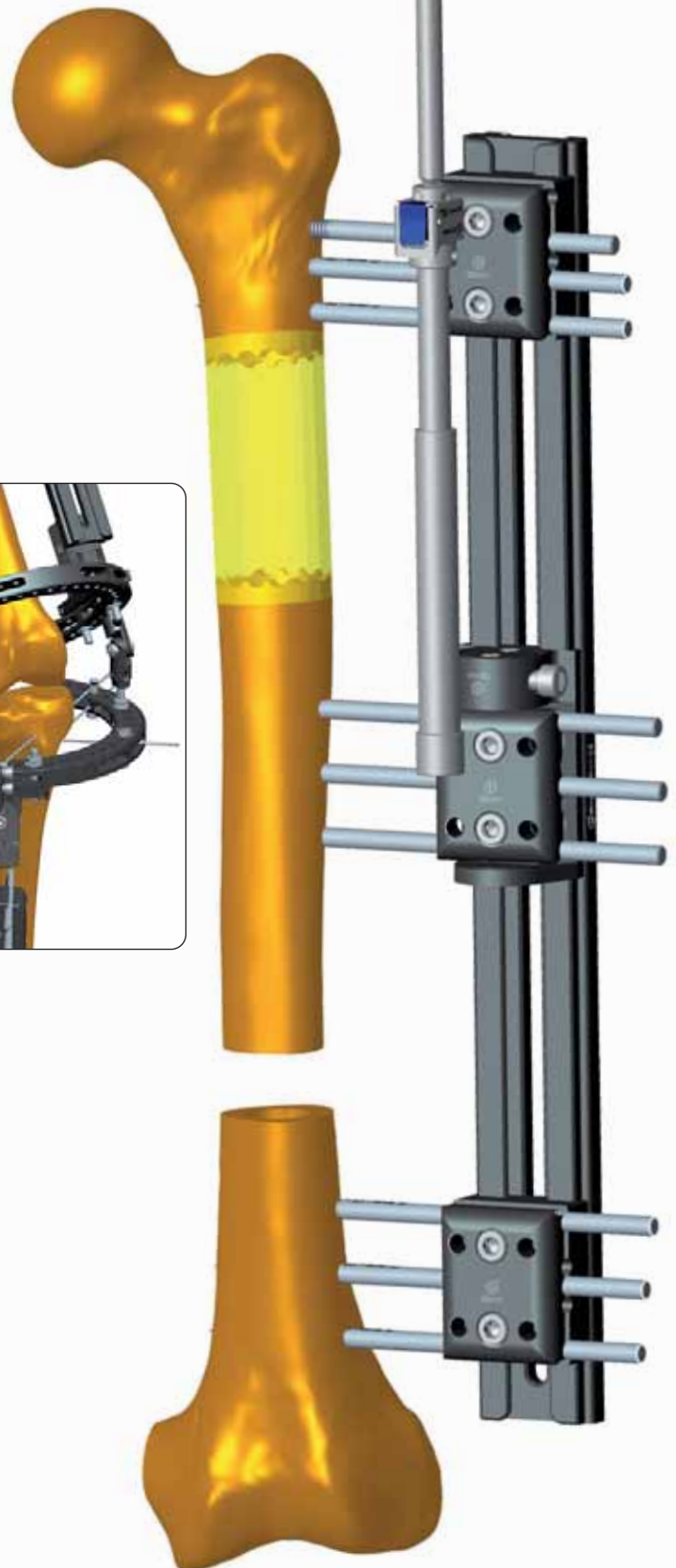


### SEGMENTTRANSPORT

Der Transport sollte nach 7 – 10 Tagen und mit einem Ausmaß von 4-mal täglich 0,25 mm beginnen. Eventuell bestehendes Spiel im System sollte zunächst dadurch aufgenommen werden, dass die Kompressions-/Distractionseinheit solange gegen den Uhrzeigersinn gedreht wird, bis das eventuell vorhandene Spiel ausgeglichen wurde. Üblicherweise handelt es sich dabei um wenige (max. 2) Millimeter.

Die Feststellschraube der mittleren Backe und deren Unterlegscheibe sollten nun entfernt und die K/D-Einheit gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden, 90° alle sechs Stunden.

Nachdem ein anfänglicher Spalt geöffnet wurde, sollte die Transportgeschwindigkeit individuell festgelegt werden. Diese kann zwischen 0,75 mm und 1,25 mm je Tag liegen. Je nach Einschätzung der Regeneratqualität und dessen Erscheinungsbild im Röntgen oder Ultraschall. Einhergehend mit dem Transport ist es nicht ungewöhnlich, Hautspannungen an der Vorderflanke der Schrauben und, in geringerem Maße, in der Mitte der proximalen Backe festzustellen. Zusätzliche Haut- und Weichteilentspannung können daher notwendig werden.



Gegen Ende des Transports können Röntgenaufnahmen eventuell eine suboptimale Ausrichtung der anzudockenden Segmente darstellen. Im Falle von medialer oder lateraler Translation kann eine Korrektur durch ein Lösen der Deckelschrauben der mittleren Backe und ein Verschieben des in der Backe liegenden Schraubenteils erreicht werden.

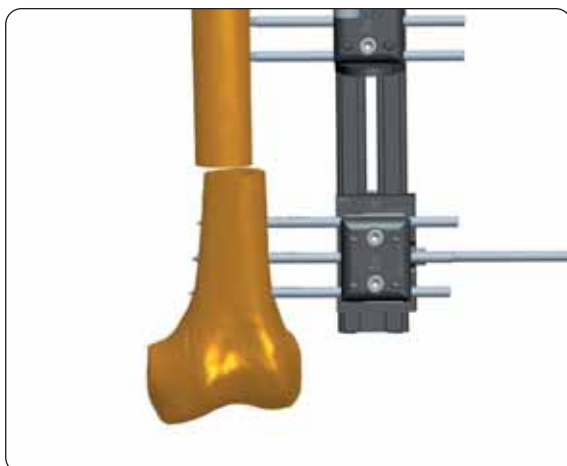
Alternativ kann die LRS Translationsbacke distal benutzt werden um graduell diese Translation zu korrigieren.

#### DER ANDOCKUNGS-PROZESS

Beim Abschluss des Transports wird sich der Defekt mit unterschiedlichen Graden von Variation des Kontakts zwischen den Knochenenden schließen. Die mittlere Backe sollte nun wieder an die Schiene angekoppelt werden. Wenn Kompression erforderlich ist, wird eine Kompression/Distraktionseinheit aufgesetzt und mit ihr die mittlere und die distale Backe komprimiert.

Abhängig von der Qualität des Regenerates und dem Maße an erreichtem Kontakt können verschiedene Maßnahmen erforderlich sein, um eine Konsolidierung zu stimulieren. Diese werden variieren, von der oben beschriebenen begrenzten Kompression, bis hin zur Anfrischung der Knochenenden und deren Kompression oder der Anlagerung von Spongiosa und anderer wachstumsfördernden Substanzen

Wenn der Transport über eine Strecke von 3 cm oder mehr ausgeführt wurde, sollte die Andockungsstelle, sobald das Andocken geschehen ist, wie eine verzögerte Frakturheilung beobachtet und behandelt werden.



## KORREKTUR VON DEFORMITÄTEN

### Allgemeine Grundsätze

Eine Deformität ist ein dreidimensionales Problem. Die Korrektur einer Deformität mithilfe des LRS, welches ein monolateraler Fixateur ist, erfordert ein gewisses Verständnis dafür, welche Auswirkungen das Verstellen des Fixateurs auf diese dreidimensionale Problematik haben kann.

#### Mechanische Achse

Dies ist die Linie des Kraftflusses der mechanischen Last bei statischer Belastung.

In der Tibia entspricht sie gleichzeitig der anatomischen Achse.

Sie verläuft:

Hüftkopfszentrum

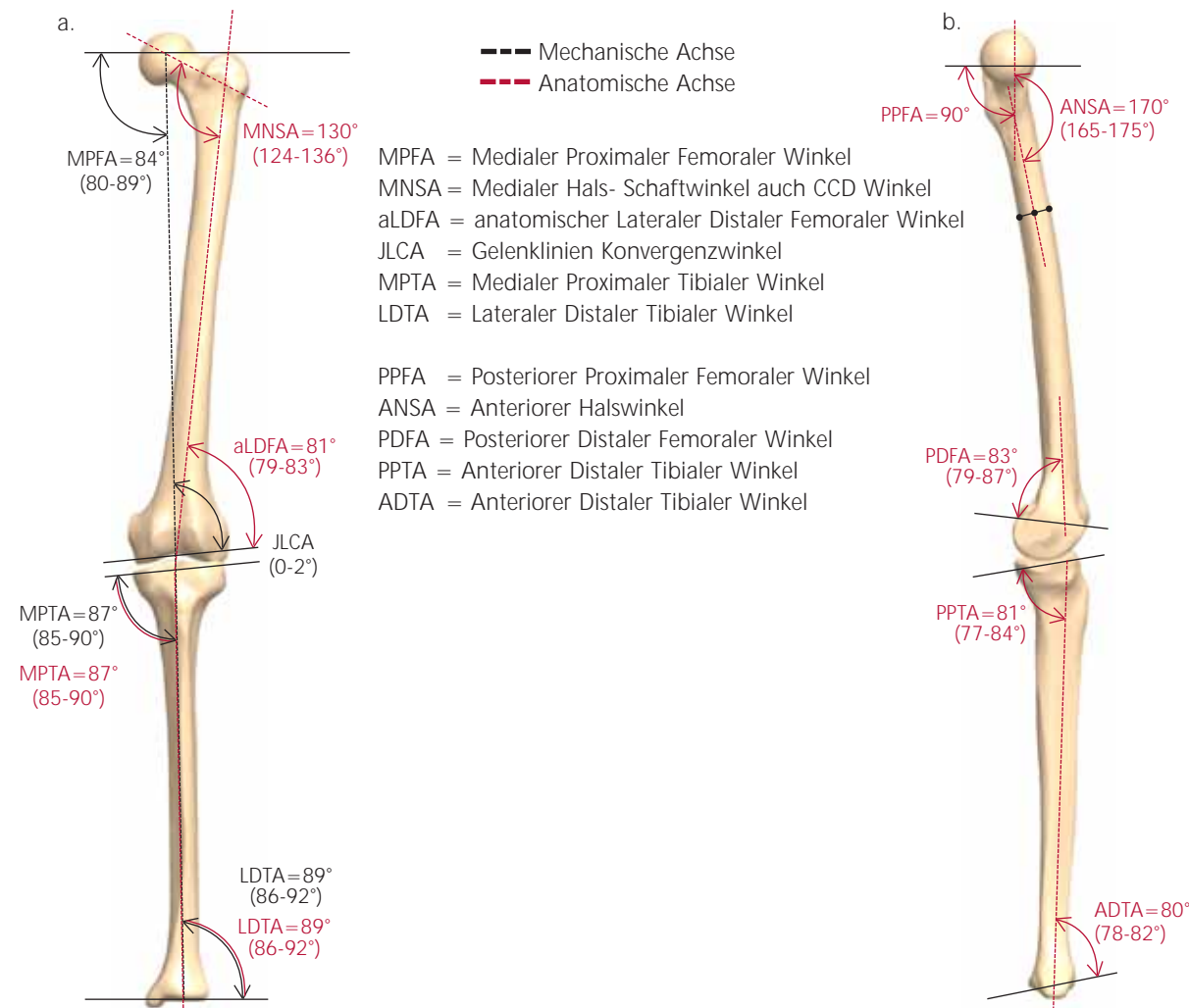
Kniezentrum

Sprunggelenkszentrum

#### Anatomische Achse

Die Schaftmitte entlang der Längsrichtung eines langen Röhrenknochens ist seine anatomische Achse.

In einem deformierten Knochen wird jedes Segment seine eigene anatomische Achse besitzen, und sie Achsen werden sich in einem Punkt schneiden.



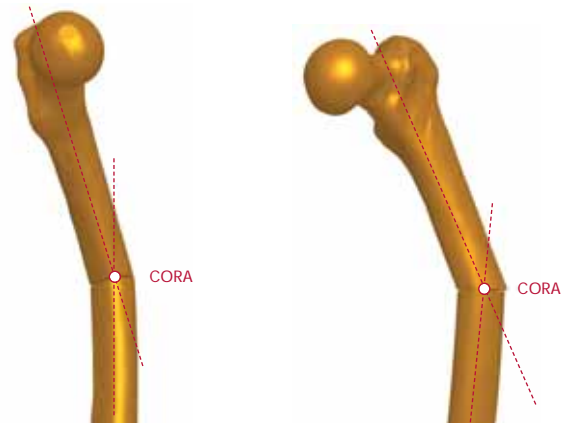
Paley und Tetsworth<sup>58, 59</sup>

Eine Linie, die von Zentrum des Hüftkopfes zum Zentrum des Pilon tibiale gezogen wird, sollte durch den Mittelpunkt des Kniegelenks verlaufen. Ist dies nicht der Fall, liegt eine Mechanische Achsabweichung (MAD, Mechanical Axis Deviation) vor.

### CORA (Center of Rotation of Angulation)

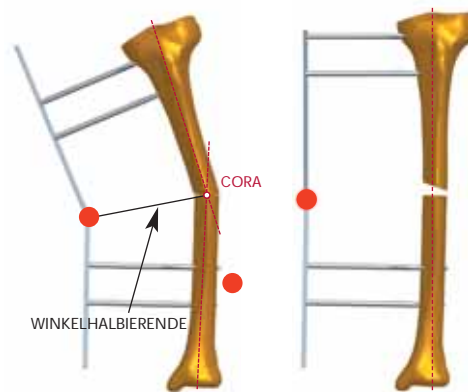
Dies ist der Schnittpunkt der beiden anatomischen Segmentachsen eines deformierten Knochens. Die Position der CORA ist einfach zu bestimmen, indem man die anatomische Achse in jedes Segment des deformierten Knochens einzeichnet. Ihr Schnittpunkt stellt das Zentrum der Deformität dar.

