

PRAKTISCHER RATGEBER

ACETABULÄRE REKONSTRUKTION

OVALÄRE PFANNEN MIT UND OHNE
INTRAMEDULLÄRER ZAPFENVERANKERUNG



DANKSAGUNG

Der vorliegende Praktische Ratgeber wurde federführend durch **Prof. Dr. med. Rudolf Ascherl** inhaltlich zusammengestellt und verfasst. Seine jahrzehntelange klinische und wissenschaftliche Erfahrung und Expertise sowie die anregenden Diskussionen haben ganz maßgeblich dazu beigetragen, den Praktischen Ratgeber in dieser Form realisieren zu können.

Die PETER BREHM GmbH sagt Prof. Ascherl herzlichen Dank für seine Geduld während der Umsetzung des Projekts sowie seine stets kompetent fachliche Beratung.

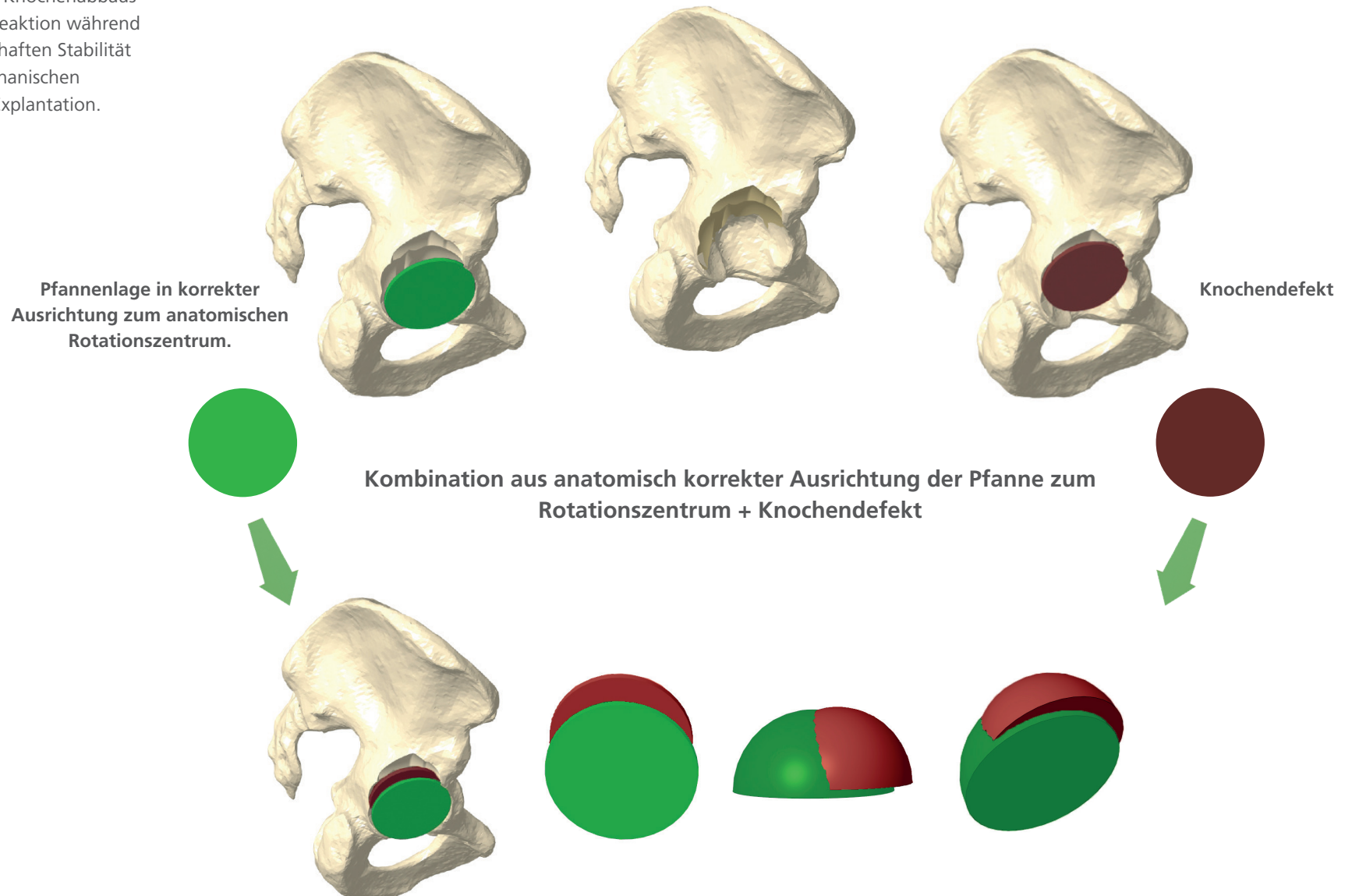
Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Implantat und System	5
2.1 Konzept und Designmerkmale	6
2.2. Instrumentarium	11
2.3. Wesentliche Instrumente kurz erklärt	12
2.3.1. Setzinstrument	12
2.3.2. Nachschläger	13
2.3.3. Setzgerät für Bohrhülse Darmbeinzapfen und Reduzierschraube	14
2.3.4. K-Draht / Reduzierhülse K-Draht / Bohrhülse DBZ	15
2.3.5. Gegenhalter kurz / T-Drehmomentgriff 8 Nm kurz / Bit SW 3,5 lang	16
2.3.6. Ausschlager DBZ	17
3. Wichtige Linien und Landmarken	18
4. Knochendefekte beim Hüftendoprothesenwechsel:	19
Klassifikation und Management	20
4.1. Klassifikation nach Paprosky	21
4.2. Klassifikation nach D' Antonio oder American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS)	22
4.3. Therapeutische acetabuläre Defekt-Klassifikation (ADC)	23
5. Präoperative Diagnostik und Planung	23
5.1. Festlegung / Definition der Orientierung am Becken	24
5.2. Präoperative Statuserhebung, Untersuchung und konventionelle Radiologie des Beckens zur ersten Beurteilung	26
5.3. Bestimmung des Rotationszentrums	28
5.4. Zugangswege, Präparation, Komponentenentfernung	
Welche Möglichkeiten gibt es?	
6. Empfehlungen zur OP-Vorbereitung: Do's and Don'ts	30
7. Operationstechnik	31
7.1. Pfannenpräparation	35
7.2. Intraoperative Bestimmung und Überprüfung der Inklination und Anteversion	37
7.3. Implantation MRS-TITAN® Standard	42
7.4. Implantation MRS-TITAN® Maximum ohne Darmbeinzapfen	43
7.5. Implantation MRS-TITAN® Maximum mit Darmbeinzapfen	46
7.6. Implantation MRS-TITAN® Inlay-Wechsel	
8. Wechsel und Explantation einer MRS-TITAN® Maximum	46
Tipps & Tricks	47
9. Literatur	48
10. Aktuelle Informationen	

1. EINLEITUNG

In der Revisionschirurgie der Hüfte finden sich Defekte am Acetabulum vorwiegend im zentralen und cranialen Abschnitt der Pfanne. Sie sind Folgen des Knochenabbaus durch die feingewebliche Reaktion während der Lockerung, der mangelhaften Stabilität des Knochens und der mechanischen Bearbeitung während der Explantation.

Das Design der **MRS-TITAN® Standard und Maximum** Pfanne orientiert sich an diesen Defekten des Knochenlagers:



2. IMPLANTAT UND SYSTEM

2.1 Konzept und Designmerkmale

Ovaläre Form

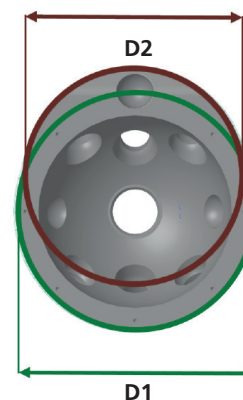
Das Doppelradiusdesign der **MRS-TITAN® Standard und Maximum** entsteht durch die Verschmelzung zweier Halbkugeln mit unterschiedlichen Durchmessern: die kleinere Halbkugel ist cranial, der Durchmesserunterschied der Halbkugeln beträgt 4 mm. Die Größe der Pfanne wird mit dem Durchmesser der größeren Halbkugel – der caudalen Hemisphäre – angegeben.

Beispiel:

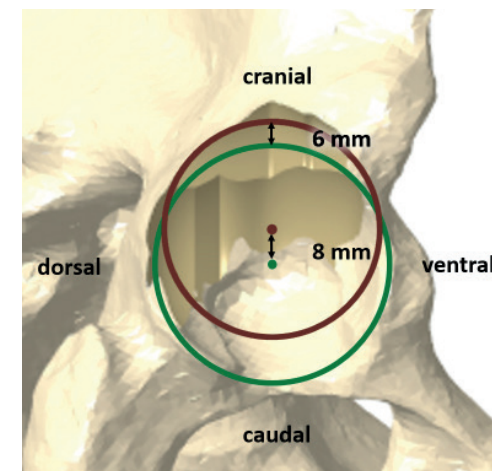
Größe Ø 56 mm:

- Ø caudal 56 mm (D1)
 - Ø cranial 52 mm (D2)
 - Abstand beider Kugelzentren 8 mm
- > Monolithische Augmentation 6 mm
(keine modulare Schnittstelle)

Pfannengrundkörper mit Doppelradius-Design



Versatz der Aussenkontur



Seitliche Darstellung des Doppelradiusdesigns / Innenkontur der Pfanne			
MRS-TITAN® Standard			
MRS-TITAN® Maximum			

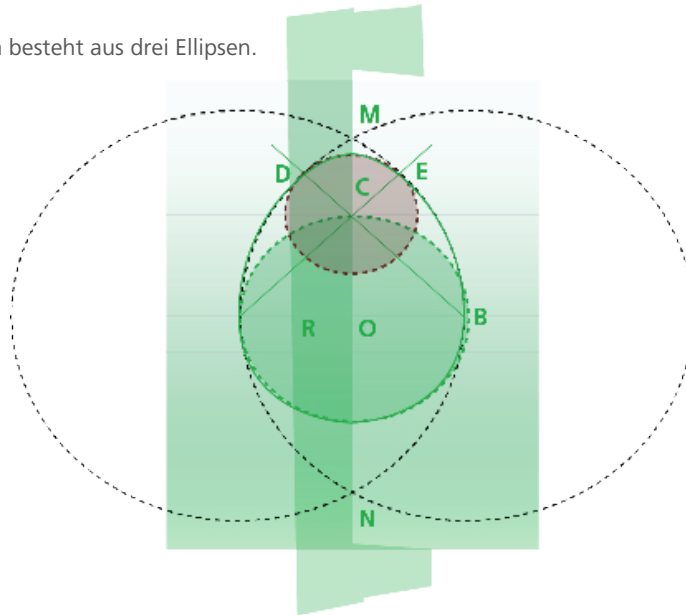
2. IMPLANTAT UND SYSTEM

2.1 Konzept und Designmerkmale

Ovaläre Form:

Die **MRS-TITAN® Standard und Maximum** Pfannen haben an ihrem Grundkörper entlang der Längsachse nur eine Symmetrieebene.

Die **Grundform** besteht aus drei Ellipsen.

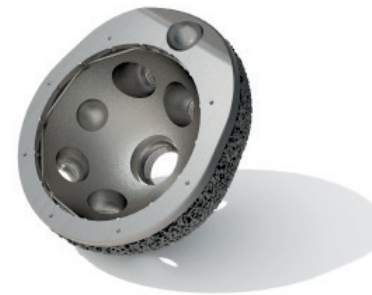


Betrachtung der Symmetrie

Designeigenschaften:

- | ovaläre Form
- | Monoblock
- | Titan (Ti6Al4V) als Werkstoff
- | offen poröse Oberflächenstruktur
- | zementlose Knochenverankerung
- | zusätzliche (erweiterte) Verankerungsoptionen
- | 3D-Druck

MRS-TITAN® Standard



MRS-TITAN® Maximum



Im Hinblick auf die Stabilität des Knochenlagers liegen zwei Formtypen vor (MRS-TITAN® Standard und Maximum).

2. IMPLANTAT UND SYSTEM

2.1 Konzept und Designmerkmale

MRS-TITAN® Standard ist eine zementfreie Press-Fit-Pfanne für „Contained („knöchern umschlossene“) Defekte“ mit jeweils drei zusätzlichen Verschraubungsoptionen in den cranialen und caudalen Polbereichen.

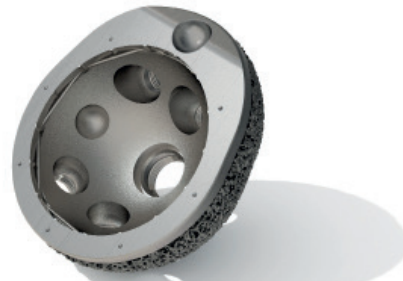
Der Gesamt-Press-Fit wird durch die Größenwahl des Implantates definiert. Um einen Gesamt-Press-Fit von 2 mm zu erreichen, wird die Größe des

Originalimplantats um 2 mm größer als die letzte Acetabulum-Fräsergröße des anatomischen Pfannenrotationszentrums (caudale Hemisphäre – D1) berücksichtigt.

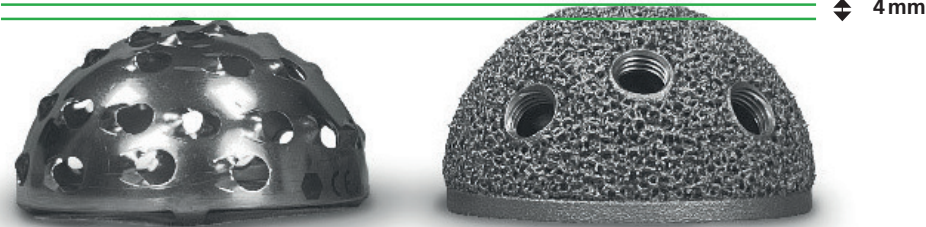
1. Fräsung „D1“ **2 mm** kleiner als geplante Pfannengröße (=> Press-Fit 2mm)
2. Fräsung „D2“ **4 mm** kleiner als Fräsung „D1“
3. Fräsung „D2“ **6 mm** versetzt zu „D1“



Größenbezeichnung = Fräsmaß



Größenbezeichnung = messbare Implantatgröße

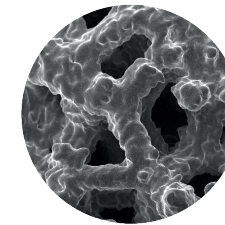


Gegenüberstellung Frästiefe / Implantathöhe

! HINWEIS

Um eine Lateralisierung des Rotationszentrum zu vermeiden, muss mit den Fräsen 4 mm tiefer im Bezug zur Pfanneneingangebene gefräst werden. Achtung: Perforation des Pfannenbodens vermeiden

Press-Fit und Dreipunkt-Verklebung¹



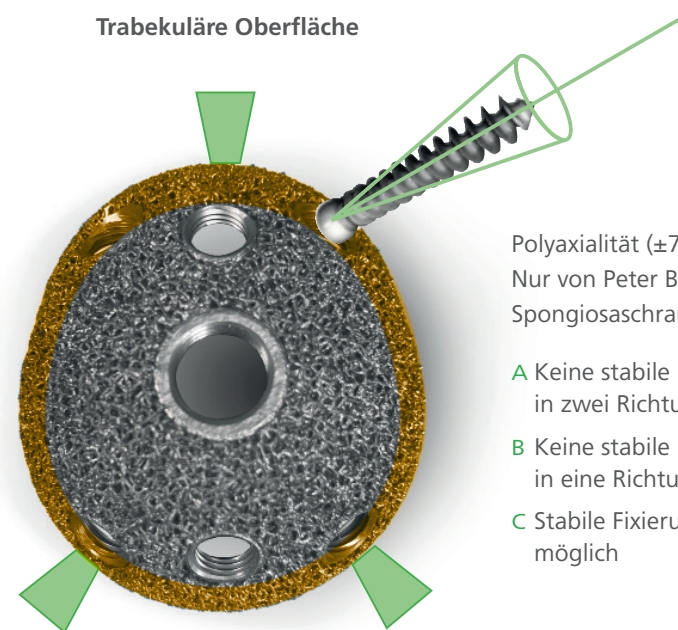
Trabekuläre Oberfläche

Press-Fit



Dreipunktverklebung

Press-Fit



Polyaxialität ($\pm 7,5^\circ$) der Spongiosaschrauben.
Nur von Peter Brehm GmbH freigegebene Spongiosaschrauben verwenden!

- A Keine stabile Fixierung, Verkipfung in zwei Richtungen möglich
- B Keine stabile Fixierung, Verkipfung in eine Richtung möglich
- C Stabile Fixierung, keine Verkipfung möglich

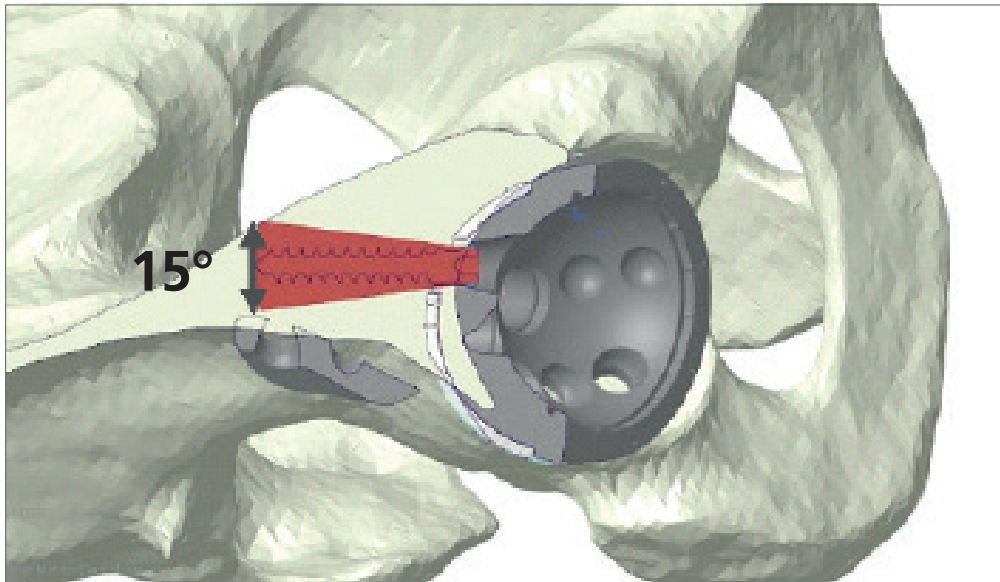


2. IMPLANTAT UND SYSTEM

2.1 Konzept und Designmerkmale

Geschlossene Acetabulumdefekte können nach vorsichtiger Fräsung den MRS-TITAN® Standardpfannen einen wirksamen Press-Fit verleihen. Im cranialen Abschnitt entsteht trotz eines manchmal geringen Überstandes immer noch ein schlüssiger und zuverlässiger Kontakt. Die Fixation im Knochen wird durch die porös offenzellige, raue Oberfläche zusätzlich verstärkt.

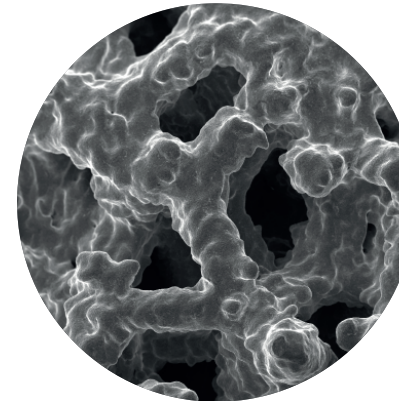
Die Bohrungen ermöglichen den Spongiaschrauben eine Angulation von $\pm 7,5^\circ$.



Angulationsbereich der Spongiaschraube

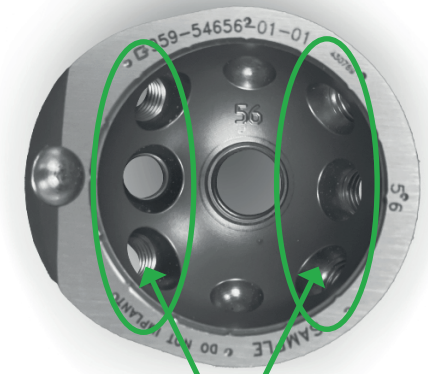


(Titan-) Flachkopf Spongiaschraube
Ø 6,5 mm / SW 3,5

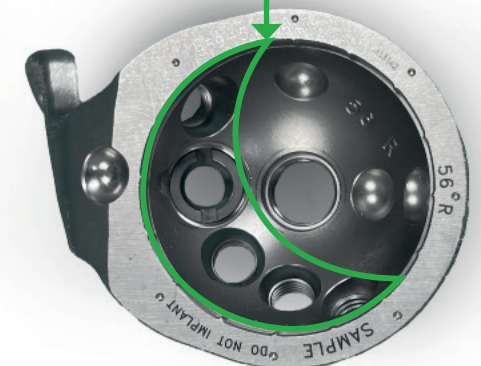


REM-Aufnahme der trabekulären Oberflächenstruktur, Vergrößerung 50-fach.

(Mit freundlicher Genehmigung der IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH).



Transacetabuläre Verschraubungsoptionen



2. IMPLANTAT UND SYSTEM

2.1 Konzept und Designmerkmale

Die **MRS-TITAN® Maximum** Pfanne wird bei ungünstigen, instabilen Acetabulumdefekten eingesetzt. Als zementfrei verankertes Implantat verfügt es über linke und rechte Varianten, um der Anatomie bestmöglich Rechnung zu tragen.

Neben der Fixation mit Pfannenschrauben erfolgt die Verankerung abgestuft über:

- | eine Iliumlasche und
- | einen modularen Darmbeinzapfen (modularer Iliumstiel)



MRS-TITAN® Maximum / RECHTS

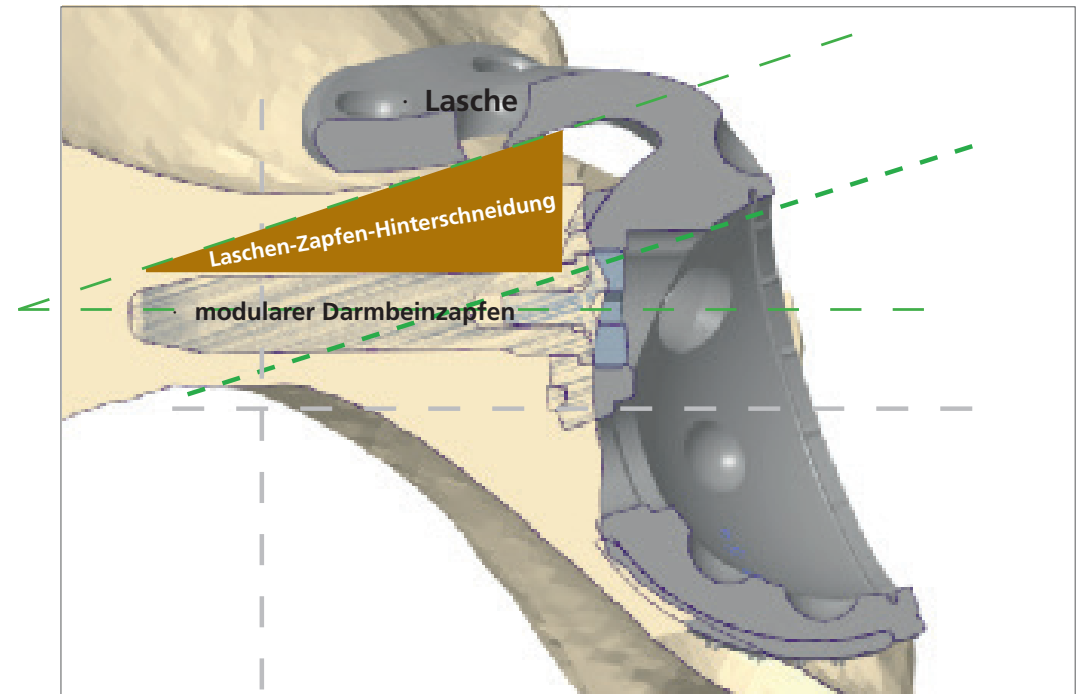


MRS-TITAN® Maximum / LINKS
mit modularem Darmbeinzapfen



30 mm 50 mm 70 mm

Längenübersicht verfügbarer
modularer Darmbeinzapfen



Lasche-Zapfen-Hinterschneidung, seitliche Ansicht

Der modulare Darmbeinzapfen in Kombination mit der Lasche erzeugt eine Hinterschneidung bzw. ein Einklemmen des verbliebenen Knochens am Pfannendach und erzeugt eine hohe Primär und