Siehe dazu die nebenstehende Abbildung.



### Die Winkelhalbierende (Bisector line)

Dies ist eine Linie, die den Winkel der beiden Segmentachsen eines deformierten Knochens in zwei gleiche Hälften teilt. Der Drehpunkt des Gelenks einer monolateralen Vorrichtung zur graduellen Korrektur sollte entlang dieser Linie liegen, um somit eine Translation während der Korrektur auszuschließen bzw. zu minimieren.



Das Gelenk liegt auf der Winkelhalbierenden, dadurch entsteht keine Translation.

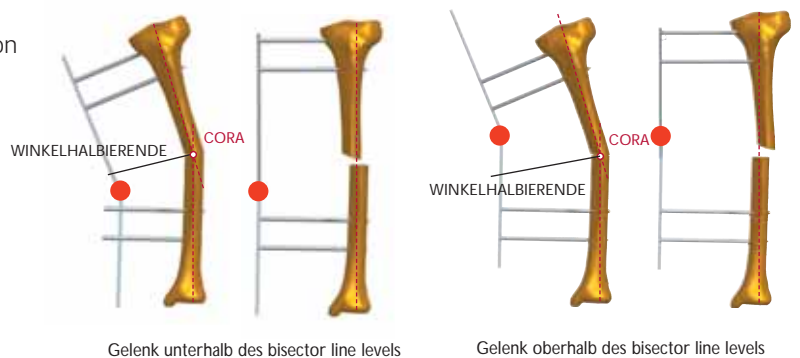
### Translation

Es ist wichtig zu erkennen, wann sich eine Translation einstellen wird. Wenn das Rotationszentrum eines Fixateurs nicht auf gleicher Höhe wie der Apex der Deformität liegt (also nicht auf der Bisector line), so ist eine Translation unausweichlich.

### Verlängerung / Verkürzung

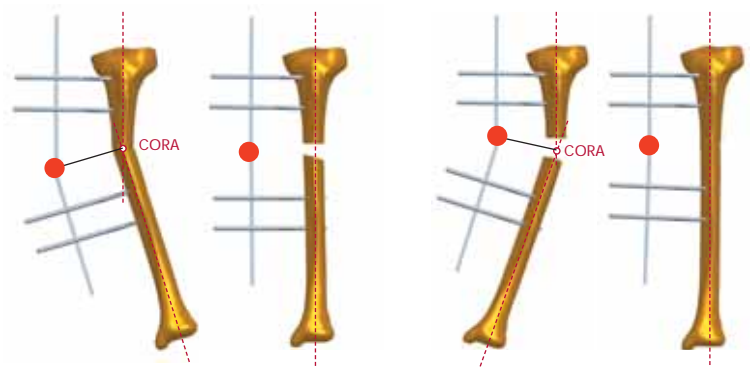
Wenn monolaterale Fixateure angewendet werden, sollten folgende Punkte bedacht werden:

- I. Bei einer Deformität, bei der der Fixateur auf der konvexen Seite der Deformität angebracht ist, wird sich neben der Korrektur noch eine zusätzliche Verlängerung einstellen.
- II. Umgekehrt, wenn der Fixateur auf der konkaven Seite der Deformität angebracht ist, wird sich neben der Korrektur noch eine Verkürzung einstellen und ggf. eine Korrektur verhindern.



Gelenk unterhalb des bisector line levels

Gelenk oberhalb des bisector line levels



### **Präoperative Planung**

Für den behandelnden Arzt ist die genaue Analyse der Deformität essentiell!

Da wären:

1. akkurat abgestimmte A.P. und laterale Röntgenaufnahmen, um die Deformitäten sowohl in der sagittalen wie in der Koronarebene zu bestimmen.
2. Analyse der genauen Ebene einer Deformität nach der unten beschriebenen Methode.
3. Sorgfältiger Bewertung der Torsionsdeformität.
4. Bewertung jeder Translationsfehlstellung.

### **Bewertung der genauen Ebene einer Deformität:**

Zur korrekten Analyse von Deformitäten sind exakte Röntgenaufnahmen unerlässlich. Sie sollten:

- beide Beine unter Belastung zeigen
- die Patellae müssen dabei exakt nach vorne zeigen und
- die Knie sollten zentriert sein.

Der Arzt misst und bewertet nun folgende Gesichtspunkte:

- Varus / Valgus
- Rekurvatum / Prokurvatum
- Länge

und entscheidet nun über das weitere Vorgehen:

- akute oder graduelle Korrektur von Varus / Valgus
- akute oder graduelle Korrektur von Rekurvatum / Prokurvatum
- Längenkorrektur erforderlich

**Die Ebene einer Deformität**

Eine Deformität kann in jeder Ebene bestehen.

- Wenn sie in der Koronarebene liegt, ist sie in der A.P. Röntgenaufnahme sichtbar,
- während die laterale Sicht einen ´geraden` Knochen zeigt.

- Ebenso wird eine Deformität in der Sagitalebene auch nur in der lateralen Ansicht sichtbar sein.

Wenn die Deformität in einer weder exakt frontalen noch exakt sagitalen Ebene liegt, dann ist etwas von der Deformität sowohl in der A.P. wie auch in der lateralen Röntgenaufnahme zu sehen.

Es ist ein häufig begangener Fehler, an zwei Deformitäten zu denken, während in Wirklichkeit nur eine einzige existiert, die schräg zu den Standardebenen liegt. Dieses Verständnis über die Deformität ist grundlegend für die Anwendung von Fixateuren. Im einfachsten Beispiel wird eine Valgus- oder Varus-Deformität korrigiert, indem man die graduelle Schwenkbacke exakt in der Frontalebene montiert.

## Advanced LRS Gradueller Schwenkbacke und Advanced LRS Translations/Angulationsbacke

Mit diesen Backen liegt die Ebene der Korrektur in der Ebene der Kortikalisschrauben. Sie sollten deshalb nur benutzt werden, wenn die Ebene der erforderlichen Korrektur für eine Schraubenapplikation geeignet ist. Diese Backen können benutzt werden, um sowohl eine Deformität intraoperativ zu korrigieren, wie auch um eine postoperative Kallusmanipulation durchzuführen. Die Schrauben werden in der Ebene der gewünschten Korrektur appliziert. Das Gelenk auf der Backe sollte so dicht wie möglich an der Ebene der geplanten Osteotomie platziert werden. In Hinsicht auf die Tatsache, dass das Gelenk vom Drehpunkt des Knochens versetzt sein wird kann ein Translationseffekt während der Korrektur auftreten.

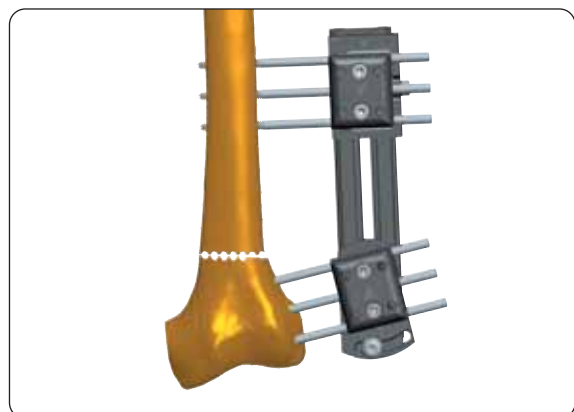
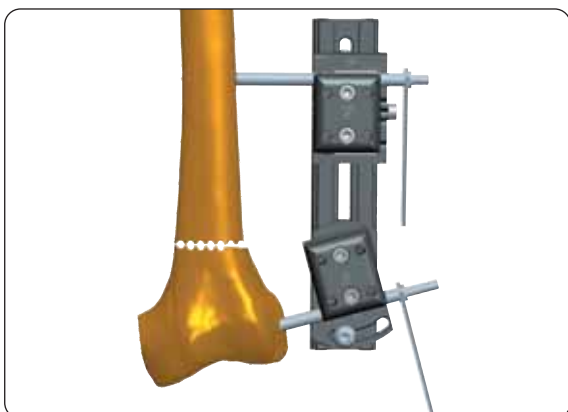
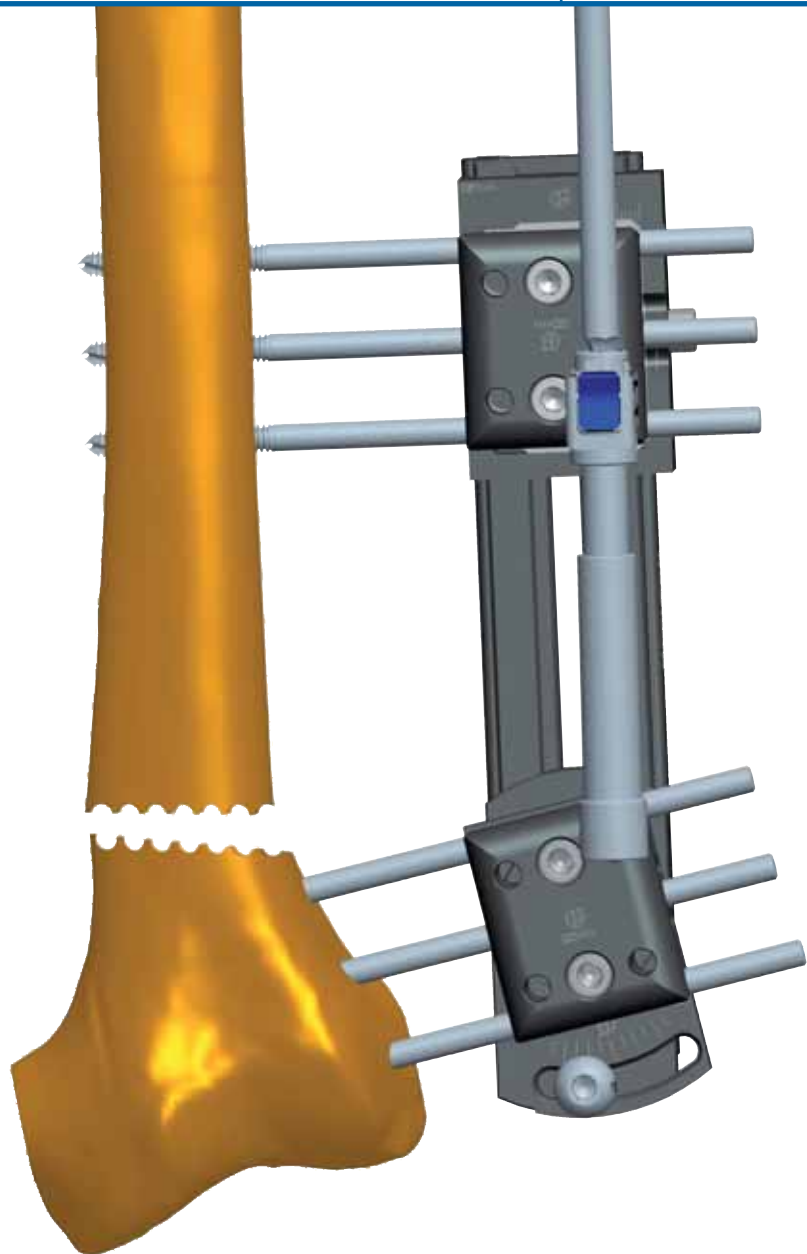
### Anwendung der ADV Graduellen Schwenkbacke und der ADV Translationsbacke

Die LRS Gradueller Schwenkbacke wird gemeinsam mit der Translationsbacke angewandt. Bei Applikation der letzteren sollte die Translationsschraube so eingestellt sein, dass die größte Ausdehnung der Translation erreicht wird.

Die erste Knochenschraube wird normal durch eine Gewebeschutzhülle appliziert, die in der Graduellen Schwenkbacke montiert ist, welche zuvor auf den erwünschten Winkel eingestellt worden ist. Das heißt im 90° Winkel zur Segmentachse. Daraufhin wird die nächste Schraube in der Translationsbacke appliziert.

Wenn alle verbleibenden Kortikalisschrauben appliziert worden sind, wird die Osteotomie durchgeführt, mindestens 15 mm von der nächstliegenden Knochenschraube, jedoch so dicht wie möglich am Drehpunkt der Backe.

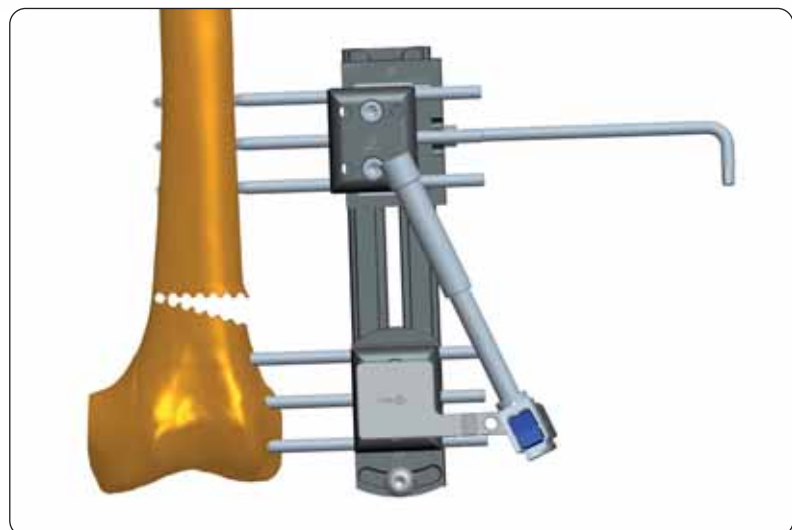
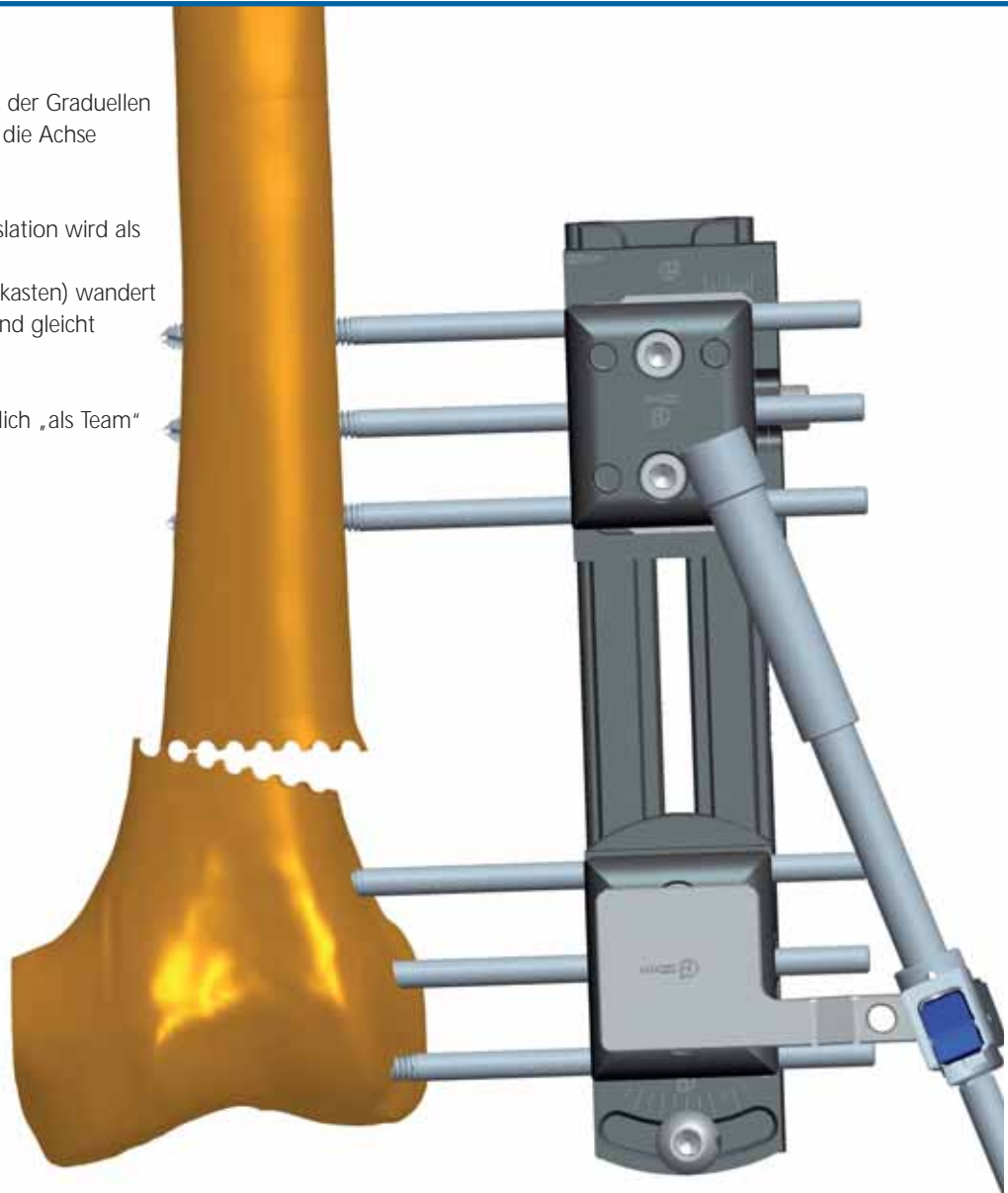
Wenn der Fixateur auf der konkaven Seite der Deformität liegt, wird bei der Korrektur eine Verkürzung des Knochensegments entstehen. In diesem Falle kann anfänglich eine K/D-Einheit benutzt werden, um den Osteotomiespalt etwas zu distrahieren.



Dann wird das distale Segment mittels der Graduellen Schwenkbacke geschwenkt und somit die Achse korrigiert.

Die sich automatisch einstellende Translation wird als nächstes korrigiert. Durch Drehen der Translationsschraube (siehe kleiner Bildkasten) wandert das proximale Segment nach medial und gleicht dadurch die Translation aus.

Diese beiden Backen sollten grundsätzlich „als Team“ zum Einsatz gelangen.





### Anwendung der ADV Graduellen Translations-/Angulations-Backe

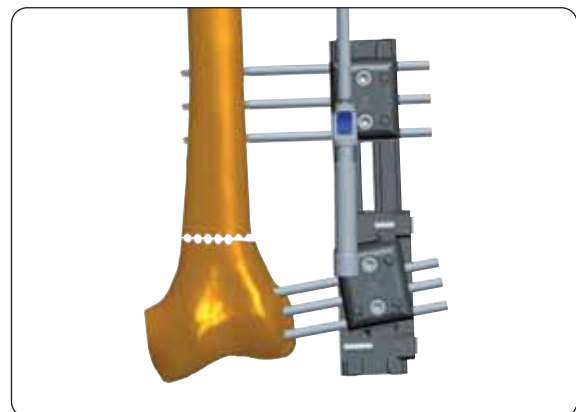
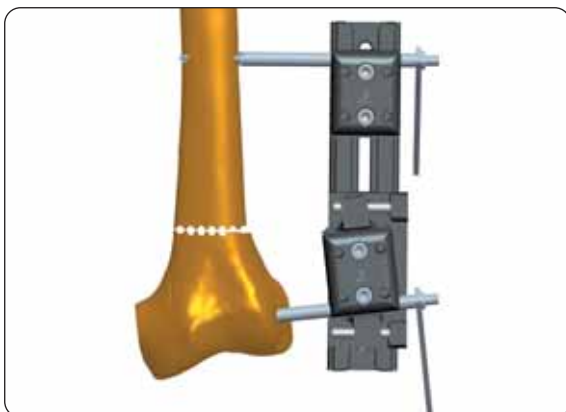
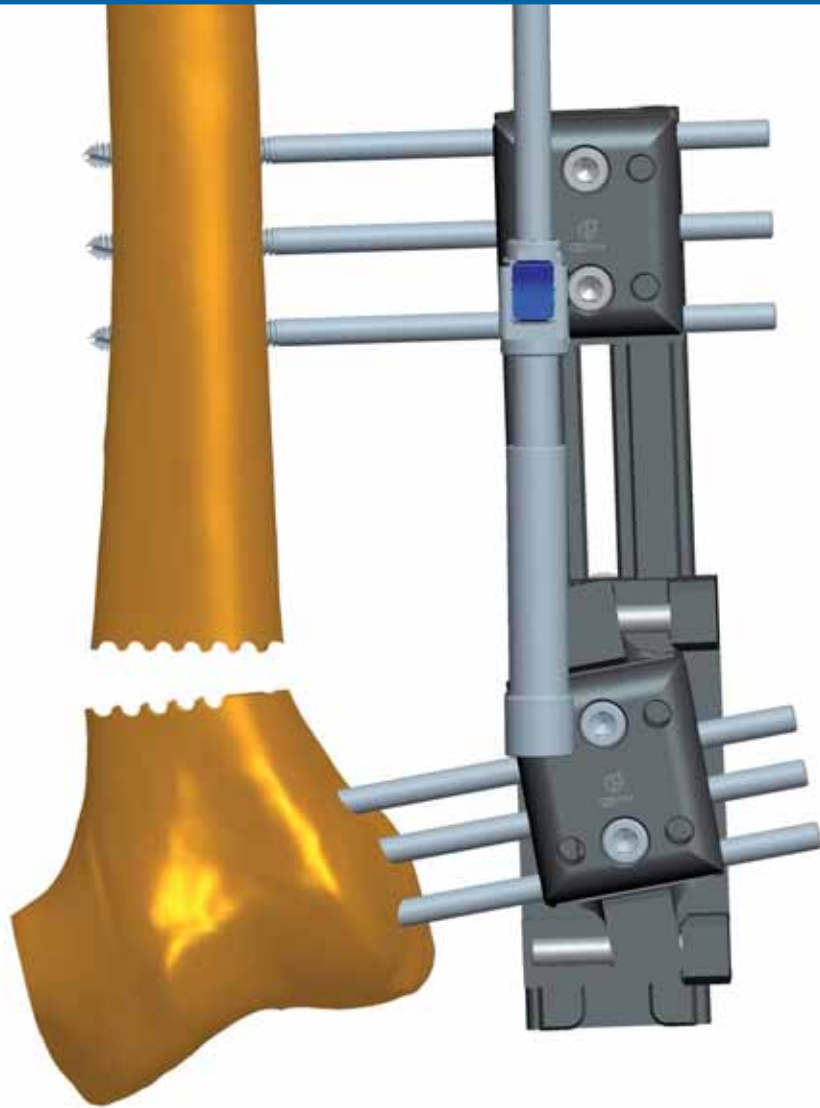
Verwenden Sie die Translations-/Angulations-Backe in Verbindung mit einer geraden Backe oder einer Translationsbacke.

Bei der Anwendung der ADV Graduellen Translations-/Angulations-Backe sollten die Translationschrauben so eingestellt sein, dass die maximale Ausdehnung der Translation erreicht werden kann.

Anmerkung: Bei der Applikation der Kortikalisschrauben in der Translations-/Angulations-Backe sollten Sie darauf achten, dass sie nicht die Schwenkbewegung der Backe behindern. Deshalb ist es angebracht, sie in den Positionen 1, 2 und 4 zu applizieren.

Die erste Knochenschraube wird in der für alle Backen geltenden Technik platziert. Die Translations-/Angulations-Backe wurde zuvor auf den entsprechenden Winkel voreingestellt. Das heißt sie gestattet die Einbringung der Schrauben im 90° Winkel zur Segmentachse.

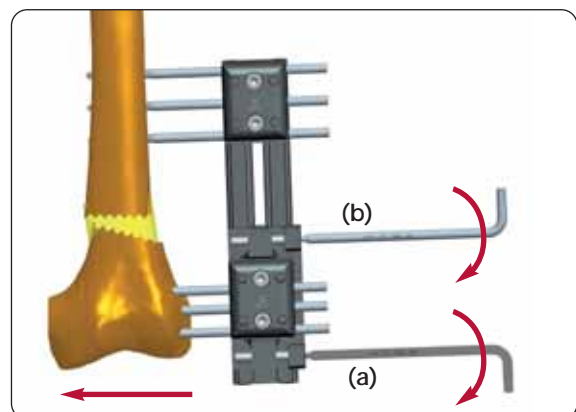
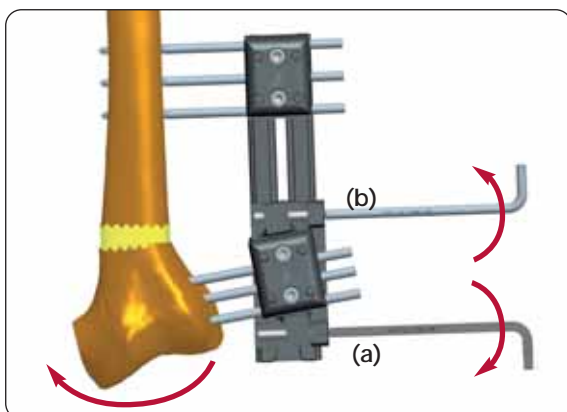
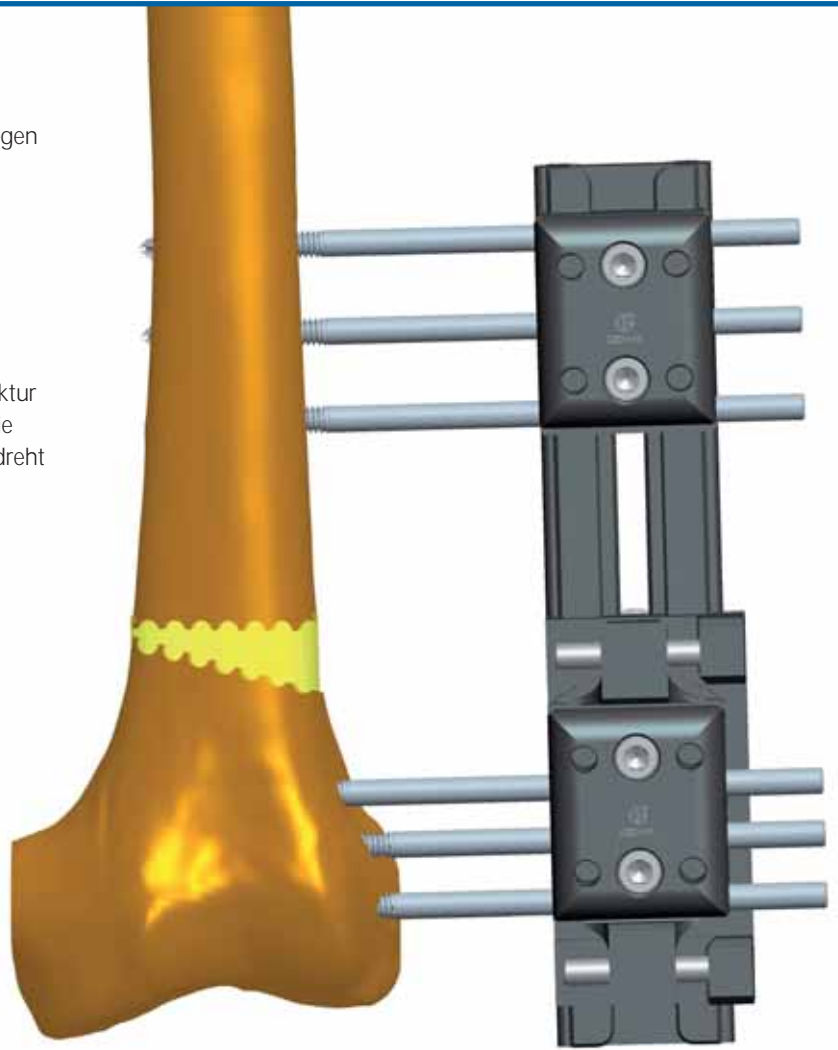
Wenn der Fixateur an der konkaven Seite der Deformität angebracht ist, wird, wenn die Korrektur durchgeführt wird, eine Verkürzung des Knochensegments auftreten. In diesem Fall kann anfänglich eine K/D-Einheit benutzt werden, um den Osteotomiespalt zu distrahieren, nachdem zunächst die distale Backe von der Schiene entriegelt wurde. Bevor Sie eine angulare Korrektur vornehmen, muss die distale Backe wieder an der Schiene fixiert und die K/D-Einheit entfernt werden.