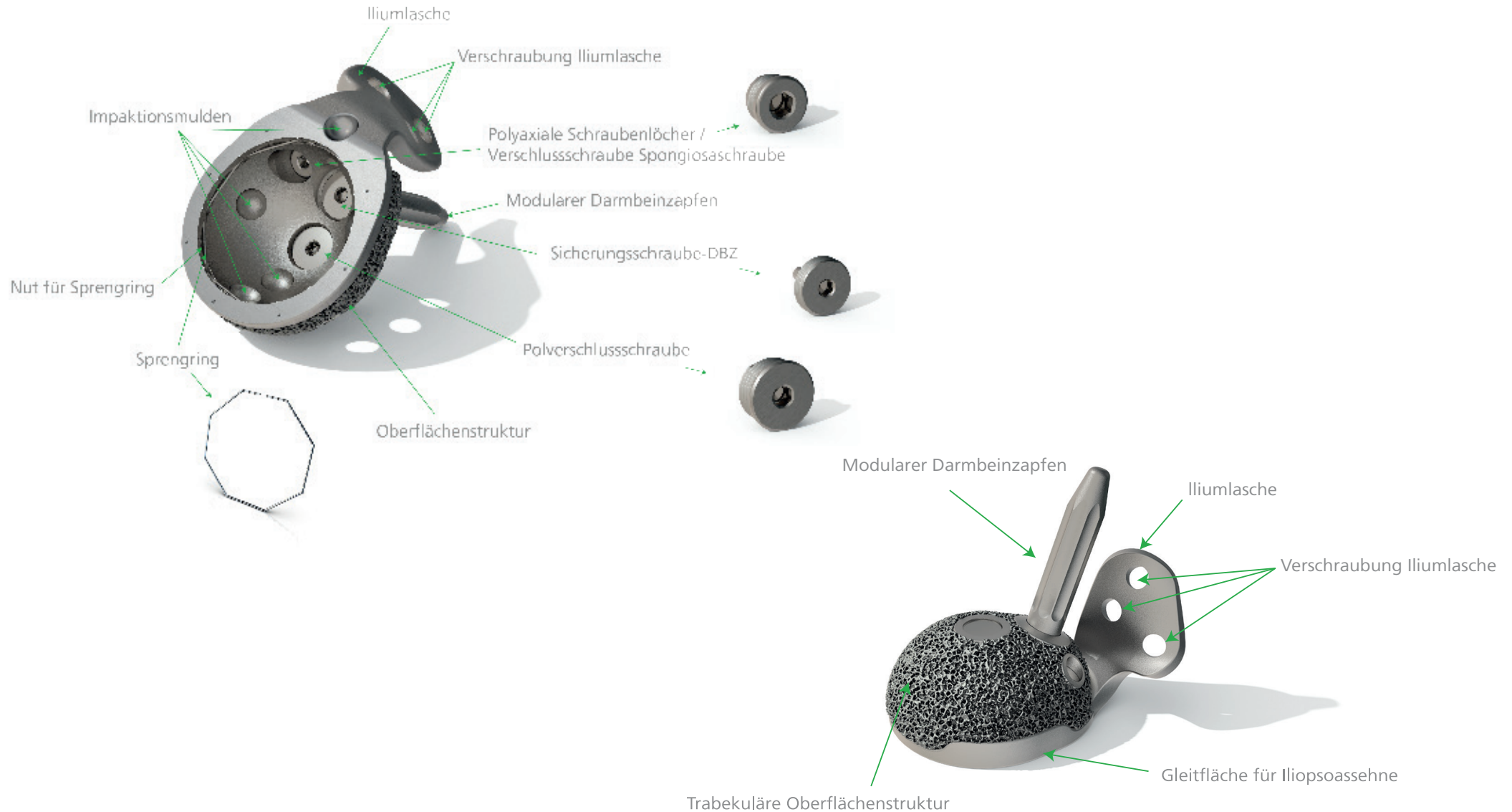
Sekundärstabilität. Die Laschen-Zapfen-Hinterschneidung ist das wesentliche Designelement.

2. IMPLANTAT UND SYSTEM

2.1 Konzept und Designmerkmale

ÜBERSICHT

MRS-TITAN® Maximum einschließlich aller Komponenten



2. IMPLANTAT UND SYSTEM

2.2. Instrumentarium

Für die Durchführung der Präparation des Pfannenlagers und Implantation der Revisionspfannen **MRS-TITAN® Standard und Maximum** werden alle notwendigen Instrumente und Komponenten von

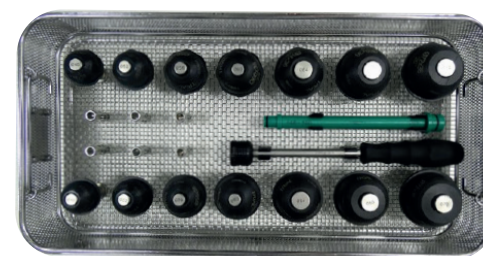
der PETER BREHM GmbH bereitgestellt. Nachfolgend sind die benötigten Instrumenten-Siebe aufgeführt (siehe Abbildungen).



Sieb Präparation



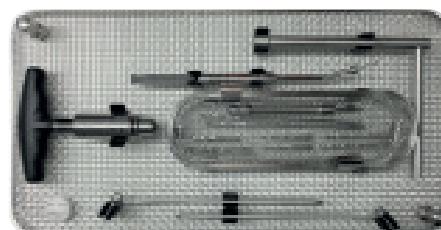
Ergänzung Acetabulumfräser



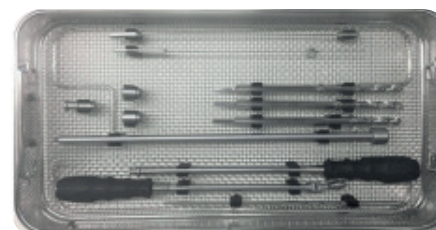
Sieb PROBE-Insert



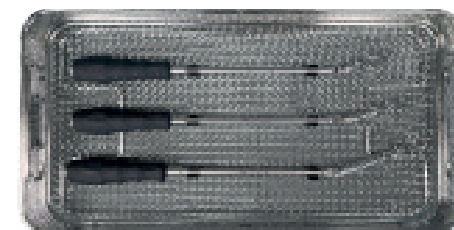
Basissieb



Einlegeboden Basissieb



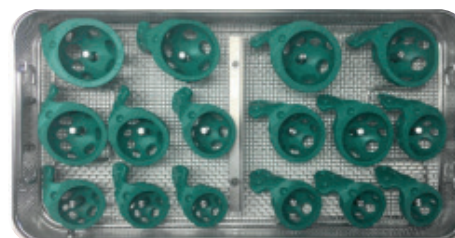
Sieb Darmbeinzapfen



Sieb Kardanbohrer



Sieb PROBE-Implantat
Standard



Sieb PROBE-Implantat
Maximum

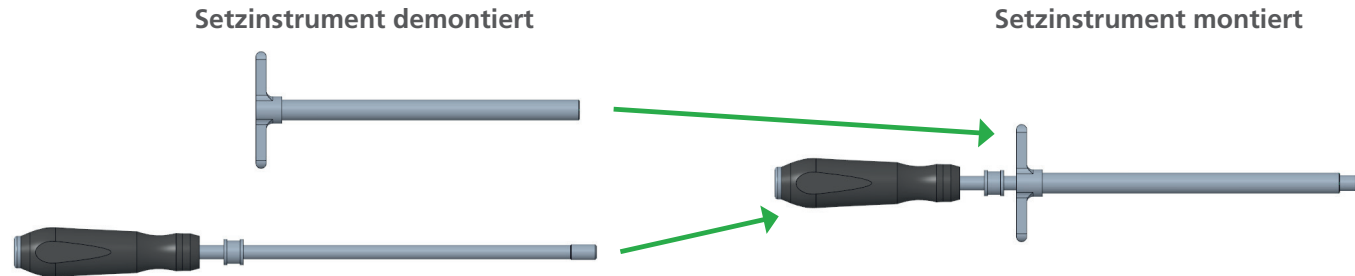
2. IMPLANTAT UND SYSTEM

2.3. Wesentliche Instrumente kurz erklärt

Im Folgenden werden wesentliche Instrumente kurz dargestellt. Dies ersetzt nicht das detaillierte Studium der Instrumentationsanleitung für die Anwendung des Systems.

Die Instrumentationsanleitung kann bei der Peter Brehm GmbH angefordert werden.

2.3.1. Setzinstrument



Montage Probeimplantat		Montage Originalimplantat	
Falsch	Richtig	Falsch	Richtig
Setzen der PROBE Pfanne		Setzen der ORIGINAL Pfanne	

2. IMPLANTAT UND SYSTEM

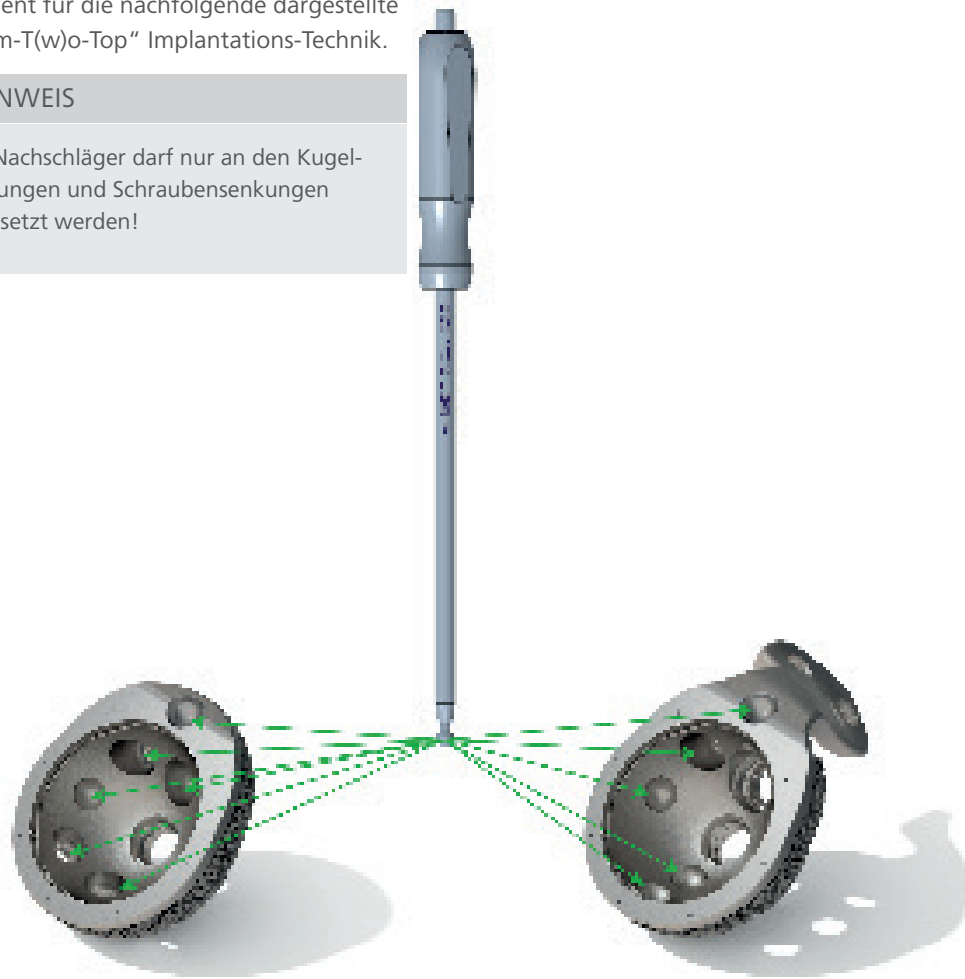
2.3. Wesentliche Instrumente kurz erklärt

2.3.2. Nachschläger

Ist eine punktuelle Lageveränderung des Implantats nötig, kann dies mit Hilfe des zusätzlichen Einschlägers erfolgen. Ideal ist dieses Instrument für die nachfolgende dargestellte „Bottom-T(w)o-Top“ Implantations-Technik.

! HINWEIS

Der Nachschläger darf nur an den Kugelsenkungen und Schraubensenkungen angesetzt werden!

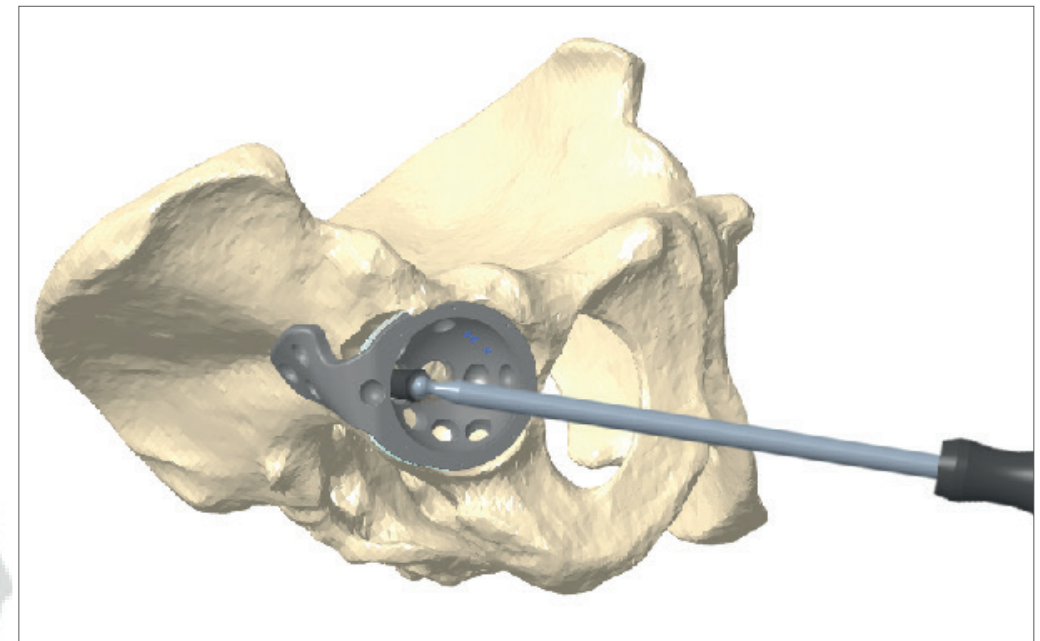


Ansetzpunkte Einschläger

Des Weiteren muss der Nachschläger für die Implantation des Darmbeinzapfens verwendet werden um keine Beschädigungen auf das Gewinde beim Einschlagen zu übertragen. Es besteht keine feste Verbindung zwischen Instrument und Implantat.



Nachschläger



Setzen des Darmbeinzapfens

2. IMPLANTAT UND SYSTEM

2.3. Wesentliche Instrumente kurz erklärt

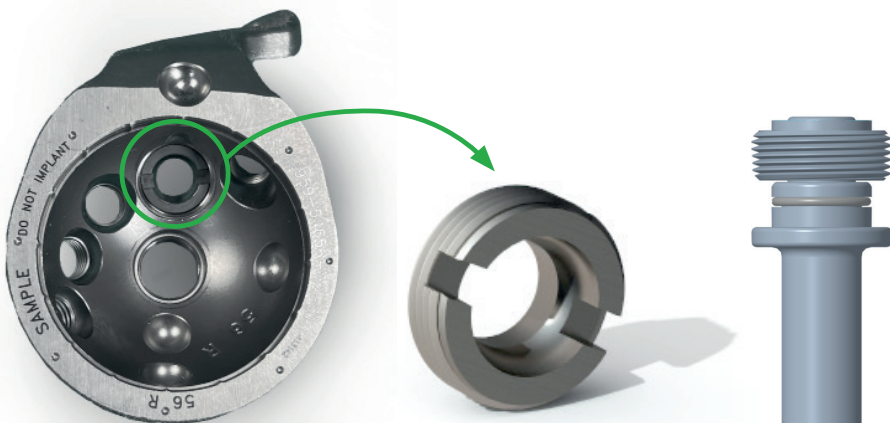
2.3.3. Setzgerät für Bohrhülse DBZ und Reduzierschraube

Setzgerät Bohrhülse gerade und Kardan



Entfernen der Reduzierschraube-DBZ

Werkseitig kann in der Bohrung für den Darmbeinzapfen eine Reduzierschraube-DBZ für (Titan-)Flachkopf Spongiaschrauben vormontiert sein. Für die Verwendung des Darmbeinzapfens muss die Reduzierschraube mit dem Instrument „Setzgerät für Bohrhülse DBZ“ entfernt werden.



Reduzierschraube-DBZ

Setzgerät mit entfernter Reduzierschraube-DBZ

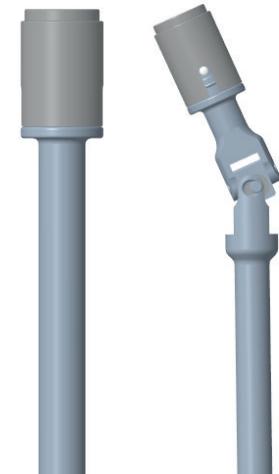
* DBZ = Darmbeinzapfen

Einsetzen der Bohrhülse DBZ

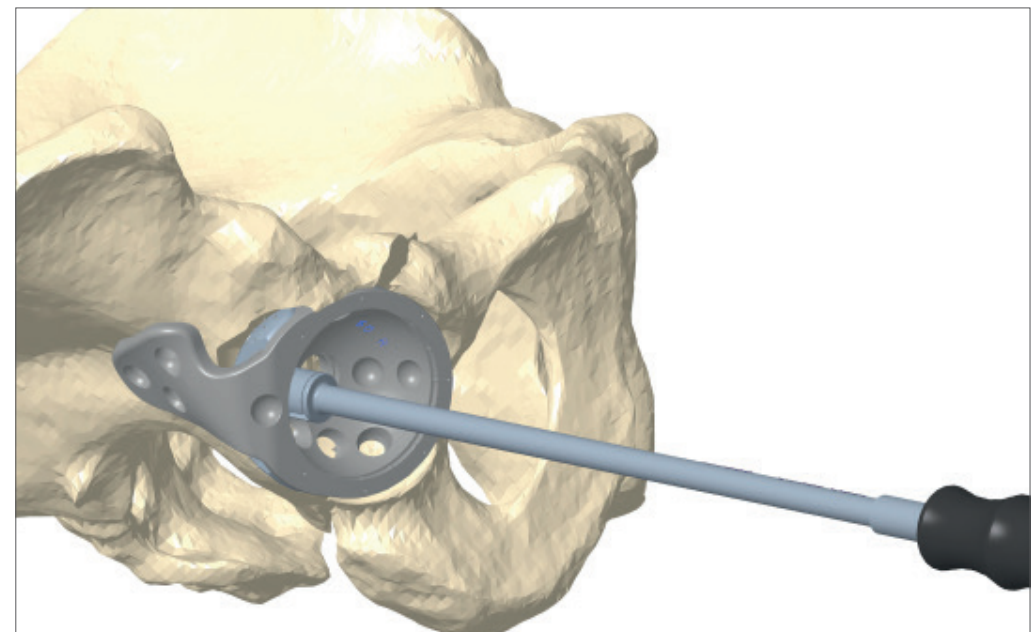
Mit Hilfe des Setzgeräts für Bohrhülse DBZ wird die Bohrhülse DBZ in die Bohrung eingeschraubt.

! HINWEIS

Um ein einfaches und sicheres Eindrehen von Gewindeverbindungen zu gewährleisten, diese wie zum Beispiel Bohrhülse DBZ, ex-situ probemäßig einsetzen, eindrehen und wieder ausdrehen!



Setzgerät für Bohrhülse DBZ
gerade / Kardan



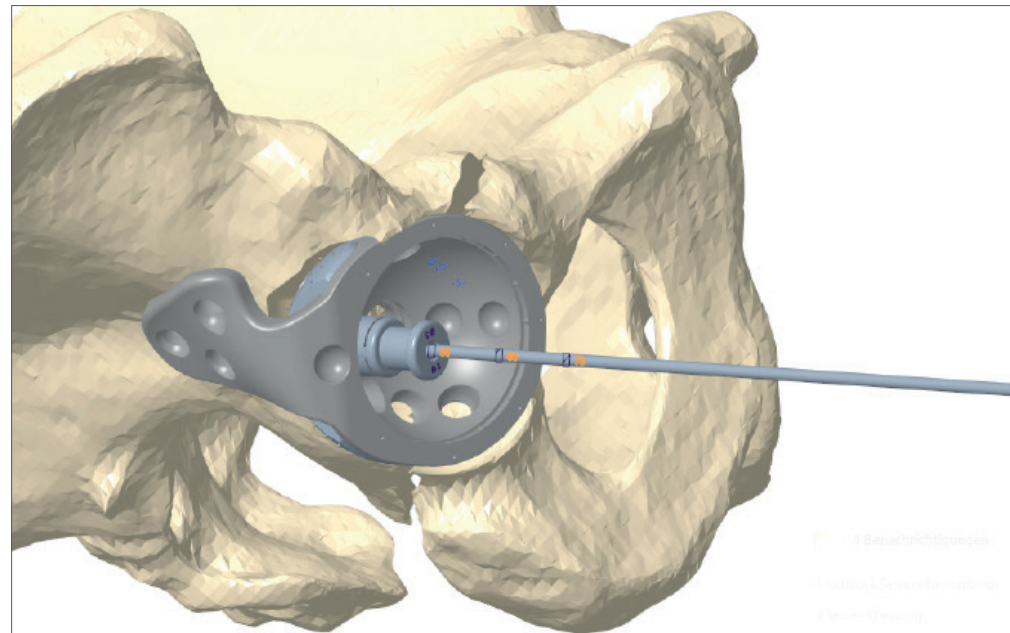
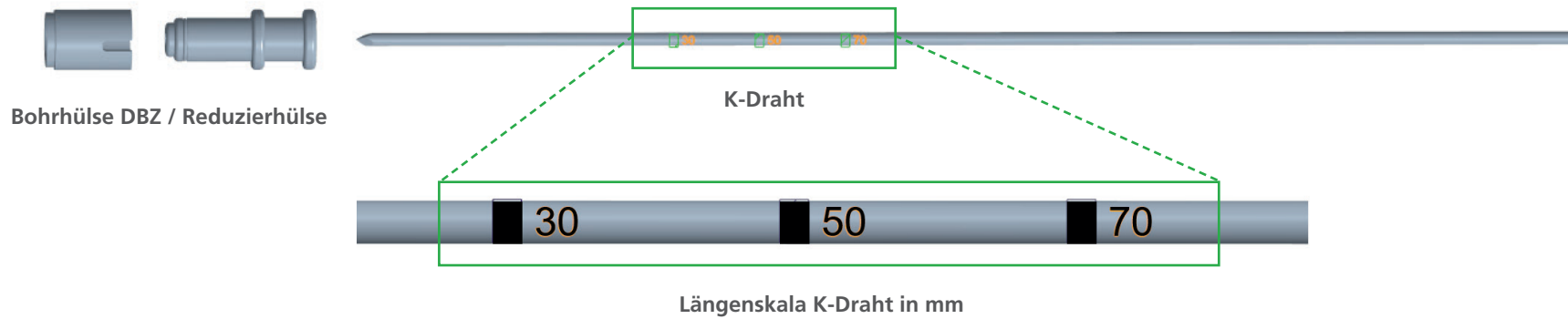
Eindrehen der Bohrhülse DBZ

2. IMPLANTAT UND SYSTEM

2.3. Wesentliche Instrumente kurz erklärt

2.3.4. K-Draht / Reduzierhülse K-Draht / Bohrhülse DBZ

Längenbestimmung des Darmbeinzapfens



Längenbestimmung des Darmbeinzapfens

* DBZ = Darmbeinzapfen

2. IMPLANTAT UND SYSTEM

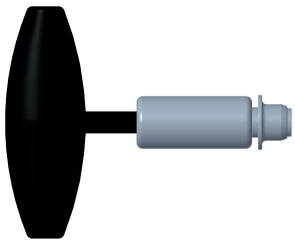
2.3. Wesentliche Instrumente kurz erklärt