Die Korrektur wird dann durchgeführt, indem die Backenschrauben (a) im Uhrzeigersinn und (b) gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden.

Anmerkung: Während dieser Prozedur sollte die Extremität nicht belastet werden, um somit eine übermäßige Belastung der Kortikalisschrauben zu verhindern.

Die Korrektur kann eine Translation erzeugen, die vorhergesehen werden konnte / sollte. Eine Korrektur dieser translation wird dadurch erreicht, indem die Translation (a) und (b) in die gleiche Richtung gedreht werden.



## Anwendung der ADV Multiplanaren Backe

Diese Backe wird an einem der Enden einer LRS-Schiene angewendet um eine angulare oder translatorische Deformität zu korrigieren. Die Ebene und Größe der Deformität muss durch die präoperative Planung sicher bestimmt werden.

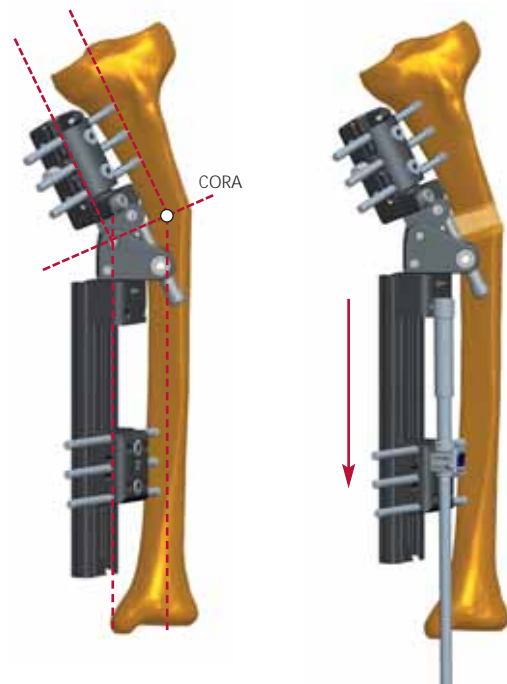
Wenn die CORA auf den A.P. und lateralen Röntgenbildern in derselben Position liegt, dann liegen die translatorische und die angulare Deformität in derselben Ebene. In diesem Fall ist die Korrektur mit der multiplanaren Backe unkompliziert. Sie wird dadurch erreicht, indem man das Rotationszentrum (Gelenkachse) der multiplanaren Backe auf der CORA-Ebene platziert, und das Gelenk der multiplanaren Backe in der Ebene der Deformität schwenkt.

Die Kortikalisschrauben werden durch den risikofreien Korridor eingesetzt, ausgerichtet mit der Ebene der translatorischen Deformität, und die Translation wird dann durch die graduelle Korrekturmöglichkeit an der Backe korrigiert. Die angulare Deformität wird separat behandelt, indem das Gelenk der Backe mit der Ebene der Deformität in Übereinstimmung gebracht wird.

Wenn die translatorische und die angulare Deformität nicht in derselben Ebene liegen, und die translatorische Deformität nicht in einer für die Applikation der Schrauben geeigneten Ebene liegt, wird die Korrektur mit der multiplanaren Backe nicht empfohlen, sondern es sollte ein Ringfixateursystem (Sheffield oder True/Lok) angewandt werden.

Damit die multiplanare Backe korrekt funktioniert, sollten folgenden Ziele während der Operation erreicht werden:

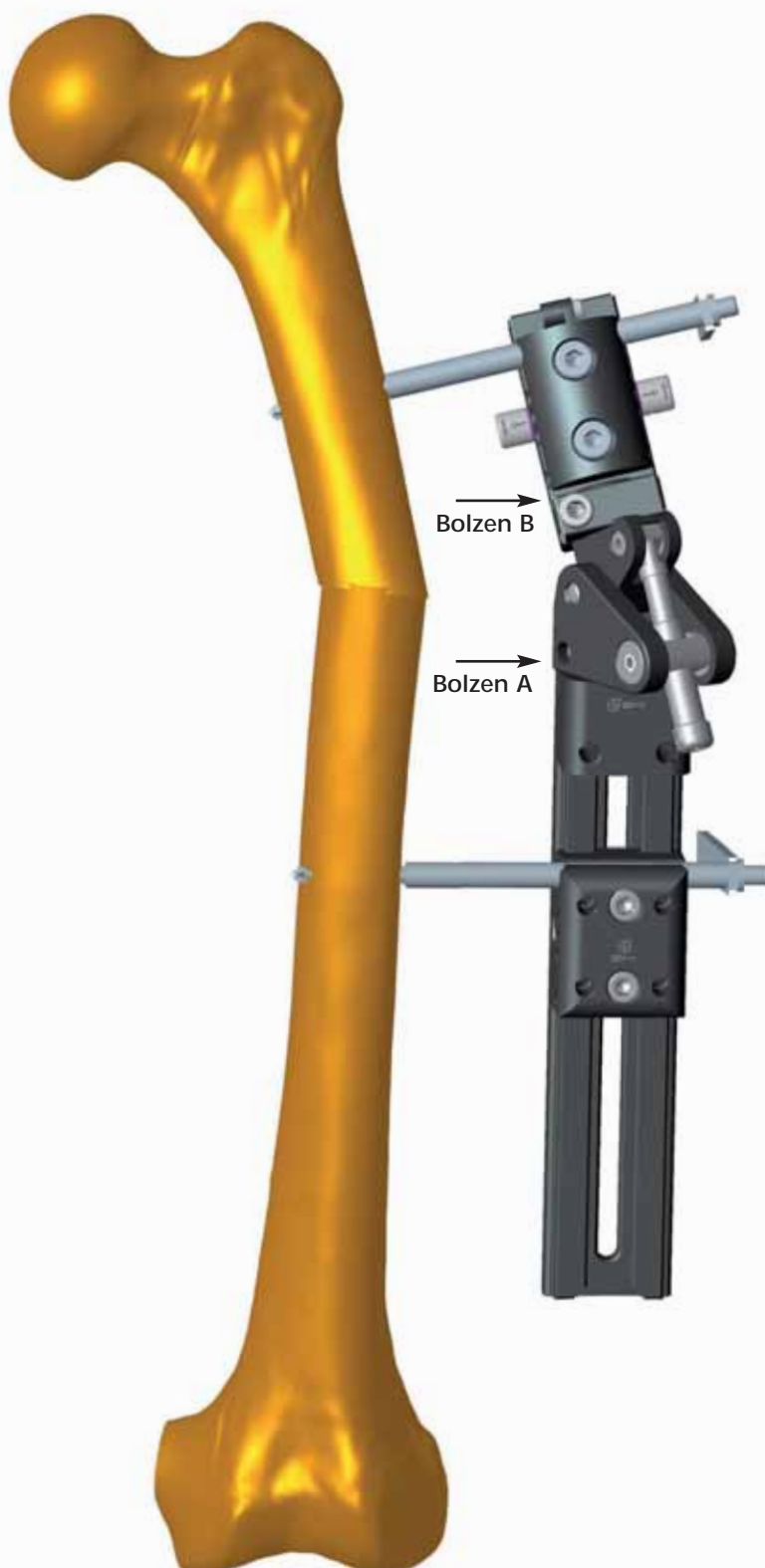
- I. Abhängig von der präoperativen Planung muss das Rotationszentrum (Gelenk) der multiplanaren Backe auf der Linie der Winkelhalbierenden liegen.
- II. Die Schrauben werden auf beiden Seiten des Apex des deformierten Knochens appliziert, jeweils rechtwinklig zur Segmentachse.
- III. Die Osteotomie wird am Apex des deformierten Knochens vorgenommen.
- IV. Die Schritte der Korrektur sind wie in obigem Protokoll beschrieben, abhängig davon, ob das Gelenk der multiplanaren Backe auf der konvexen oder konkaven Seite der Deformität liegt.



Der Angulator der ADV multiplanaren Backe wird auf die Ebene der Deformität eingestellt, die zuvor durch die präoperative Planung bestimmt wurde, und in dieser Position durch den Feststellbolzen A und B fixiert.

Die Vorrichtung wird in korrektem Abstand von der Haut und mit korrekter Position des Gelenkes (CORA) ausgerichtet.

Die Positionen der CORA und der Kortikalisschrauben werden auf dem Patienten mit einem Hautstift markiert, wobei auch die Ebene der Schraubenapplikation bedacht werden sollte. Wenn die präoperative Bewertung von Winkel und Ebene der Deformität richtig durchgeführt wurde, dann sollte jetzt der Trokar der in jeder Backe steckt, jeweils in einem Winkel von  $90^\circ$  zur anatomischen Achse jedes Knochensegments stehen. Wenn dies nicht der Fall sein sollte, sollte der Winkel und die Ebene des Angulators entsprechend korrigiert werden. Eine Knochenschraube von adäquater Länge wird in das längere Knochensegment durch eine Gewebeschutzhülse in der geraden Backe appliziert. Der Abstand zwischen Schiene und Haut wird auf ca. 2 – 3 cm eingestellt. Eine weitere Gewebeschutzhülse und ein Trokar werden nun durch die multiplanare Backe eingeführt. Wenn die vorherige Einstellung des Fixateurs richtig war, dann sollte der Trokar in der Ebene der Deformität liegen und direkt in rechtem Winkel auf das Knochensegment zeigen. Falls dies nicht der Fall ist, sollten kleinere Anpassungen durch Veränderungen der Backe und Anpassung des Angulators gemacht werden.

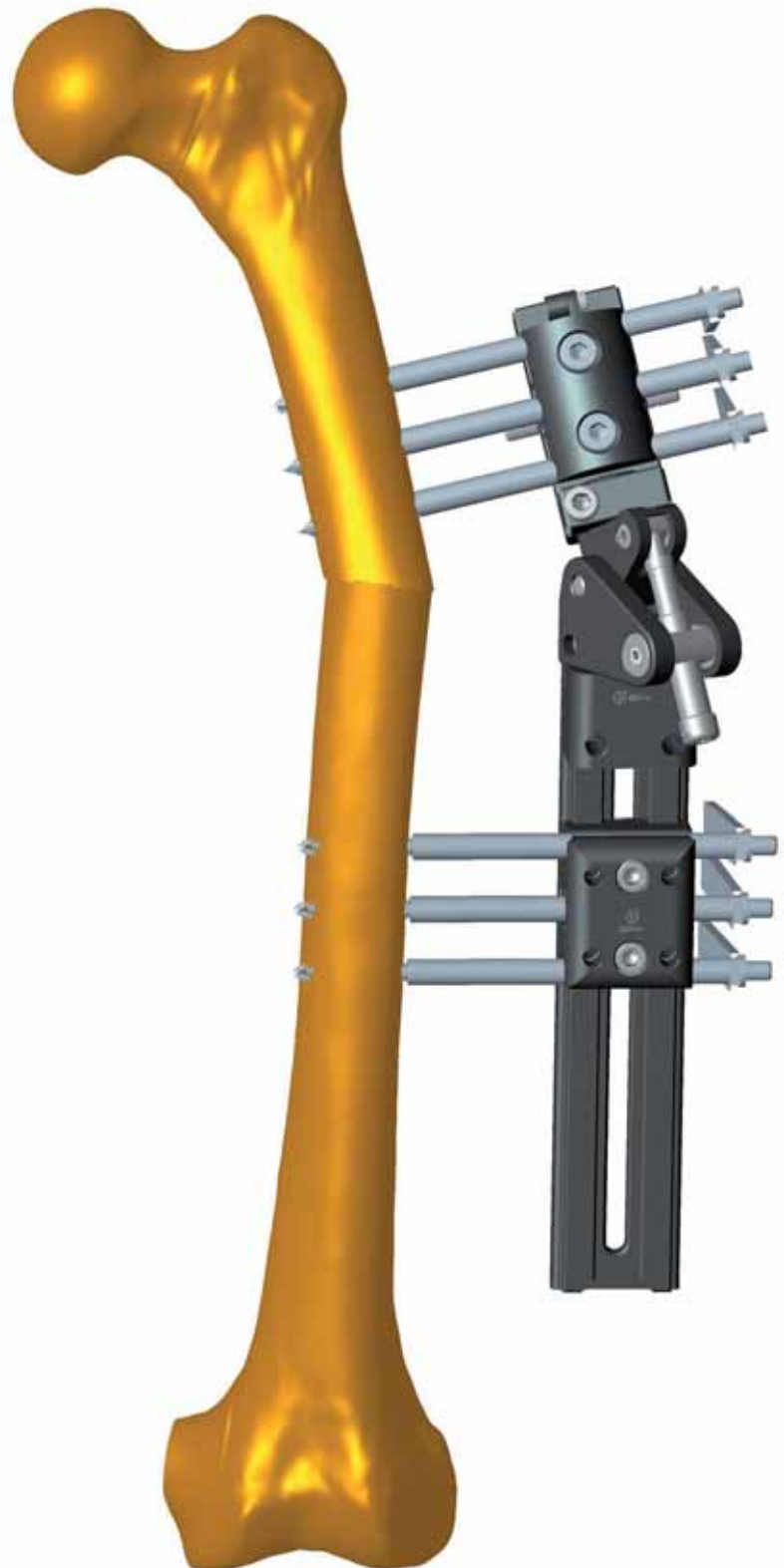


Die verbliebenen Kortikalisschrauben werden nun durch beide Backen appliziert. Bei einem Erwachsenen sollten es drei Schrauben gleichmäßig verteilt in jeder Backe sein.

Die Osteotomie wird durch den Apex der Deformität angelegt.

Wie bei der graduellen Schwenkbacke auch, muss, wenn das Gelenk auf der konkaven Seite der Deformität liegt, zunächst Länge gewonnen werden, um eine Verkürzung der Extremität zu vermeiden.