2.3.5. Gegenhalter kurz / T-Drehmomentgriff 8Nm kurz / Bit SW 3,5 lang

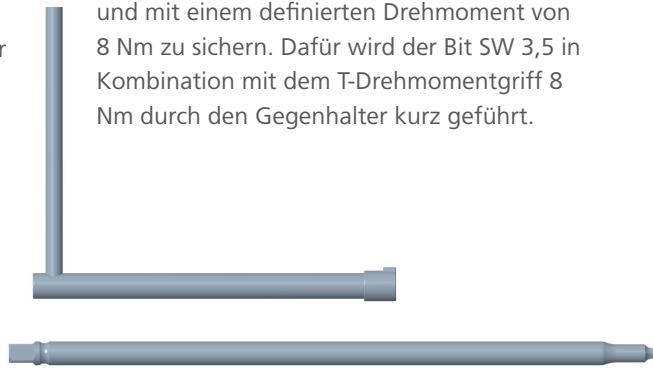
Sichern des Darmbeinzapfens

Nachdem der Darmbeinzapfen komplett eingeschlagen wurde, wird dieser mit der Sicherungsschraube-DBZ gesichert. Die Schraube ist vollständig einzuschrauben

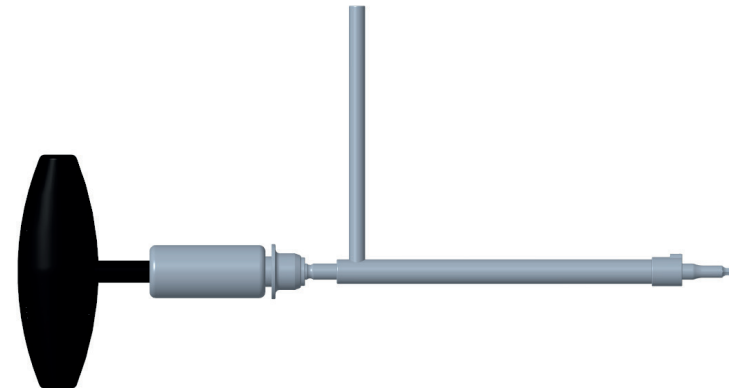
und mit einem definierten Drehmoment von 8 Nm zu sichern. Dafür wird der Bit SW 3,5 in Kombination mit dem T-Drehmomentgriff 8 Nm durch den Gegenhalter kurz geführt.



T-Drehmomentgriff 8Nm kurz

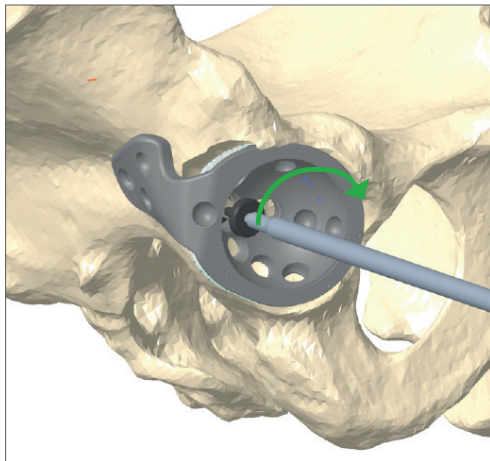


Gegenhalter kurz / Bit SW 3,5 lang



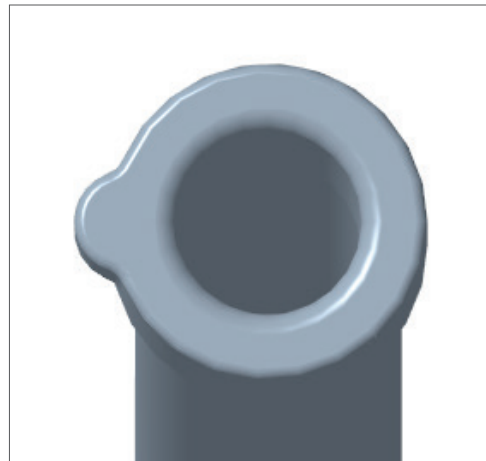
Sicherungsinstrument montiert

Der Sechskant des Bit für Drehmomentbegrenzer SW 3,5 wird in die Sicherungsschraube-DBZ eingesteckt. Danach wird der



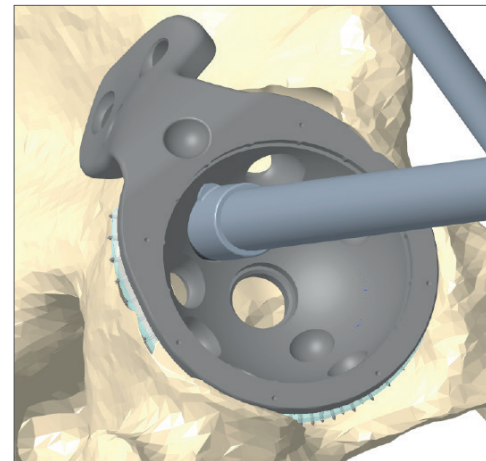
Einbringen der Sicherungsschraube-DBZ

Gegenhalter mit der Nase in die Aussparung der Darmbeinzapfenbohrung des Implantats geschoben. Anschließend wird, durch Drehen

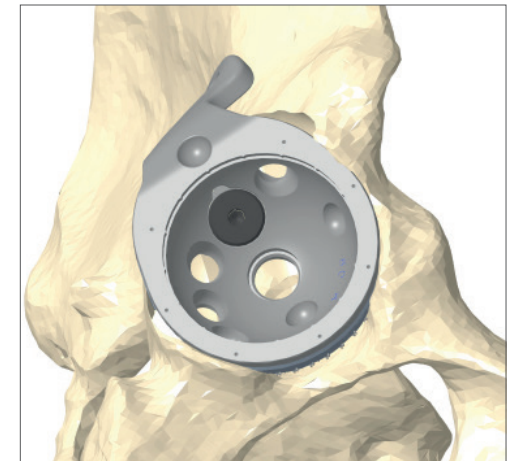


Führungsnase Gegenhalter

des T-Drehmomentgriffs 8 Nm kurz und das Gegenhalten, die Sicherungsschraube-DBZ verspannt.



Ansetzen des Instrumentes



Gesetzte Sicherungsschraube-DBZ

* DBZ = Darmbeinzapfen

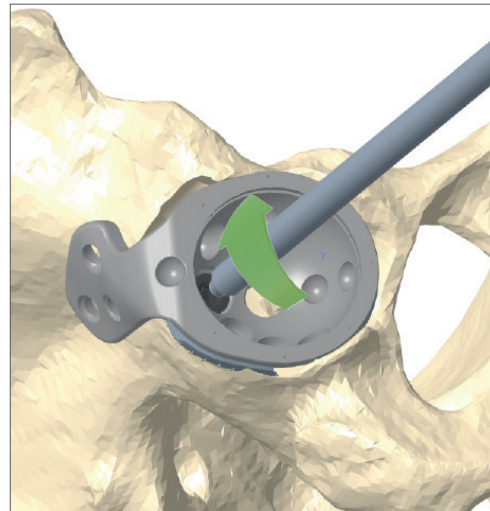
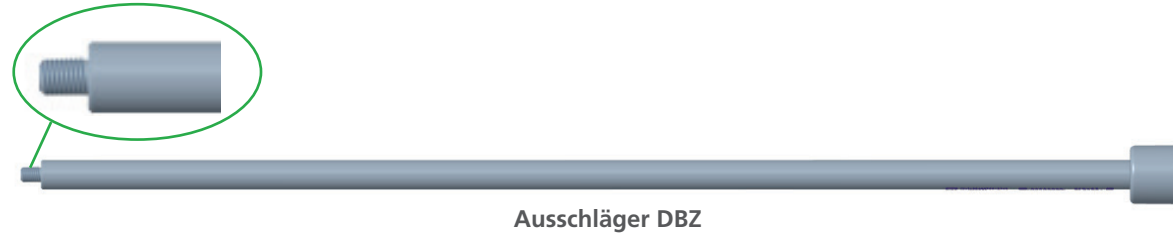
2. IMPLANTAT UND SYSTEM

2.3. Wesentliche Instrumente kurz erklärt

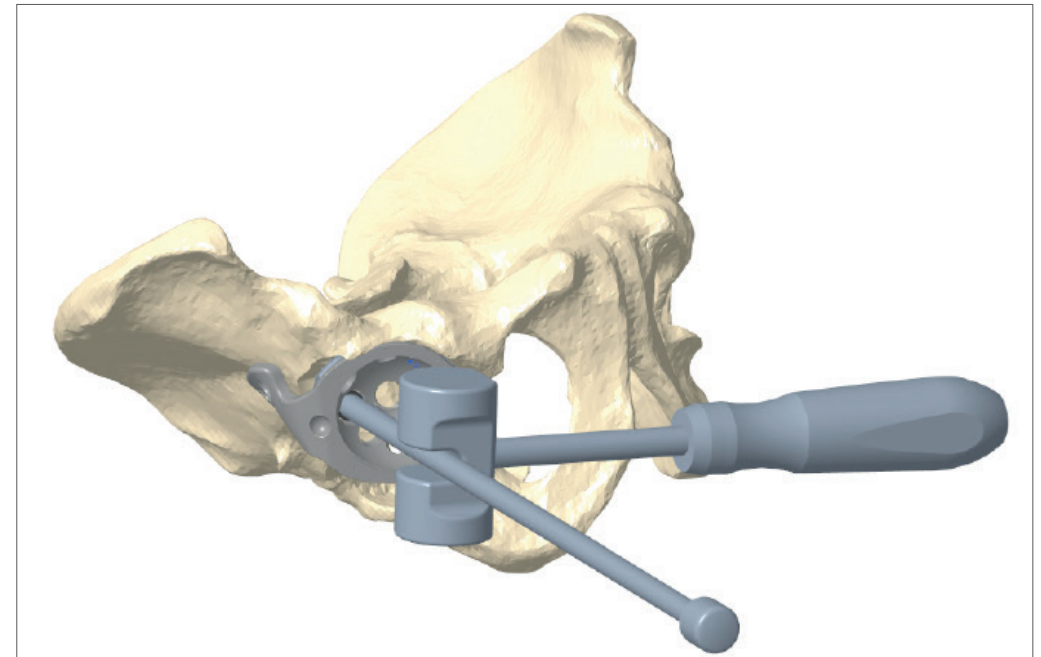
2.3.6. Ausschlager DBZ

Revision / Explantation Darmbeinzapfen

Zur Explantation des Darmbeinzapfens wird die Sicherungsschraube-DBZ mit Hilfe des Gegenhalters und dem Bit für Drehmomentbegrenzer SW 3,5 in Kombination mit dem T-Drehmomentgriff 8 Nm kurz ausgedreht. Danach wird der Ausschlager DBZ eingeschraubt und mit Hilfe des Schlitzhammers der Darmbeinzapfen ausgeschlagen.