Wenn die Korrektur vorgenommen ist, sollte die Multiplanare Backe zum Schluss mit der Schiene ausgerichtet sein. Da die multiplanare Backe am Ende der Schiene angebracht ist, sollte das neue Knochensegment durch Lockern der Backen-Feststellschraube der benachbarten geraden Backe dynamisiert werden, erforderlichenfalls gesichert durch einen Dyna-Block.



## Anwendung der Advanced SLR T-Garches Backe

Die T-Garches Backe kann für Verlängerung, angulare Korrektur oder eine Kombination von beiden angewandt werden. Dies wird dadurch bestimmt, welche Verriegelungsschraube gelöst wird, und durch den Typ und die Position der Kompressions-/Distractionseinheit.

In Abb. (a) ist der Fixateur für eine Verlängerung eingestellt.

Die Kompressions-/ Distraction- Einheit wird proximal im Sockel der T-Garches Backe und distal in der geraden Backe eingesetzt. Die Feststellschraube der Backenachse ist **FESTGESTELLT**, und die Feststellschraube der geraden Backe ist **GELÖST**. Eine Veränderung der Länge der Kompressions-/Distractionseinheit verändert jetzt die Länge der Montage und somit der Tibia.

In Abb. (b) ist der Fixateur für eine Varus- oder Valgus-Korrektur eingestellt.

Die Kompressions-/ Distraction- Einheit wird proximal direkt in die T-Garches Backe und distal in die geraden Backe eingesetzt. Die Feststellschraube der Backenachse ist **GELÖST** und die Feststellschraube der geraden Backe ist **GEBLOCKT**.

Eine Veränderung der Länge der Kompressions-/Distractionseinheit verändert jetzt die Angulation von T-Garches und Rail und somit die Achse Tibia.

Diese Backe sollte nicht benutzt werden, um Korrekturen an Prokuvatum/ Recurvatum Deformitäten des Femurs vorzunehmen.



VERLÄNGERUNG  
(a)



FESTSTELLSCHRAUBE DER  
BACKENACHSE

ANGULARE KORREKTUR  
(b)

## Tibiale Verlängerung: Operationstechnik

### ERSTE STUFE: Fixation und Osteotomie der Fibula

Eine Schraube zur Fixation der distalen Fibula an der Tibia wird von schräg unten nach oben platziert, um jede Verschiebung des Malleolus während der Prozedur der Verlängerung zu vermeiden.

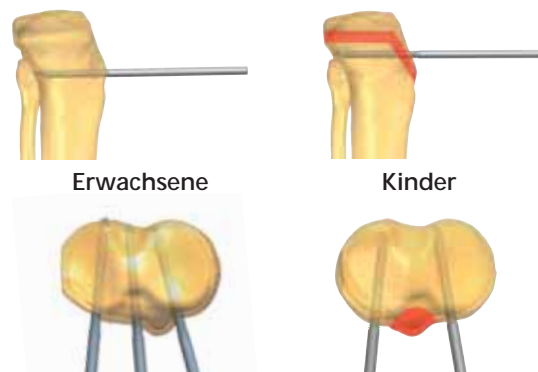


### ZWEITE STUFE: Positionierung der Backen

Die Gelenklinie des Knies und die vordere Tuberositas tibiae müssen durch sorgfältiges Tasten und Bildverstärkung lokalisiert werden. Die Backe wird durch Distanzstücke in einem Abstand zur Haut von ca. 20 mm gehalten. Die T-Garches Backe muss parallel zur äußeren Oberfläche der Tibia und in der Koronarebene platziert werden, da, falls dies nicht geschieht, eine exakte Korrektur in der erwünschten Ebene nicht möglich ist.

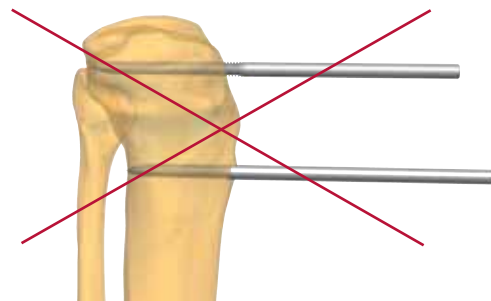


Die obere Kante der T-Garches Backe sollte in solcher Art und Weise platziert sein, dass die Feststellschraube der Backe auf demselben Niveau liegt wie die Osteotomiestelle, d.h. genau unter der Tuberositas tibiae. Wenn die obere Kante der T-Backe bei Kindern geplant wird, sollte der Arzt daran denken, dass die Schrauben unter der Wachstumsfuge angebracht werden müssen.



### Es sollte besonders beachtet werden:

1. Die Schrauben nicht zu hoch zu platzieren, denn es besteht sonst das Risiko, dass die Schrauben in das Gelenk eindringen oder, bei Kindern, die Wachstumsfuge beschädigen könnten.
2. Zu niedrig anzusetzen, wodurch die Osteotomie eher diaphysär als metaphysär würde.



Sobald die T-Garches Backe korrekt platziert ist, sollte sie temporär an der Tibia durch einen Kirschnerdraht, der durch die Bohrung oberhalb der Feststellschraube der Backenachse geführt wird, verankert werden. Die korrekte Position sollte sodann durch Röntgenaufnahmen bestätigt werden.

Diese Backe muss in einem Abstand von 20 mm vom Knochen platziert werden (niemals größer als 30 mm). Die Benutzung des Distanzhalters ist notwendig für die korrekte Platzierung der Backe. Nun wird die Schiene eingerichtet, sodass sie parallel zur tibialen Vorderkante liegt. Sie muss denselben Abstand zum Knochen haben wie die T-Garches Backe. Die Feststellschraube des Zielgeräts wird dann festgezogen.



#### DRITTER SCHRITT: Schraubenapplikation

Zuerst wird die proximale Schraube appliziert. Für maximale Stabilität sollten immer drei Schrauben verwendet werden, wobei das neurovaskuläre Bündel hinter der proximalen Tibia beachtet werden muss. Die beiden äußeren Schrauben sollten, wenn möglich, mit minimaler Konvergenz appliziert werden. Das Setzen der Schrauben sollte unter Bildverstärkung durchgeführt werden, um eine adäquate Penetration des Knochens zu sichern. Bei Kindern darf die mittlere Schraube nicht in die Vorrichtung einbezogen werden, da diese die Wachstumsfuge in der Tuberositas tibiae beschädigen würde. Die diaphysären Schrauben werden dann im rechten Winkel zur anatomischen Achse platziert. Der Kirschner-Draht und die Gewebeschutzhülsen werden entfernt, und die Backen und die Mutter der Backenachse werden festgezogen.

#### VIERTER SCHRITT: Tibiale Osteotomie

Es soll ein anteromedialer oder anterolateraler perkutaner Zugang gelegt werden. Das Periost wird unmittelbar unter der Tuberositas tibiae und an allen Flächen, an denen die Osteotomie vorgenommen wird, abgelöst. Dann wird die Osteotomie auf dem Niveau der Feststellschraube der Backe vorgenommen, unmittelbar unter der Insetion der Patellarsehne. Die Knochensegmente werden zwei oder drei Millimeter durch die Kompressions-/Distractionseinheit (eine Drehung im Uhrzeigers = 1 mm) distrahert, um zu überprüfen, ob die Osteotomie komplett ist. Der Spalt kann sorgfältig mit einem flachen, stumpfen Instrument sondiert werden, oder alternativ kann der Fixateur entfernt und die Fragmente sanft manipuliert werden. Danach wird der Fixateur wieder angelegt. Die Feststellschraube der geraden Backe wird dann festgezogen. Der Wundverschluss geschieht durch Vernähen des Periosts und der Haut.



Anmerkung: Während der Distraction sollte die Belastung auf 30% Teilbelastung begrenzt werden.



## Korrektur der Varus oder Valgus Abweichung

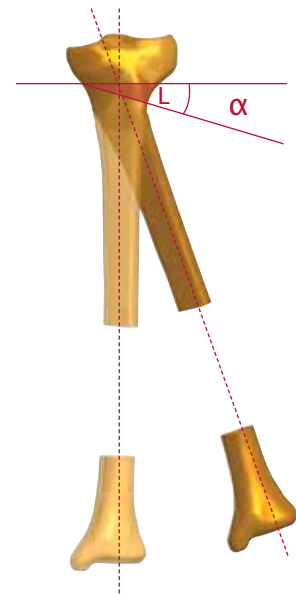
### Graduelle Korrektur

Eine angulare Abweichung (Tibia valga, Tibia vara) kann mit diesem Modul graduell korrigiert werden. Die Applikationstechnik ist exakt dieselbe wie die für eine tibiale Verlängerung benutzte. Der Arzt sollte präoperativ das exakte Ausmaß der Deformität ( $L$ ) bestimmen.

Die fibulare Osteotomie sollte vorgenommen und eine komplette tibiale Osteotomie durchgeführt werden. Der Kompressions-/Distractions-Klicker wird wie in Abb. (a) gezeigt platziert.

Die Warteperiode vor dem Beginn der Distraction ist normalerweise zehn Tage bei Erwachsenen, und etwa 3 Tage weniger bei Kindern und Patienten mit schnelleren Ossifikations-Zeiten.

Mit **FESTGEZOGENER** Feststellschraube der **Backenachse** und **GELÖSTER** Verriegelungsschraube der **geraden Backe** wird dann der Osteotomiespalt graduell nach den Prinzipien der Kallotasis (b) bis zu einer Strecke, die gleich dem Abstand  $L$  ist distrahiert (siehe Abb. rechts).



(a)



(b)

Sobald diese initiale Distraction ausgeführt ist, wird die **Verriegelungsschraube der geraden Backe** **FESTGEZOGEN** und die **Advanced T-Garches** Kompressions-/Distractionseinheit von ventral in die T-Garches gesteckt. (Siehe dazu die Abb. c). Daraufhin wird die **Feststellschraube der Backenachsen** **GELÖST** und die Distraction mit einem Maß von 1/4 Umdrehung viermal täglich durchgeführt. Sobald die Kompressions-/Distractionseinheit wieder um den Abstand  $L$  ausgefahren wurde, sollte die angulare Deformität korrigiert sein (d).

Nachdem die Korrektur erreicht wurde, wird die **Feststellschraube der Backenachsen** festgezogen. Eine unterstützte Teilgewichtsbelastung von 30% des Körpergewichts wird während der Verlängerungsperiode empfohlen.



(c)



(d)

## Anwendung der Advanced Ring Kupplung

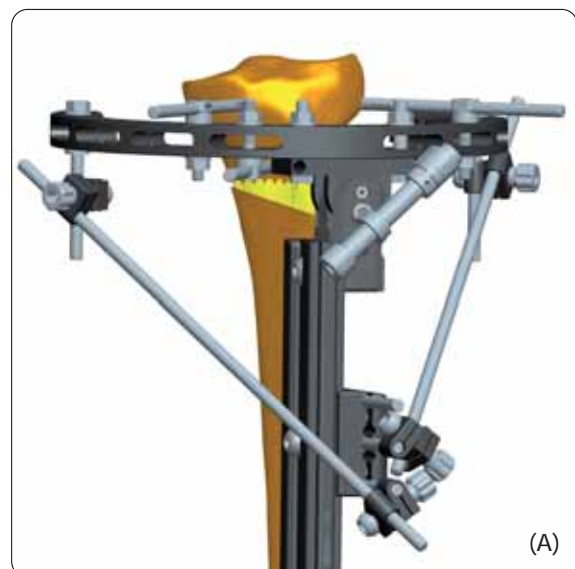
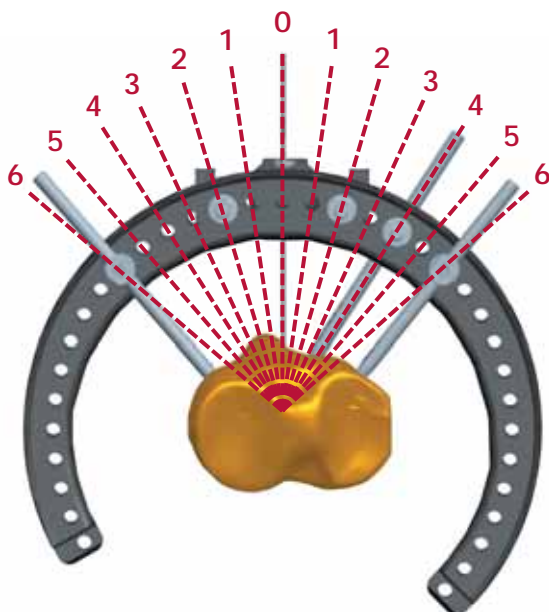
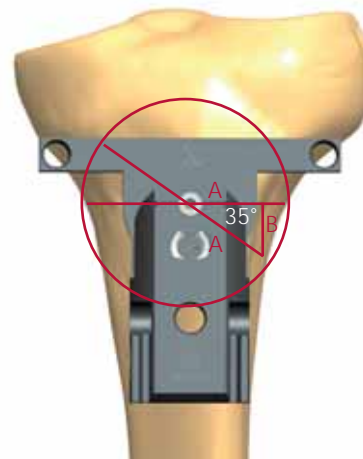
Die Ringkupplung verbindet das LRS adv. System mit einem Ringfixateur; zum Beispiel aus dem Sheffield oder True/Lok System.

Diese Backe wurde nicht für Verlängerungsprozeduren entwickelt und sollte niemals mit den Kräften der Verlängerung beansprucht werden. Sie kann benutzt werden für graduelle oder akute angulare Korrekturen in einer Ebene, solange mindestens 3 voneinander unabhängige einzelnen Schrauben in den Ring appliziert wurden, um somit eine ausreichende Stabilität zu garantieren.

Üblicherweise kommt das Rail an der Tibia in antromedialer Richtung – und am Femur von lateraler Richtung zu liegen.

Die Osteotomie wird auf dem Niveau des Gelenks durchgeführt. Das Maximum an erlaubter Korrektur am Gelenk ist  $35^\circ$ . Die Osteotomiestelle sollte vor jeder angularen Korrektur distrahiert werden. Stangen können nach der graduellen Korrektur hinzugefügt werden, um somit eine frühe Gewichtsbelastung zu erlauben (siehe Kasten (a)).

Die Ringe sollten mit mindestens 3 gespannten Kirschnerdrähten und / oder Kortikalisschrauben besetzt sein. Der optimale Kreuzungswinkel von mindestens  $60^\circ$  sollte eingehalten werden.



## Anwendung der Advanced Zielgeräte zur akuten Korrektur

### Akute Korrektur

Die Zielgeräte zur akuten Korrektur wurden entwickelt um eine exakte Platzierung der beiden Schraubengruppen zu erlauben. Sie dürfen niemals als dauerhafte Backen genutzt werden.

Die Zielgeräte ermöglichen die Pingruppen als „Kopie“ der Fehlstellung – also jeweils im 90°-Winkel zur Segmentachse zu setzen. Wenn dies geschehen ist, werden nach der Osteotomie die beiden Pingruppen in gerade Backen gebraucht – und korrigieren damit die Fehlstellung akut.

Das Ausmaß, in dem eine Deformität risikofrei akut korrigiert werden kann hängt von der Stelle und dem potentiellen Effekt ab, den die Korrektur auf die lokale Weichteilspannung haben könnte.

### Allgemeine Grundsätze

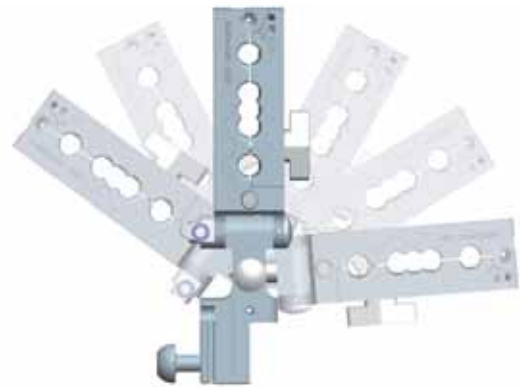
Diese Zielgeräte wurden entwickelt, um die exakte Schraubenplatzierung in jedem Knochensegment beiderseits des Apex einer Deformität zu erlauben. Die Kortikalisschrauben werden rechtwinklig zu den anatomischen Achsen der relevanten Knochensegmente appliziert. Eine Osteotomie wird – wie gewohnt - am Apex der Deformität durchgeführt. Dann werden die Zielgeräte entfernt und die Extremität so manipuliert, dass die zwei Pingruppen in die geraden LRS Backen eingesetzt werden können. Die präoperative Planung wird entscheiden, ob eine Deformität durch eine einzige Osteotomie (monofokal) oder an zwei Stellen (bifokal) beseitigt werden kann. In einer komplexen monofokalen Deformität sollten sowohl Angulation wie auch Torsion akut und simultan korrigiert werden; die Länge kann dann graduell in Übereinstimmung mit den Prinzipien für Verlängerung durch die Kallotasis korrigiert werden.



ADV Zielgerät zur akuten Korrektur mit T-Garches (14332)



ADV Zielgerät zur akuten Korrektur mit T-Backe (14334)



ADV Zielgerät zur akuten Korrektur mit gerader Backe (14333)

### Vorsichtsmaßnahmen bei der akuten Korrektur

Als allgemeine Regel gilt, dass nahezu alle akuten Korrekturen im Femur möglich sind, dass aber Vorsicht geboten ist bei Deformitäten der proximalen Tibia.

Für größere femorale und proximale Tibiadeformitäten ist die graduelle Korrektur die vorzuziehende Methode. Die sorgsame Berücksichtigung der Weichteilverhältnisse ist enorm wichtig, insbesondere hinsichtlich des Peronäusnervs an der proximalen Tibia.

Exploration und Entspannung des N. Peroneus communis könnten erforderlich sein. Distale tibiale Korrekturen neigen weniger zu Problemen, aber es sollte darauf geachtet werden, dass der Nervus peroneus nicht übermäßig gestreckt wird. Die graduelle Korrektur mit einem zirkulären oder monolateralen Rahmen könnten die risikoärmere Prozedur sein. Im Femur gibt es solche neurovaskulären Nebenbedingungen für die akute Korrektur nicht. Jedoch hat die Korrektur von Torsionsdeformitäten am distalen Femur einen Effekt auf die Führung der Patella. Um jeder Fehlführung vorzubeugen, ist es sicherer, die Korrektur einer torsion im proximalen Femur durchzuführen. Eine sorgfältige präoperative Planung ist notwendig um optimale Resultate zu erhalten.

### Zielgeräte

Deformitäten in der frontalen und der sagittalen Ebene werden mit dem Winkelmesser auf einer geeigneten Röntgenaufnahme gemessen. Eine LRS Schiene wird mit einem Zielgerät und einer geraden Backe vorbereitet. Die Feststellschrauben der zwei Gelenke des Zielgerätes werden gelockert, und die zuvor ausgemessene Deformität in beiden Ebenen auf das Zielgerät zu übertragen. Anschließend werden die Feststellschrauben wieder festgezogen. Die Vorrichtung ist nun so eingestellt, dass sie die Deformität des Knochens darstellt.

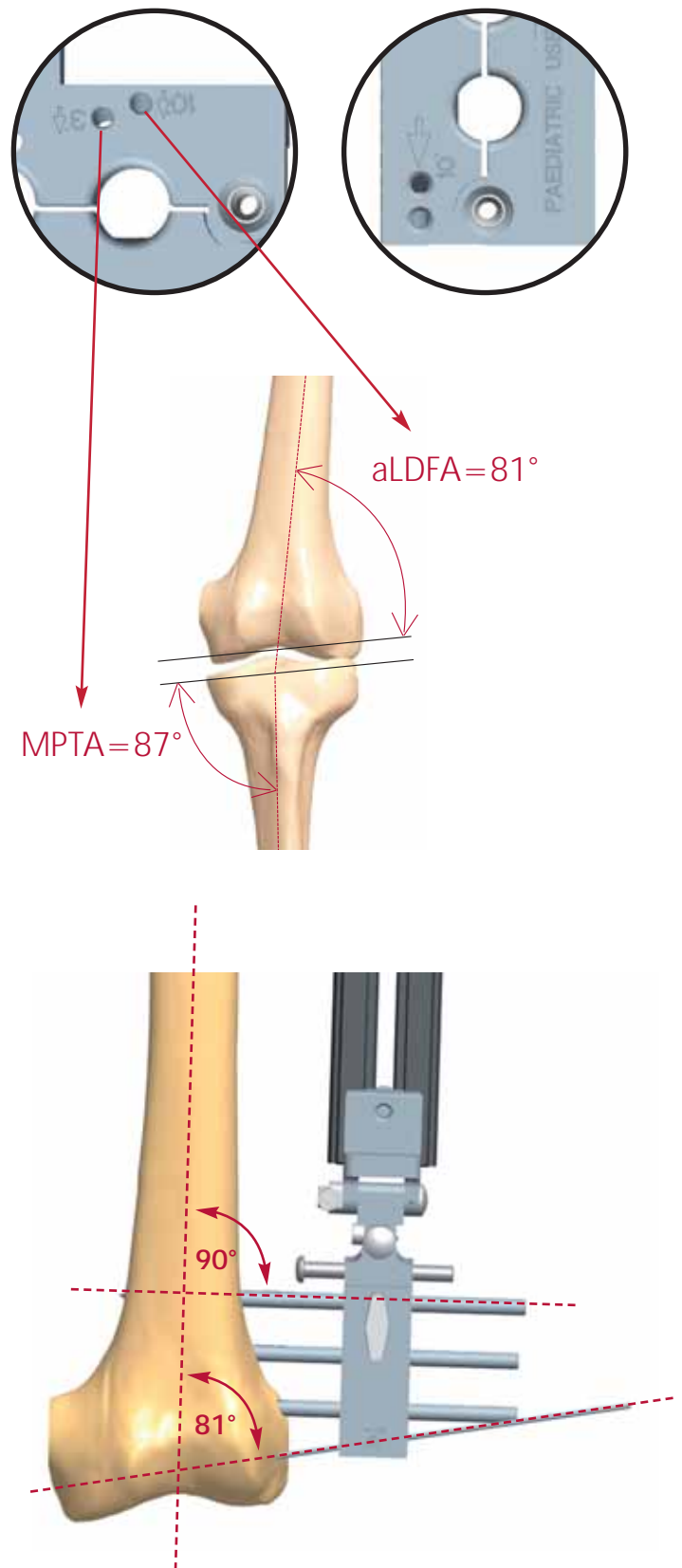
Diese Zielgeräte können auch anstelle der geraden Backe auch mit einem Zielgerät zur akuten Torsionskorrektur kombiniert werden.

In dem ADV Zielgerät zur akuten Korrektur mit T-Backe sind zwei Bohrungen markiert, bei jeweils 3° und bei 10°.

Sobald ein K-Draht parallel zur Gelenkfläche appliziert und in der entsprechenden Bohrung platziert wurde (3° in der Tibia und 10° im Femur), werden die Schrauben automatisch im rechten Winkel zur anatomischen Achse stehen.

In dem ADV Zielgerät zur akuten Korrektur mit gerader Backe ist nur eine Bohrung von 10° ausgeführt.

*Anmerkung: Die Backen sind so konstruiert, dass sie sowohl für die rechte wie für die linke Extremität verwendet werden können. Bei der Applikation des K-Drahts vergewissern Sie sich, dass Sie die Bohrung benutzen, die durch einen Pfeil auf der Rückenseite zum Chirurgen hin gekennzeichnet ist*

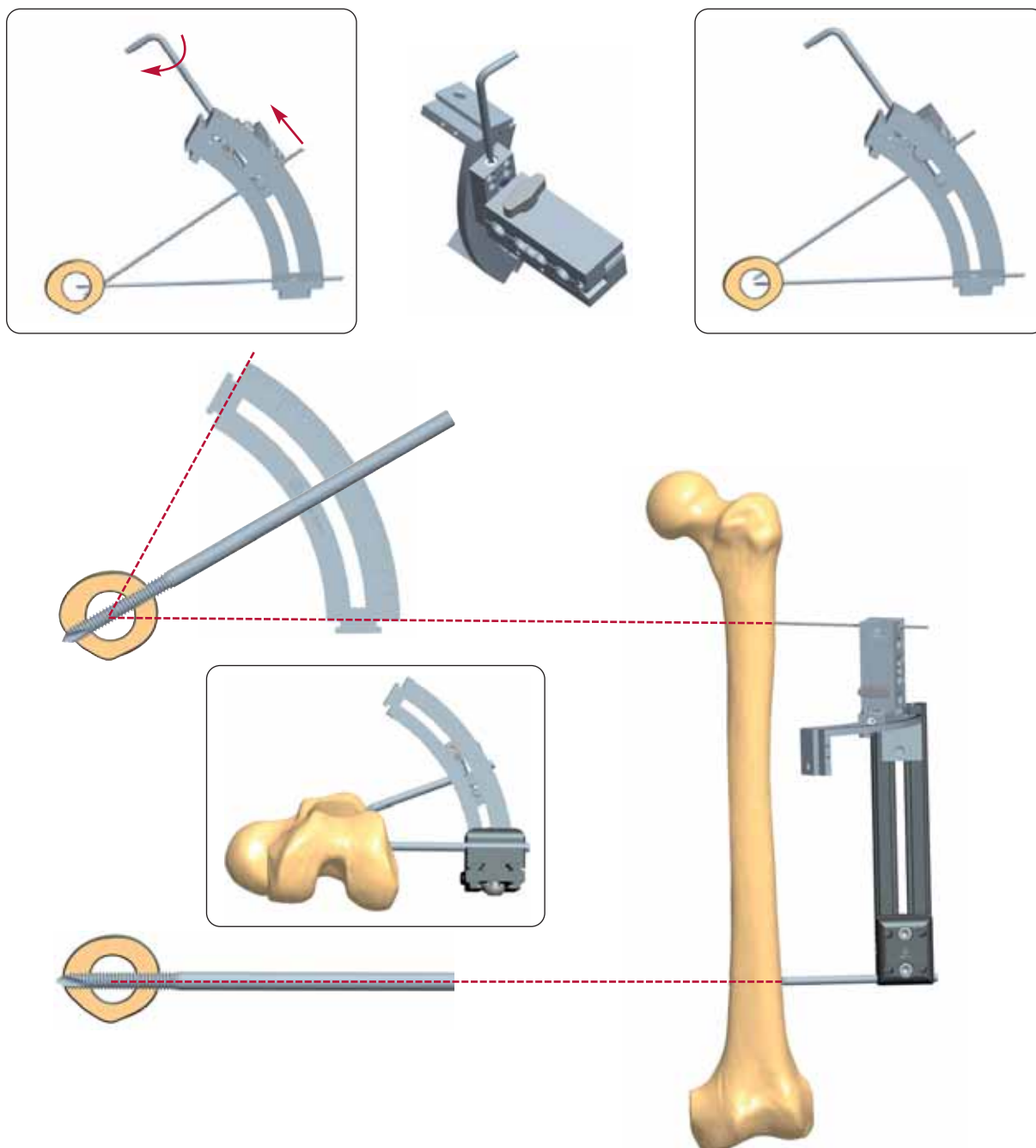


### Zielgeräte zur akuten Torsionskorrektur

Eine Torsionsdeformität kann korrigiert werden, indem man zwei Pingruppen um den - zuvor ausgemessenen - Winkel versetzt zu einander in den Knochen einbringt. Die Kortikalisschrauben werden rechtwinklig zu den anatomischen Achsen der relevanten Knochensegmente appliziert. Eine Osteotomie wird – wie gewohnt – am Apex der Deformität durchgeführt. Danach werden die Zielgeräte entfernt und die Extremität so manipuliert, dass die zwei Pingruppen in die geraden LRS Backen eingesetzt werden können. Es ist möglich, wenn nötig, diese akute Korrektur mit einer Verlängerung zu kombinieren.