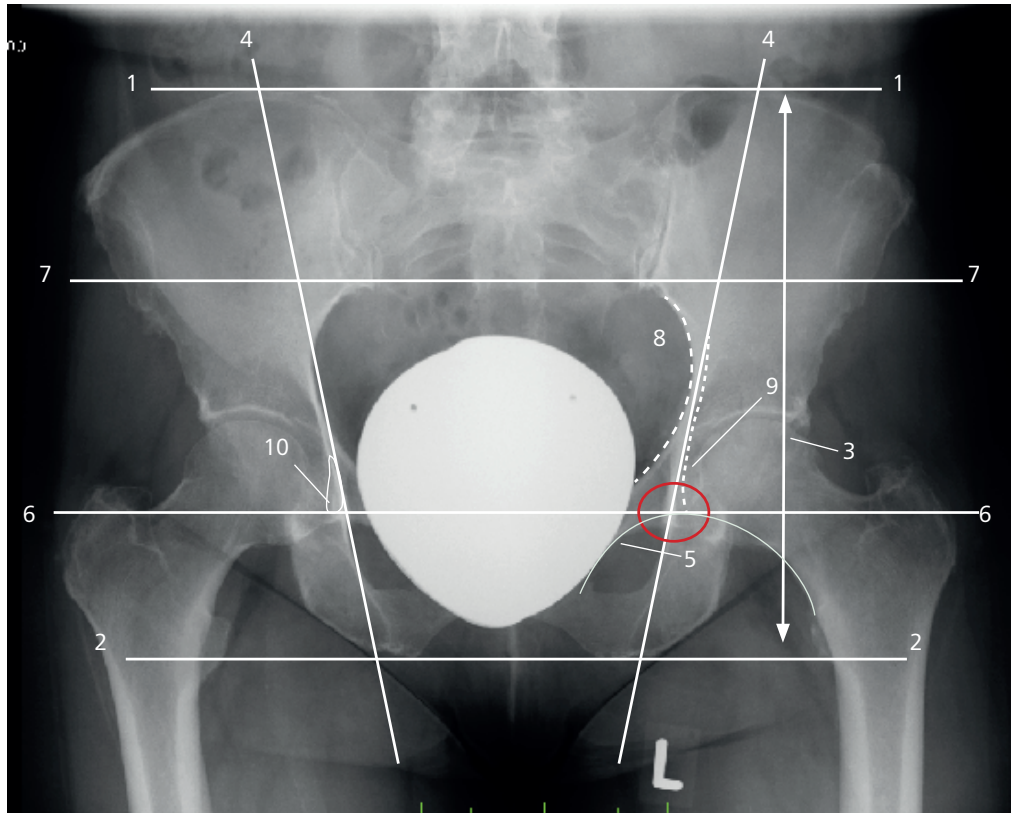
Eindrehen des Ausschlagers



Ausschlagen des Darmbeinzapfens

* DBZ = Darmbeinzapfen

3. WICHTIGE LINIEN UND LANDMARKEN IM RÖNTGENBILD



Anatomische Landmarken

Wichtige Linien und Landmarken sind:

- 1. Beckenkamm-Linie:** Tangente an die höchsten Punkte der Alae iliacae. Hierfür wird eine Beckenübersicht benötigt, die sonst für die Vorbereitung und Planung einer „Primäroperation“ nicht notwendig ist. Für die graphische Bestimmung des Rotationszentrums ist (Dreieck nach Ranawat) die sogenannte Beckenhöhe erforderlich.
- 2. Linea Inter-Ischiadica** (auch IL- Interischial Line): Tangente an den tiefsten Punkten der Tubera ischiadica.
- 3. Beckenhöhe** (Pelvic Height - PH): Abstand der Beckenkammlinie zu der Linea interischialica.
- 4. Köhler'sche Linie:** Linie durch die jeweils lateralsten Punkte des Foramens obturatorium und der Linea terminalis oder Linea arcuata.
- 5. Shenton-Ménard'sche Linie:** Eigentlich aus der Kinderorthopädie zur bildgebenden Diagnostik der angeborenen Hüftdysplasie; bei normaler Anatomie stufenlose, harmonische, bogenförmige Fortsetzung des unteren Schenkelhalses in den oberen Rand des Foramens obturatorium. Wird manchmal auch als Adams'scher Bogen bezeichnet (nach Robert Adams).
- 6. Interteardrop-Linie** (ITL, Tränenfigulinie): Verbindung der tiefsten Stellen der Tränenfiguren.
- 7. Iliosacral-Linie:** Linie zwischen den tiefsten Projektionen der Iliosacral-Gelenke.
- 8. Linea terminalis** (auch Linea arcuata, Linea iliopectinea): gerundete Grenze zum kleinen Becken.
- 9. Linea ilioischiadica:** radiologische Verdichtung durch Hinterrand und dorsale Kante des Os ischii mit Fortsetzung in die Linea terminalis nach cranial und laterale Hälfte des Foramens obturatorium als geschwungene Linie.
- 10. Köhler'sche Tränenfigur** (Köhler-Tränenfigur, Teardrop): Tränenförmige Darstellung der Acetabular fossa (Pfannenboden) im Röntgenbild.

Info: Oft wird im anglo-amerikanischen Schrifttum „Köhler“ mit „Kohler“ beschrieben, vermutlich weil der Umlaut „ö“ auf den Tastaturen für die englische Sprache nicht vorhanden und die Ersatzschreibweise als „oe“ unbekannt ist.

Info: Zur Definition des „Approximate Femoral Hip Centers – AFHC“ werden 20 % der Beckenhöhe für die Länge der Katheten eines gleichschenkeligen, rechtwinkligen Dreiecks konstruiert.

4. KNOCHENDEFEKTE BEIM HÜFTENDOPROTHESENWECHSEL: KLASSIFIKATION UND MANAGEMENT

Für die acetabuläre Rekonstruktion sind **drei Klassifikationssysteme** hinsichtlich Wahl der Implantate und deren Fixation anwendbar und hilfreich:

- | Klassifikation nach Paprosky²
- | Klassifikation nach D' Antonio oder American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS)³
- | Therapeutische acetabuläre Defekt-Klassifikation (ADC)⁴

4.1. Klassifikation nach Paprosky²

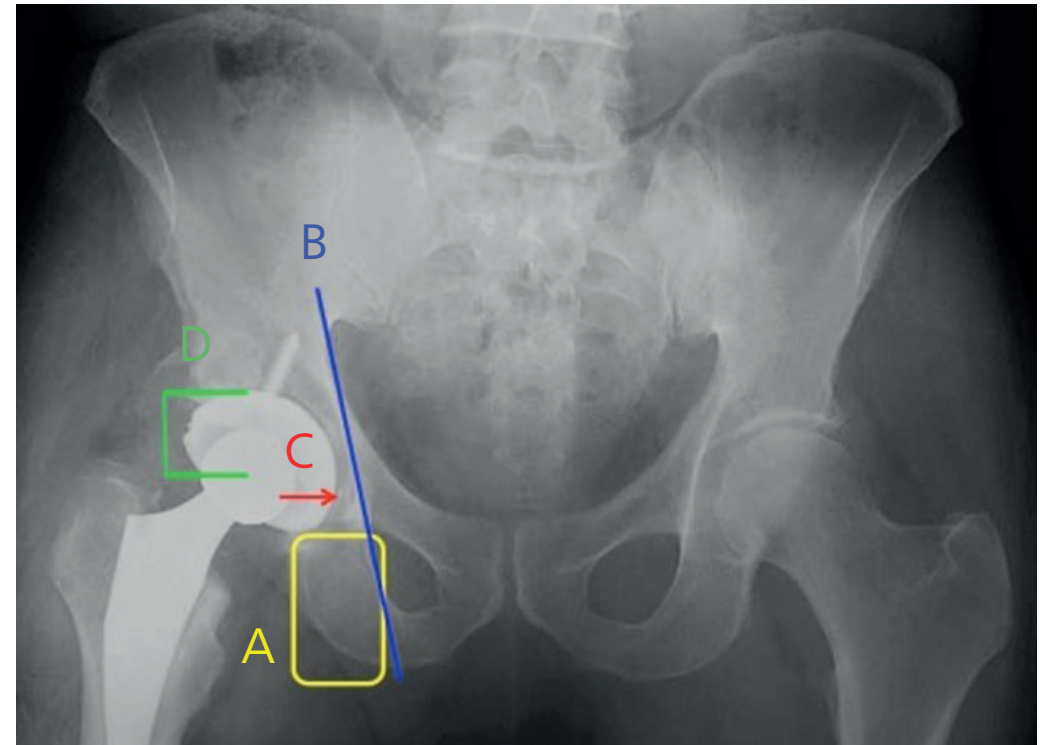
Prinzip:

Das Augenmerk liegt auf vier Regionen des Acetabulums als Landmarken für Instabilität und Dislokation des Implantates:

- | **A:** Os ischii, caudaler Pfannenabschnitt
- | **B:** Linea ilioischiadica - Köhler'sche Line
- | **C:** Köhler'sche Tränenfigur
- | **D:** Cranialer Pfannenbereich – Dom

Beurteilt werden:

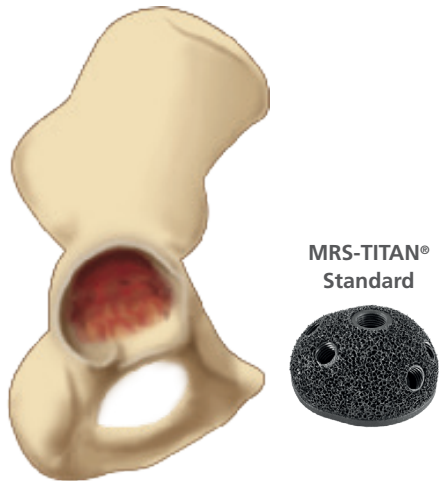
- | Pfanneneingang
 - Pfeiler
 - dorsal
 - ventral
- | Pfannenwand
- | Wanderung der Pfanne
- | Lyse der (Köhler'schen) Tränenfigur



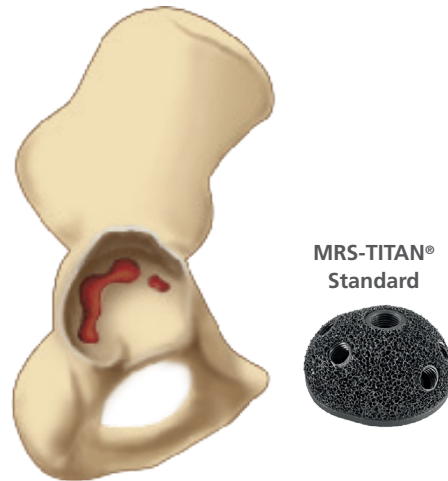
Landmarken für Instabilität und Dislokation des Implantats⁵

4. KNOCHENDEFEKTE BEIM HÜFTENDOPROTHESENWECHSEL: KLASSIFIKATION UND MANAGEMENT

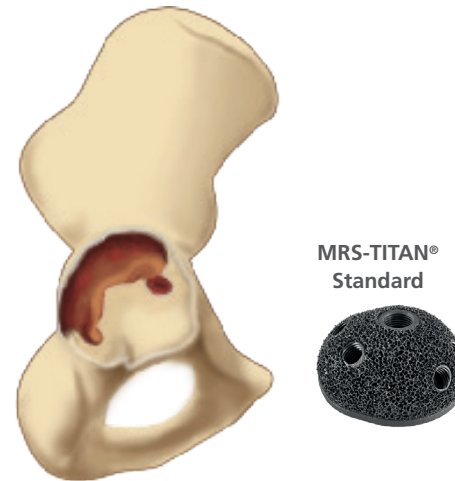
4.1 Klassifikation nach Paprosky mit Implantatvorschlag



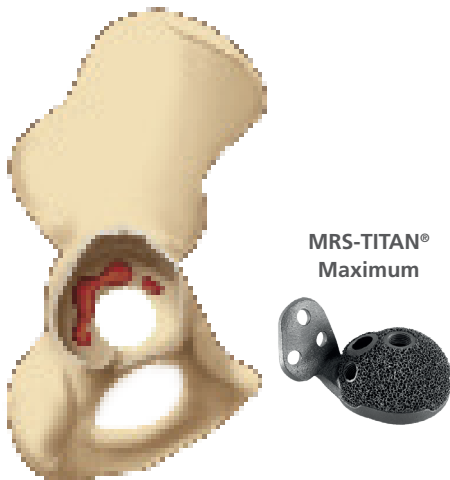
Typ 1: Keine wesentlichen Osteolysen, keine Implantatwanderung, erhaltener acetabulärer Rand, Pfeiler intakt



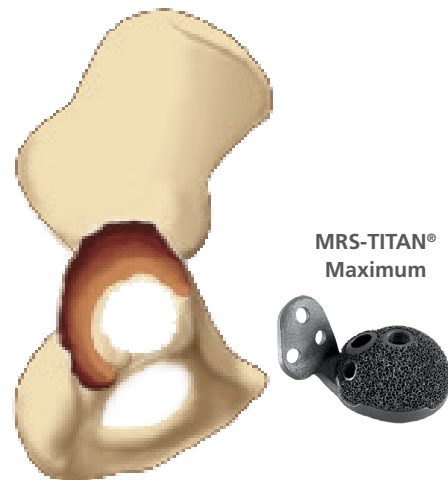
Typ 2a: Kraniomediale Wanderung des Implantates, cavitärer Defekt, Pfeiler intakt



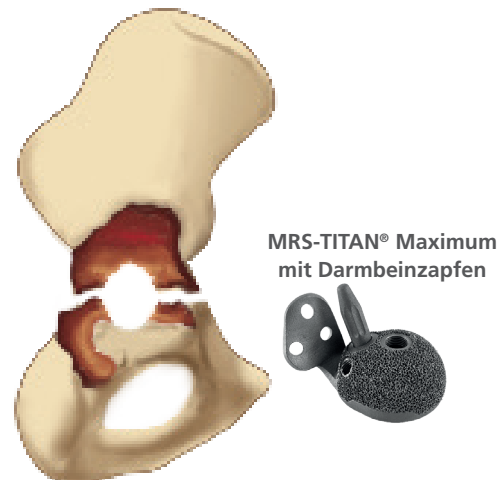
Typ 2b: Kraniolaterale Wanderung des Implantates, segmentaler Defekt, Pfeiler intakt



Typ 2c: Mediale Wanderung des Implantates, medialer Defekt, moderate Osteolyse, vorderer Pfeiler beeinträchtigt



Typ 3a: Gravierende Migration, vorderer Pfeiler intakt, hinterer Pfeiler beeinträchtigt



Typ 3b: Gravierende Migration, vorderer und hinterer Pfeiler beeinträchtigt, Beckendiskontinuität

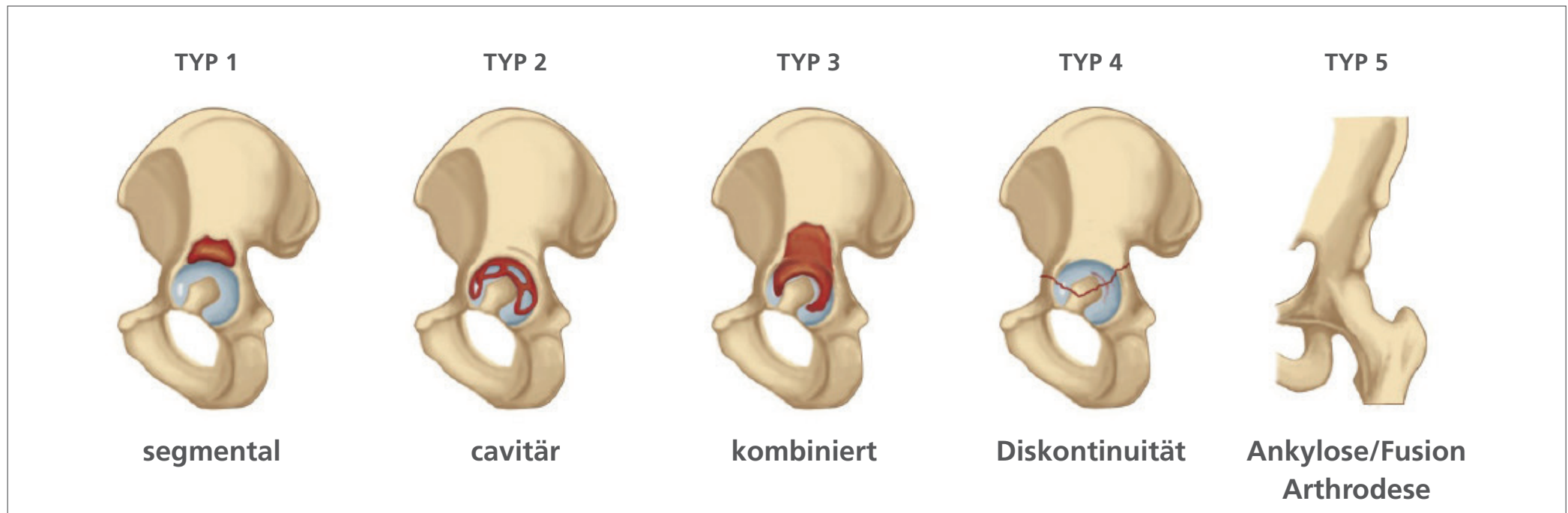
4. KNOCHENDEFEKTE BEIM HÜFTENDOPROTHESENWECHSEL: KLASSIFIKATION UND MANAGEMENT

4.2. Klassifikation nach D' Antonio oder American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS)

Prinzip:

Unterteilung der Defekte als

- | segmental – Pfannenrand – Eingang
- | cavitär – Pfannenwand – zentral
- | kombiniert – cavitär u. segmental
- | Diskontinuität
- | Fusion – Ankylose, Arthrodesen.



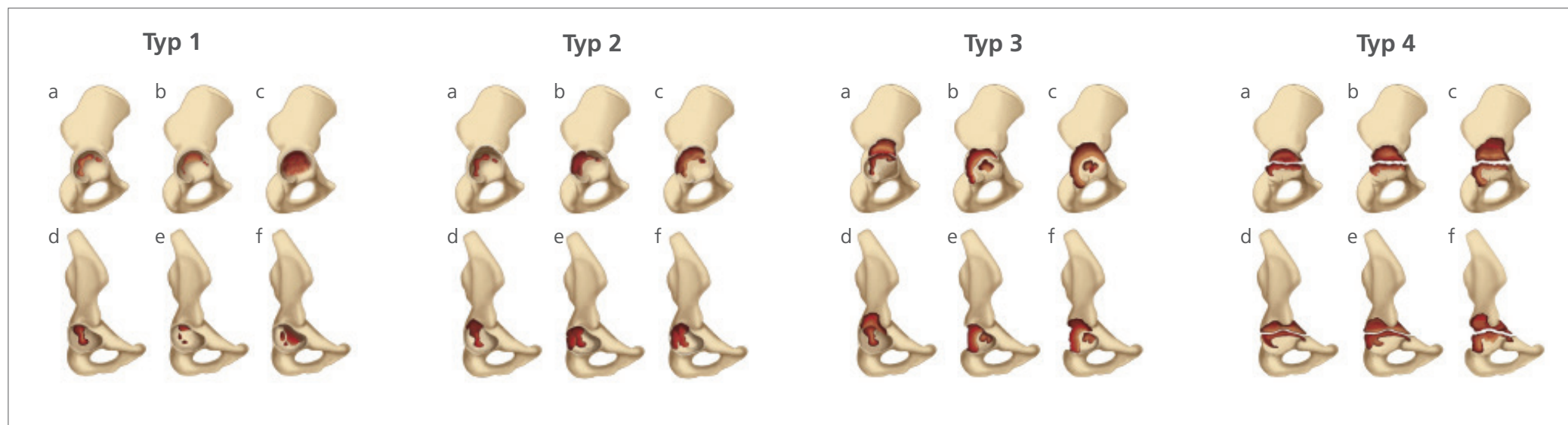
4. KNOCHENDEFEKTE BEIM HÜFTENDOPROTHESENWECHSEL: KLASSIFIKATION UND MANAGEMENT

4.3. Therapeutische acetabuläre Defekt-Klassifikation (ADC)

Prinzip:

Die „Acetabular Defect Classification“ (ADC) teilt die Defekte hinsichtlich Schäden in der Eingangsebene in 4 Typen ein und unterteilt

diese nach Ausmaß jeweils in drei Subklassen a), b) und c). Die Diskontinuität wird im Typ 4 zusammengefasst.



TIPP:

Neben morphologischen Veränderungen und strukturellen Defekten entsprechend der Klassifikationen müssen für Planung und Auswahl von Implantat und dessen Verankerung folgende weitere Gesichtspunkte berücksichtigt werden:

| Knochenqualität:

- Osteoporose
- Periprothetische Infektionen
- Bestrahlungsfolgen
- Posttraumatische Zustände
- Voroperationen

| Medikation

- Chemotherapie
- Antirheumatika
- Steroide

| Dauer einer Diskontinuität

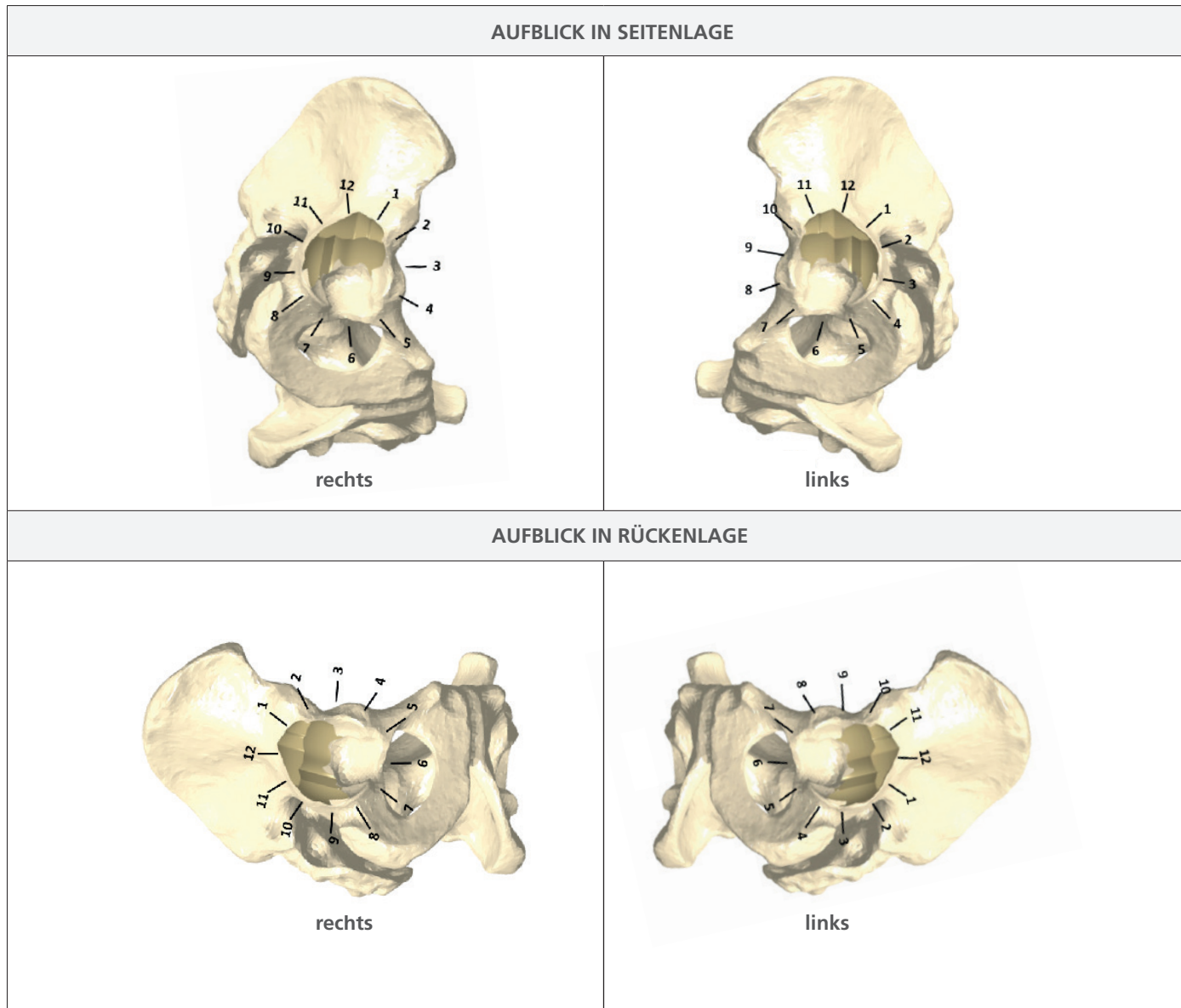
- < 3 Monate (Heilungschance!)
- > 3 Monate („Pseudarthrose“)

| Risikofaktoren:

- BMI u.a.