Die Schrauben müssen präzise eingesetzt werden, sodass sie jeweils durch die Knochenmitte verlaufen. Um dies zu erreichen muss die LRS Schiene einen

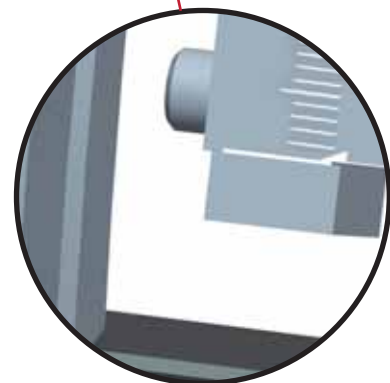
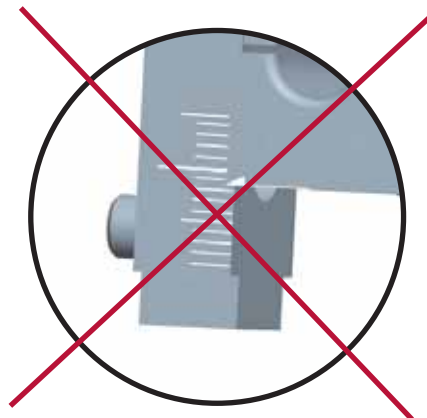
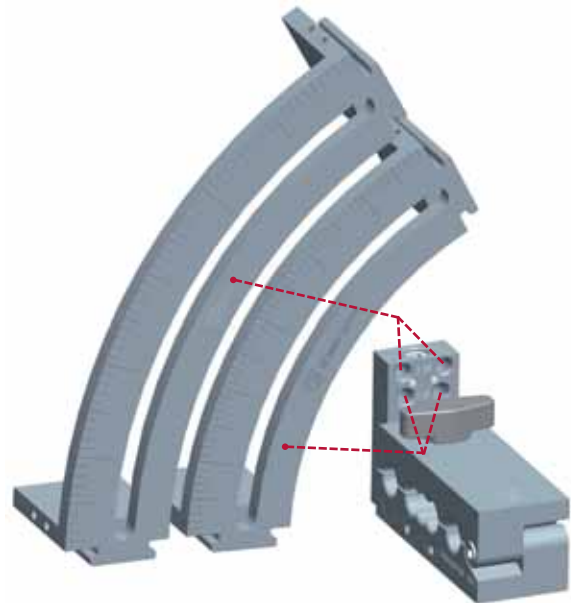
Abstand von der Knochenmitte haben, der dem Radius des ausgewählten Bogens entspricht. Wenn der Abstand zwischen Schiene und Knochen nicht dem des Radius des ausgewählten Bogens entspricht, kann es nach der Osteotomie zu einer erheblichen Translation zwischen den beiden Knochensegmenten kommen. Um dieses zu vermeiden kann die Backe entlang der Bogentangente durch Drehen eines Gewindebolzens bewegt werden. Dies erlaubt eine exakte Positionierung der Kortikalisschrauben in der Knochenmitte.



### Die Montage der Zielgeräte zur akuten Torsionskorrektur

Der Bogen wird auf die Schiene aufgeschoben und kann auf ihr in jede gewünschte Position gleiten, dabei ist zu beachten, dass der Bogen zum Patienten zeigt. Beachten Sie, dass der Bogen zum Patienten zeigt. Diese sind paarweise angeordnet, um eine rechts- oder linksseitige Anbringung der beiden Bogengrößen an der Schiene zu erlauben. Das Zielgerät wird wie folgt montiert:

1. Die Größe der Zielgeräte wird durch Messung des Abstands mit einem K-Draht perkutan zwischen der Knochenmitte und der Position der Backen außerhalb der Hautoberfläche ausgewählt. Der entsprechende Bogen wird angebracht und an der Schiene befestigt, sodass er zum Patienten zeigt. Die Zielgerätebacke wird flach auf der Schiene platziert, wobei der Zapfen in der Aussparung am Bogen einrastet. Bevor die Backe am Bogen angebracht wird, versichern Sie sich, dass der Pfeil mit der Markierung auf der Basis übereinstimmt.
2. Die Feststellschraube wird in die entsprechende Gewindebohrung, die mit dem korrekten Radius für den ausgewählten Bogen beschriftet ist, eingesetzt und festgezogen. Stellen Sie sicher, dass die Zielgerätebacke flach auf der Schiene aufliegt, wenn die Schraube festgezogen wird.
3. Nun wird die Schraube so weit gelöst, dass die Zielgerätebacke in die korrekte Position zur Applikation der Schrauben um den Bogen rotieren kann. Die Unterkante der Backe sollte der ausgewählten Grad-Markierung auf dem Bogen gegenüber liegen, in diesem Falle 25°.



### Beispiel für die Anwendung Achskorrektur plus Torsionskorrektur

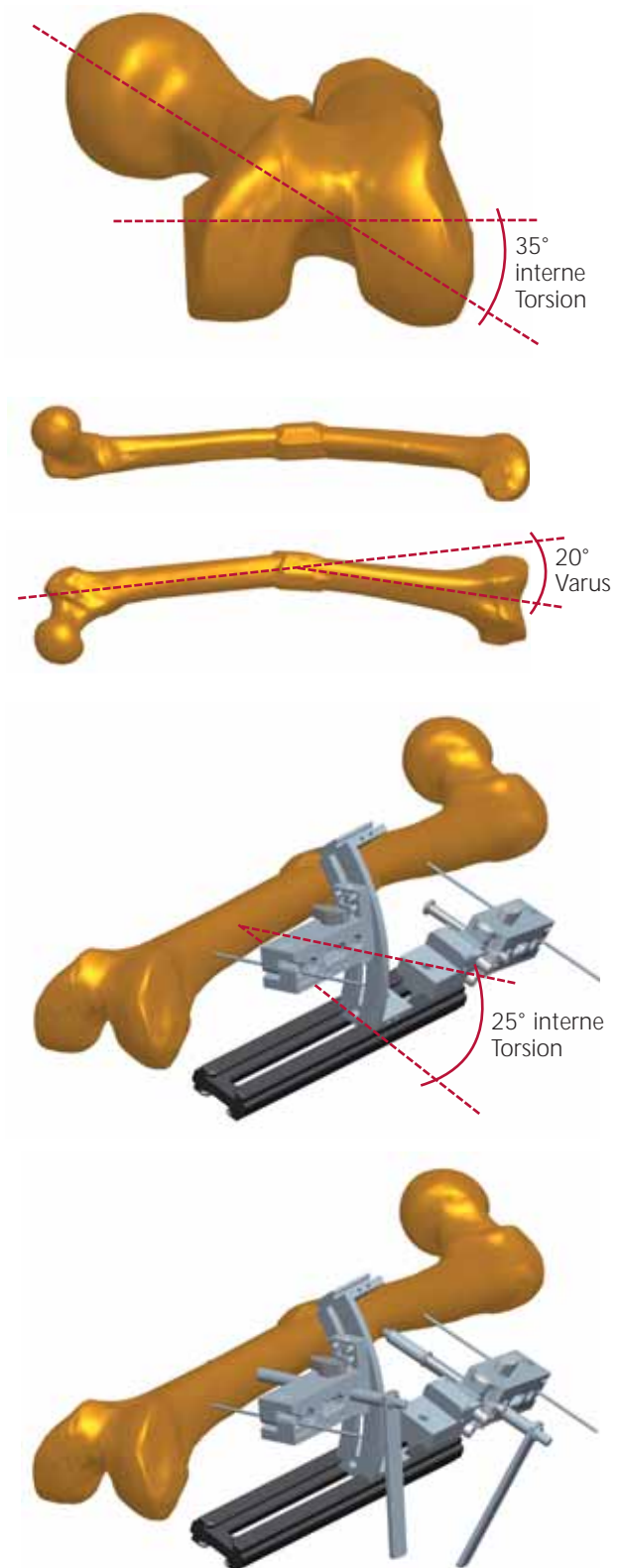
In dem unten stehenden Beispiel soll eine Deformität bestehend aus einem 20° Varus und einer 35° internen Torsionsfehlstellung im linken Femurschaft akut korrigiert werden.

Die Deformitäten in der Frontal- und der Sagitalebene werden auf geeigneten Röntgenbildern mit einem Winkelmesser ausgemessen. Die Torsion wird klinisch oder anhand von CT Aufnahmen bewertet.

In diesem Fall wurde proximal das Zielgerät zur Achskorrektur (Varus) platziert und distal das Zielgerät zur Torsionskorrektur. Auf die Wahl des passenden Radius sei nochmals hingewiesen. Mit einem Hautstift wird das Niveau des Apex der Deformität und die vorhergesehenen Stellen für Schraubenapplikation markiert. Das Gelenk des Zielgerätes sollte der Deformität gegenüberliegen. Der Trokar wird benutzt, um gemeinsam mit einer Gewebeschutzhülse den korrekten Sitz der Kortikalisschrauben (rechtwinklig zu den anatomischen Achsen der entsprechenden Knochensegmente) zu überprüfen.

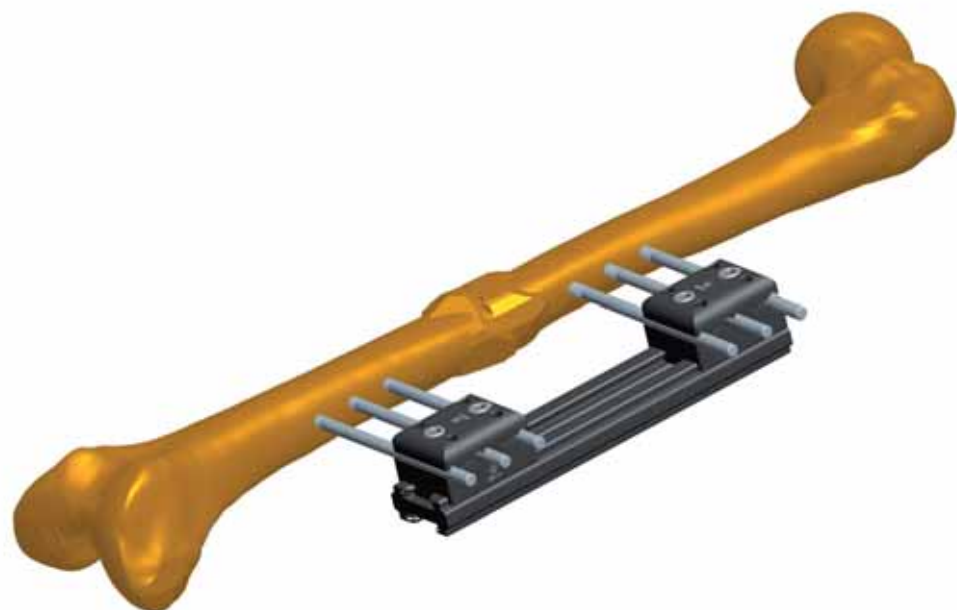
Eine Osteotomie wird – wie gewohnt - am Apex der Deformität durchgeführt.

Dann werden die Zielgeräte entfernt und die Extremität so manipuliert, dass die zwei Pingruppen in die geraden LRS Backen eingesetzt werden können.



**Anmerkung:**

Falls die Achskorrektur einen Wert von  $20^\circ$  überschreitet, ist es ratsam, die notwendige Verlängerung an einer separaten Osteotomiestelle vorzunehmen, wobei zuvor eine längere Schiene und eine dritte Backe montiert werden sollten.





## REFERENZEN

### *Kallotasis*

- Aldegheri R., De Bastiani G., Renzi Brivio L. Allungamento diafisario dell'arte inferiore (studio di 78 casi). *Chir Organi Mov* 1985; 70: 111-19
- Aldegheri R, Trivella G, Renzi Brivio L, Tessari G, Agostini S, Lavini F. Lengthening of the Lower Limbs in Achondroplastic Patients: a comparative study of four techniques. *J Bone Joint Surg [Br]* 1988; 70-B (1): 69-73.
- Aldegheri R., Renzi Brivio L., Agostini S. The Callotasis method of Limb Lengthening. *Clin Orthop.* 1989; 241: 137-145.
- Aldegheri, R.: Allongement chirurgical dans l'achondroplasie. *Rev. Chir. Orthop.*, 1991; 77 (Supp 1): 70-71,
- Aldegheri, R., and Agostini, S.: A chart of anthropometric values. *J. Bone and Joint Surg [Br]*. 1993; 75-B (1): 86-88.
- Aldegheri, R.: Femoral callotasis. *J. Pediat. Orthop.*, 1997; 6-B: 42-47
- Aldegheri R. Distraction Osteogenesis for Lengthening of the Tibia in Patients Who Have Limb-Length Discrepancy or Short Stature. *J Bone Joint Surg (Am)* 1999; 81-A (5): 624-34.,
- Bhave A, Paley D, Herzenberg JE. Improvement in gait parameters after lengthening for the treatment of limb-length discrepancy. *J Bone Joint Surg [Am]*. 1999; 81-A (4): 529-34.
- Busetto R., De Bastiani G., Giannoccaro A., Boccanera L., Renzi Brivio L., Lavini F. Studio morfologico del callo osseo durante osteogenesi riparativa in corso di distrazione con fissatore esterno assiale (F.E.A.) nella pecora. Comunicazione alla Società Italiana delle Scienze Veterinarie, 1988.
- De Bastiani G., Aldegheri R., Renzi Brivio L., Trivella G. Limb Lengthening by Callus Distraction: Callotasis. *J. Paediatr. Orthop.* 1987; 7 (2): 129-134.
- Giebel G. In *Callus Distraction: Clinical Applications*. 1992. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
- Gonzalez FL, Arevallo RL, Coretti SM, Labajos VU, Rufino BD. Pulsed Electromagnetic Stimulation of Regenerate Bone in Lengthening Procedures. *Acta Orthop Belg* 2005; 71: 571 - 6
- Hatzokos I, Drakou A, Christodoulou A, Terzidis I, Pournaras J. Inferior Subluxation of the Fibular Head Following Tibial Lengthening with a Unilateral External Fixator *J Bone Joint Surg* 2004; 86-A (7):1491 – 6
- Inoue N, Ohnishi I, Chen D, Deitz LW, Schwardt JD, Chao EYS. Effect of pulsed electromagnetic fields (PEMF) on late-phase osteotomy gap healing in a canine tibial model. *J Orthop Res* 2002, 20: 1106–1114
- Kojimoto H., Yasui N., Goto T., Matsuda S., Shimomura Y. Bone lengthening in rabbits by callus distraction. *J. Bone Joint Surg.* 1988 ; 70-B: 543-549.
- Kojimoto H., Yasui N., Sasaki K., Shimizu H., Shimomura Y. Blood supply after transverse osteotomy in experimental bone lengthening by callus distraction. From: 13th International Conference on Hoffman External Fixation - May 1989.
- Pouliquen J. C., L'Anglais J., Ceolin J.L., Pauthier F. The use of the Dyna-ring in lengthenings of the lower limb. Presented at the second Riva Congress on Current Perspectives in External and Intramedullary Fixation, Riva del Garda, Italy, 27-31 May 1992.
- Saleh M., Burton M. Leg Lengthening: Patient Selection and Management in Achondroplasia. *Orthopaedic Clinics of North America*, (1991), 22:589-599.
- Saleh M., Flowers M.J. Bifocal Comment article "Limb Lengthening". *Current Medical Literature. Orthopaedics*, (1994), 7 (3): 71-73.
- Saleh M., Hamer A. Bifocal lengthening - preliminary results. *J. Paed. Orthop.* 1993; 2-B: 42-48.
- Trivella G and Aldegheri R. Surgical Correction of Short Stature. *Acta Paed Scand [Supp]* 1988; 347: 141 - 6
- Trivella G, Brigadoi F, Aldegheri R. Leg Lengthening In Turner Dwarfism. *J Bone Joint Surg [Br]* 1996;78-B (2): 290-3.
- Williams P, Kyberd P, Simpson H, Kenwright J, Goldspink G. The morphological basis of increased stiffness of rabbit tibialis anterior muscles during surgical limb-lengthening *J. Anat.* (1998) 193, 131-138
- Yasui N, Kawabata H, Nakanishi H. Bilateral and Bifocal Lengthening in the Tibia and the Femur using a Segmental Slide Lengthener. *Int J Orthop Tr* 1993; 3 (3): 87-88

### *Extremitätenrekonstruktion*

- Biermann J.S., Marsh J.L., Nepola J.V., Lavini F., Renzi Brivio L. Unilateral Bone Transport System for Segmental Deficiency of Bone. Presented at the American Academy of Orthopaedic Surgeons, Anaheim, California 7-12 March 1991.
- Bohler L. The Treatment of Pseudoarthrosis. In: *The Treatment of Fractures*. Vienna, Wilhelm Maudrich, 1929, 23-28.
- Charnley G., Baker S.L. Compression Arthrodesis of the knee. A clinical and histological study. *J. Bone Joint Surg.* (1952), 34-B: 187-199.
- Colchero R.F., Orst G., Vidal J. La scarification, son intérêt dans le traitement de l'infection ostéo-articulaire chronique fistulisée à pyogènes. *Int. Orthop*, 1982, 6 (4): 263-271.
- Donnan LT, Saleh M. Monolateral external fixation in paediatric limb reconstruction. *Current Orthopaedics*, (1998), 12: 159-166.
- Donnan LT, Saleh M, Rigby AS. Acute correction of lower limb deformity and simultaneous lengthening with a monolateral fixator. *J Bone Joint Surg*, 2003; 85-B (2): 254-60.
- Giannikas AK, Maganaris CN, Karski MT, Twigg P, Wilkes RA, Buckley JG. Functional Outcome Following Bone Transport Reconstruction of Distal Tibial Defects *J Bone Joint Surg* 2005; 87-A (1): 145 - 52
- Giebel G. Resektions - Débridement mit kompensatorischer Kallusdistraction. *Unfallchirurg.*, (1991), 94: 401-408
- Giotakis N, Narayan B, Nayagam S. Distraction osteogenesis and nonunion of the docking site: is there an ideal treatment option? *Injury* 2007; (38) Supp 1: S100—S107
- Glowacki J., Mulliken J.B. Demineralised bone implants. *Clin. Plast. Surg.*, (1985), 12: 233.
- Hashmi MA, Ali A, Saleh M. Management of non-unions with mono-lateral external fixation. *Injury* 2001;32: SD30–34
- Lavini F, Renzi Brivio L, Pizzoli A, Giotakis N, Bartolozzi P. Treatment of non-union of the humerus using the Orthofix external fixator. *Injury* 2001;32: SD35–40
- Judet R., Patel A. Muscle pedicle bone grafting of long bones by osteoperiosteal decortication. *Int. Orthop.*, (1972), 87: 74-80.

38. Kreibich D.N., Wells J., Scott I.R., Saleh M. Nonunion Donor site morbidity at the iliac crest: comparison of percutaneous and open methods. *J. Bone Joint Surg.*, (1994), 76-B: 847-848.
39. Marsh DR, Shah S, Elliott J, Kurdy N. The Ilizarov method in nonunion, malunion and infection of fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1997; 79-B: 273-9.
40. Paley D, Catagni MA, Argnani F, Villa A, Benedetti GB, Cattaneo R. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. *Clin Orthop* 1989; 241: 146-65.
41. Paley D, Herzenberg J E, Tetsworth K, McKie J, Bhav A. Deformity planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies. *Orthop Clin N Am* 1994; 25(3):425-65.
42. Ribbans W.J., Stubbs D.A., Saleh M. Non-union surgery. Part II. The Sheffield experience – one hundred consecutive cases. Results and lessons. *Int J Orthop Tr*, (1992), 2: 19-24.
43. Saleh M. External fixation of long bone fractures in children. British Orthopaedic Association Autumn Meeting, Cambridge, 25-27 September 1991 (Abstract in the *J. Bone Joint Surg.*, (1992), 74-B Orthopaedic Proceedings Supplement 2, page 152).
44. Saleh M. Non-union Surgery. Part I. Basic principles of management. *International Journal of Orthopaedic Trauma*, (1992), 2: 4-18.
45. Saleh M. Non-union treated with the Dynamic Axial Fixator: Results presented at the Second Riva Congress on Current Perspectives in External and Intramedullary Fixation, Riva del Garda, Italy, 27-31 May 1992.
46. Saleh M. Bone Grafting Harvesting: a percutaneous technique. *J. Bone Joint Surg.*, (1991), 73-B: 867-868.
47. Saleh M. Editorial - Mini symposium on bone loss. *Current Orthopaedics*, (1994), vol. 8 no 3: 141-143.
48. Saleh M. The management of bone loss. In C. Court-Brown and D. Pennig (eds): *Tibia and Fibula*. Butterworth - Heinemann, 1997: 143-159.
49. Saleh M., Howard A.C. Improving the appearance of pin site scars. *J. Bone Joint Surg.*, (1994), 76-B, 906-908.
50. Saleh M., Meffert R.H., Street R.J. Bifocal Verlängerung der unteren Extremität mit dynamisch-axialer externer Fixation nach der Technik von Vilarubias. *Tagliche Praxis*, (1994), 35 (1): 83-90.
51. Saleh M., Rees A.R. Bifocal surgery for deformity and bone loss - bone transport and compression distraction compared. *J. Bone Joint Surg.*, (1995), 77-B: 429-434.
52. Saleh M., Royston S. Management of nonunion of fractures by distraction with correction of angulation and shortening. *J. Bone Joint Surg.*, (1996), 78-B: 105-109.
53. Saleh M., Street R., Ribbans W.J. Lower limb reconstruction using the Ilizarov technique. British Orthopaedic Association Spring Meeting, Brighton, 24-26 April 1991 (Abstract in the *J. Bone Joint Surg.*, (1991), 73-B Orthopaedic Proceedings Supplement 2, page 188).
54. Sen C, Kocaoglu M, Eralp L, Gulsen M, Cinar M. Bifocal Compression-Distraction in the Acute Treatment of Grade III Open Tibia Fractures with Bone and Soft-Tissue Loss. *J Orthop Trauma*. 2004 18(3):150–157
55. Song HR, Kale A, Park HB, Koo KH, Chae DJ, Oh CW, Chung DW. Comparison of Internal Bone Transport and Vascularized Fibular Grafting for Femoral Bone Defects. *J Orthop Tr* 2003; 17 (3): 203–211
56. Svesnikov A.A., Barabash A.P., Cheplenko T.A., Smotrova L.A., Larionov A. A. Radionuclide studies of osteogenesis and circulation in substitution of large defects of the leg bones in experiment. *Ortop. Travmatol. Protez.*, (1984), 11:33.
57. Trueta J. Muscle contraction and interosseus circulation. *J. Bone Joint Surg.*, (1965), 47-B: 186.
58. PALEY D. and TETSWORTH K.T. Mechanical axis deviation of the lower limbs: Pre-operative planning of uniapical angular deformities of the tibia or femur. *Clin Orthop* 280:48-64, 1992.
59. PALEY D. and TETSWORTH K.T. Mechanical axis deviation of the lower limbs: Pre-operative planning of multiapical frontal plane angular and bowing deformities of the femur and tibia. *Clin Orthop* 280:65-71, 1992.

## ANHANG

### Hydroxyapatit-beschichtete Kortikalisschrauben

Da das LRS mit seinen Kortikalisschrauben über eine längere Zeit am Patienten verbleibt, wird nachdrücklich empfohlen, nur hydroxyapatit-beschichtete Schrauben zu verwenden. Diese reduzieren die Gefahr der Schraubenlockerung und Infektion, und stellen sicher, dass der Fixateur bis zum Ende der Behandlung völlig stabil bleibt. Es gibt eine Vielzahl an Studien, die die Vorteile dieser Schrauben, insbesondere wenn die Behandlung sich über einen längeren Zeitraum erstreckt, bestätigt.<sup>1-7</sup>

### Schraubenapplikation und Pflege der Pineintrittsstellen

Zur Bestimmung der passenden Gewindelänge sollte das Gewinde mit höchstens 2-3 Gewindeumdrehungen auf beiden Seiten des Knochens heraus schauen.

Viele der früheren Komplikationen von externen Fixateuren können darauf zurückgeführt werden, dass die Schrauben entweder nicht parallel eingebracht wurden und / oder mit zu großer Hitze vorgebohrt wurden.

Verwenden Sie bitte nur scharfe Bohrer mit mittlerer Drehzahl und wenig Druck beim Vortrieb.

Die Technik der Schraubenapplikation ist oft entscheidend für die Qualität der Pin-stellen. Wenn die richtige Technik verfolgt wurde und hydroxyapatit-beschichtete Schrauben verwendet wurden, dann sind ernste Probleme mit den Pin-stellen ausgesprochen selten.

## REFERENZEN

### Hydroxyapatit Kortikalisschrauben

1. A Comparison of Hydroxyapatite-Coated, Titanium-Coated, and Uncoated Tapered External-Fixation Pins: An In Vivo Study in Sheep. Moroni, Toksvig-Larsen, Maltarello, Orienti, Stea & Giannini, *J Bone Joint Surg (Am)*, 1998; 80-A (4): 547 - 554
2. Hydroxyapatite coating of threaded pins enhances fixation. Magyar G., Toksvig-Larsen S., Moroni A. *J. Bone Joint Surg (Br)*, 1997; 79-B (3): 487-489.
3. The Effect of Surface Material and Roughness on Bone Screw Stability. Moroni A, Faldini C, V. Chilò, M. Rocca, S. Stea, S. Giannini: *J. Orthop. Trauma*, 1999; 13 (7): 477-482
4. Improvement of the Bone-Pin Interface Strength in Osteoporotic Bone with Use of Hydroxyapatite-Coated Tapered External-Fixation Pins: A Prospective, Randomized Clinical Study Of Wrist Fractures. A. Moroni, C. Faldini, S. Marchetti, M. Manca, V. Consoli & S. Giannini. *J Bone Joint Surg (Am)*, 2001; 83-A (5): 717 - 21
5. Hydroxyapatite-coated external-fixation pins: The Effect on Pin Loosening and Pin-Track Infection in Leg Lengthening for Short Stature. Pizà G, Caja VL, González-Viejo MA, Navarro A. *J Bone Joint Surg [Br]* 2004; 86-B (6): 892-7.
6. Fixation Strength and Pin Tract Infection of Hydroxyapatite-Coated Tapered Pins. Moroni A, Heikkila J, Magyar G, Toksvig-Larsen S, Giannini S. *Clin Orthop* 2001; (388): 209-217
7. State of the Art Review: Techniques to Avoid Pin Loosening and Infection in External Fixation. Moroni A, Vannini F, Mosca M, Giannini S. *J Orthop Tr* 2002; 16 (3):189-195

### Pin Site Infektion

8. DeBastiani G, Aldegheri R, Renzi Brivio L. The treatment of fractures with a dynamic axial fixator. *J Bone Joint Surg [Br]* 1984; 66B: 538-545.
9. Pin Track Infection: Definition, Incidence and Prevention. Checketts R, Otterburn M, MacEachern G. *Int J Orthop Trauma* 1993; 3(3): 16-18
10. Sims M, Saleh M. Protocols for the care of external fixator pin sites. *Prof Nurse* 1996; 11 (4): 261-4.
11. Sims M, Saleh M. External fixation—the incidence of pin site infection: a prospective audit. *J Orthop Nursing* 2000; 4: 59-63.
12. No difference between daily and weekly pin site care: A Randomized Study of 50 Patients with External Fixation. W-Dahl A, Toksvig-Larsen S, Lindstrand A. *Acta Orthop Scand*. 2003 Dec; 74: 704-8.
13. The care of pin sites with external fixation. Davies R, Holt N, Nayagam S. *J Bone Joint Surg [Br]* 2005; 87-B (5): 716-19.

Hergestellt durch: ORTHOFIX Srl  
Via Delle Nazioni 9  
37012 Bussolengo (Verona)  
Italy

Telefon: +39 045 6719000  
Fax +39 045 6719380



**Ihre Vertriebspartner:**

**Deutschland/Österreich  
Orthofix GmbH**

Siemensstr. 5  
85521 Ottobrunn  
Tel.: +49 89 354 99 99 - 0  
Fax: +49 89 354 99 99 - 77

info@orthofix.de