5. PRÄOPERATIVE DIAGNOSTIK UND PLANUNG

5.1. Festlegung / Definition der Orientierung am Becken

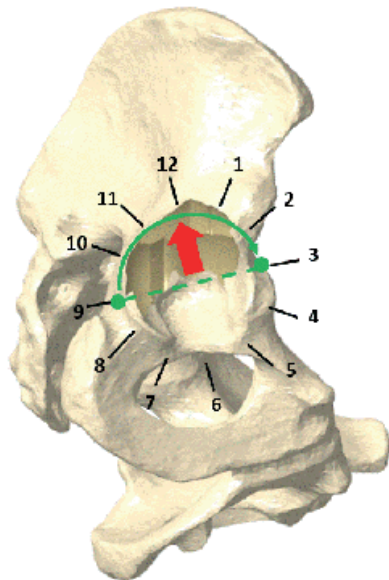


5. PRÄOPERATIVE DIAGNOSTIK UND PLANUNG

5.2. Präoperative Statuserhebung, Untersuchung und konventionell radiologische Bildgebung, Nativradiologie des Beckens zur ersten Beurteilung

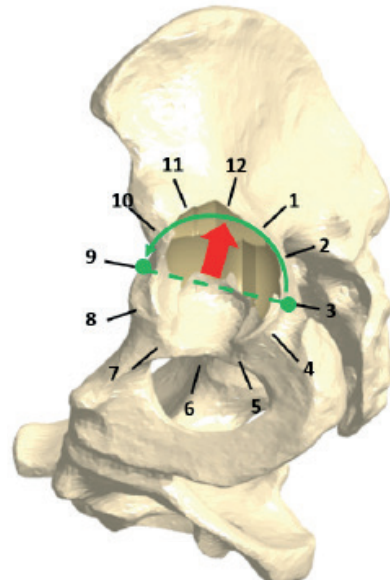
Wichtig ist stets die posteriore Überdachung („containment“) am hinteren Pfeiler, im längsten Durchmesser:

| 9 Uhr nach 3 Uhr (rechts)!



rechts

| 3 Uhr nach 9 Uhr (links)!



links

Zur ersten, orientierenden Beurteilung von Defekten am Acetabulum sind bestens geeignet:

- | Beckenübersicht (mit Beckenkämmen)
- | Hüftübersicht (zentriert auf 2 Querfinger oberhalb der Symphyse)
- | Hüfte seitlich:
 - Lauenstein oder
 - Sven Johanssen
- | Ala-Aufnahme
External Iliac Oblique View, Judet
 - Linea ilioischadica, hinterer Pfeiler, vordere Wand des Acetabulums, Crista iliaca, Lamina quadrilateralis
 - Schraubenlage: V. obturatoria, N. obturatorius
- | Obturator-Aufnahme
Internal Obturator Oblique View, Judet
 - Linea iliopectinea, vorderer Pfeiler, hintere Wand des Acetabulums, Foramen obturatorium.
 - Schraubenlage: V. femoralis externa.
- | Inlet-Aufnahme
Pennal I
- | Outlet-Aufnahme
Pennal II
- | **Lateral and High-Angle Oblique Radiograph** oder manchmal auch „**Cross-Table Lateral View**“ (Abbildung S. 25); vergleichbar mit seitlicher Sacrumaufnahme! (Seitenlage mit operierter Seite zum Tisch, oder im Stehen mit operierter Seite zum

Stativ, oder in Rückenlage mit horizontalem (coronaren) Strahlengang, Kassette an der operierten Seite anliegend).

Mit dieser Aufnahme kann zusätzlich der hintere Pfannenrand und somit eine mögliche Diskontinuität dargestellt werden.

- | Projektion des Iliosacral-Gelenks.
- | Die Faux profile Aufnahme (n. Lequesne): Diese Aufnahme zeigt den vorderen Pfannenrand und die ventrale Überdeckung eines Implantats. Vorgesehen war diese Technik vor allem in der Diagnostik der Hüftdysplasie.

Die erweiterte konventionell radiologische Diagnostik des Beckens gibt erste wichtige Hinweise auf gefährdete Strukturen bereits bei der Explantation der Pfanne (Platzierung der Haken, Entfernung von acetabulären Verankerungsschrauben und Zementresten)! Außerdem führt sie konsequent zur Indikation von Schnittbild-techniken auch als Angio-CT.

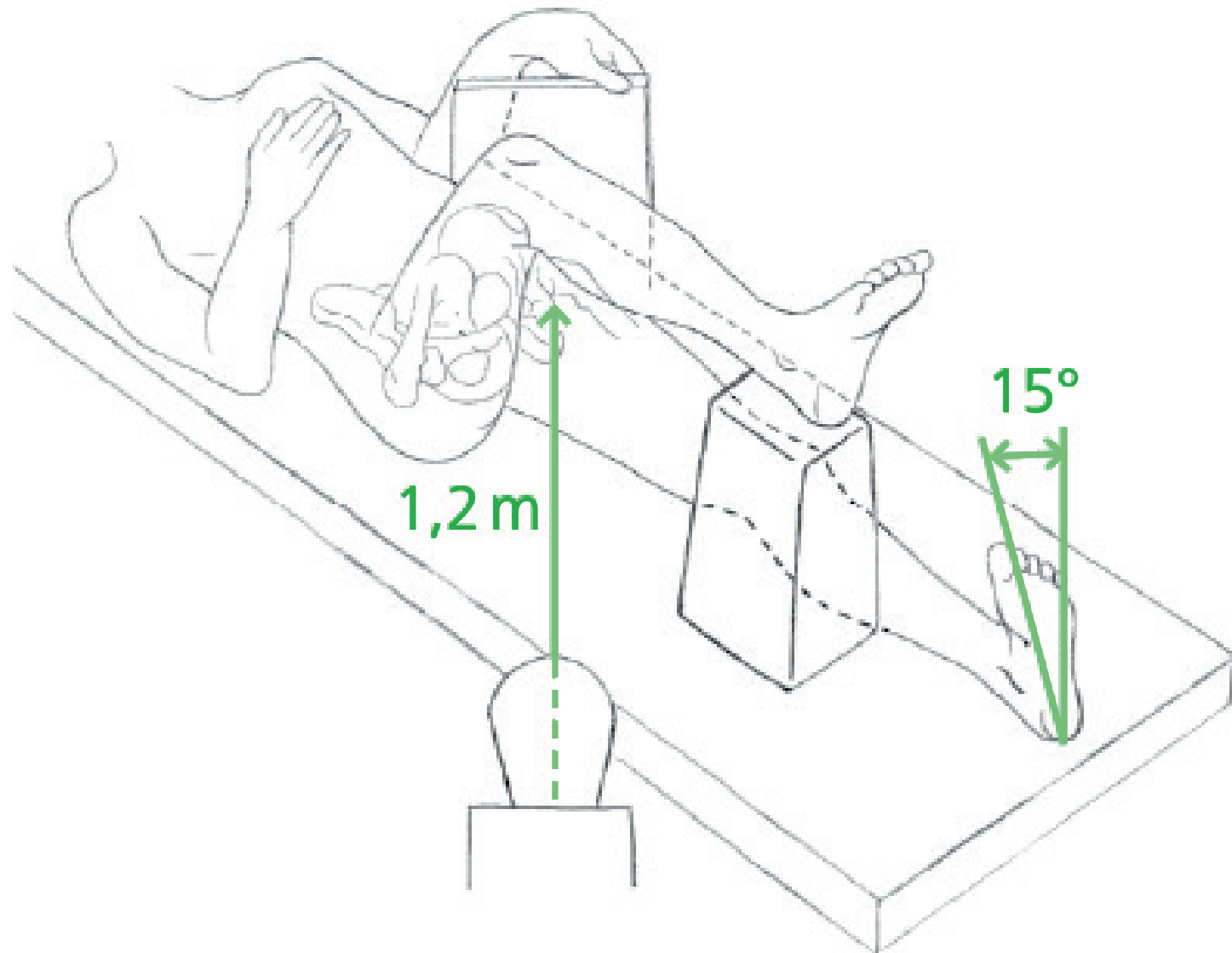
Ein weiterer Vorteil einer guten konventionell radiologischen Vorbereitung ist die gute Vergleichbarkeit mit den intraoperativ im C-Bogen dargestellten Projektionen.

5. PRÄOPERATIVE DIAGNOSTIK UND PLANUNG

5.2. Präoperative Statuserhebung, Untersuchung und konventionell radiologische Bildgebung, Nativradiologie des Beckens zur ersten Beurteilung

Lateral and High-Angle Oblique Radiograph/ Cross-Table Lateral View

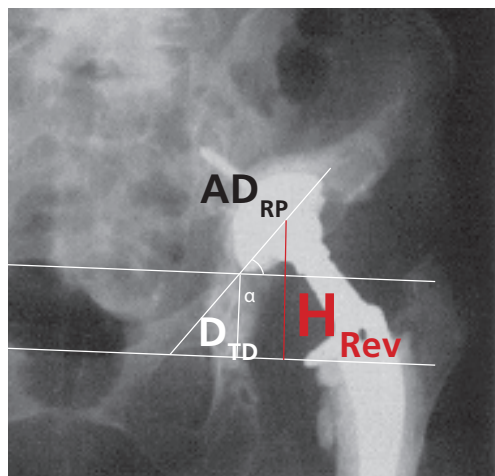
Der Röntgendetektor/ Kassette wird im Leistenbereich in einem Winkel von 45° parallel zur Längsachse des um 15° nach innen rotierten Oberschenkels ausgerichtet. Die Röntgenquelle wird im rechten Winkel zum Röntgendetektor positioniert.



5. PRÄOPERATIVE DIAGNOSTIK UND PLANUNG

5.3. Händische Bestimmung des Rotationszentrums

- Vielen Studien zufolge liegt das **anatomische Rotationszentrum** der Hüfte:
 - 12 mm bis 14 mm über der Tränenfigurlinie („Interteardrop Line – ITL“) und
 - 33 mm bis 43 mm lateral der Köhler'schen Tränenfigur.
- Ist das Rotationszentrum mehr als 30 mm über der Tränenfigurlinie, dann darf auch in der Endoprothetik von einem „hohen Hüftzentrum“ gesprochen werden!
- Eine Cranialisierung des Hüftzentrums alleine ist weniger schlimm als die gleichzeitig horizontale (superolaterale!) Verschiebung.
- Große Pfannendurchmesser führen beim Wechsel eher zu einem Wandern des Hüftzentrums nach oben!
- Händische Bestimmung des Rotationszentrums oder doch digitale Planung der



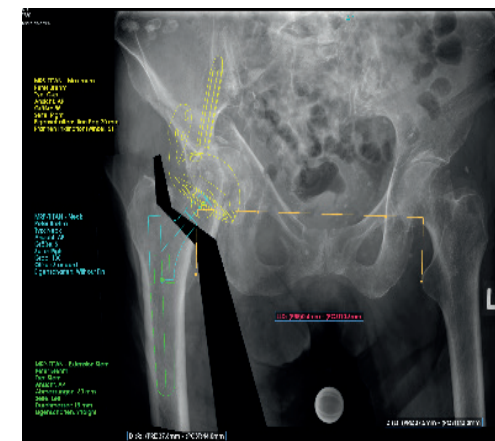
Bestimmung des Rotationszentrums eines kranialisierten Pfannenimplantats⁶

Höhe des Hüftzentrums (H_{rev}) in Bezug auf die Tränenfigurlinie (TD) nach Implantation einer (Revisions-)Pfanne (RP) mit einem bestimmten Aussendurchmesser AD_{RP} :

- $H_{rev} = D_{TD} + (\sin \alpha \cdot AD_{RP} / 2)$
- D_{TD} ist dabei die Distanz des caudalen Pfannenrandes zur Tränenfigurlinie.
- α ist der Inklinationswinkel
- Bei einer MRS-TITAN® Pfanne wird für AD_{RP} der Nenndurchmesser eingesetzt.
- Ist die Größe der MRS-TITAN® Pfanne nicht bekannt, gilt bei Messung am Röntgenbild (Referenzkörper!):
 - AD_{RP} : Gemessener Längsdurchmesser (cm) der MRS-TITAN® Pfanne minus 0,8 cm = Durchmesser der caudalen Hemisphäre.
- Wann wird von einer „großen“ oder „übergroßen“ Pfanne gesprochen?
 - Ein Durchmesser von 70 mm wird bereits als „übergroß“ („oversized“) bezeichnet⁶.

- Von „**Jumbo Cup**“ sollte gesprochen werden ab einem Durchmesser von:
 - 60 mm bis 62 mm bei Patientinnen und
 - 64 mm bis 66 mm bei Patienten.^{7,8,9}
- Das **Rotationszentrum** einer Hüftpfanne mit einem Außendurchmesser von 80 mm, die caudal an der Tränenfigur anliegt und einen Inklinationswinkel von 45° aufweist, ist ~ 30 mm über der Tränenfigurlinie!
- Bei 70 mm Durchmesser und gleicher Positionierung wandert das Rotationszentrum ~25 mm nach cranial!

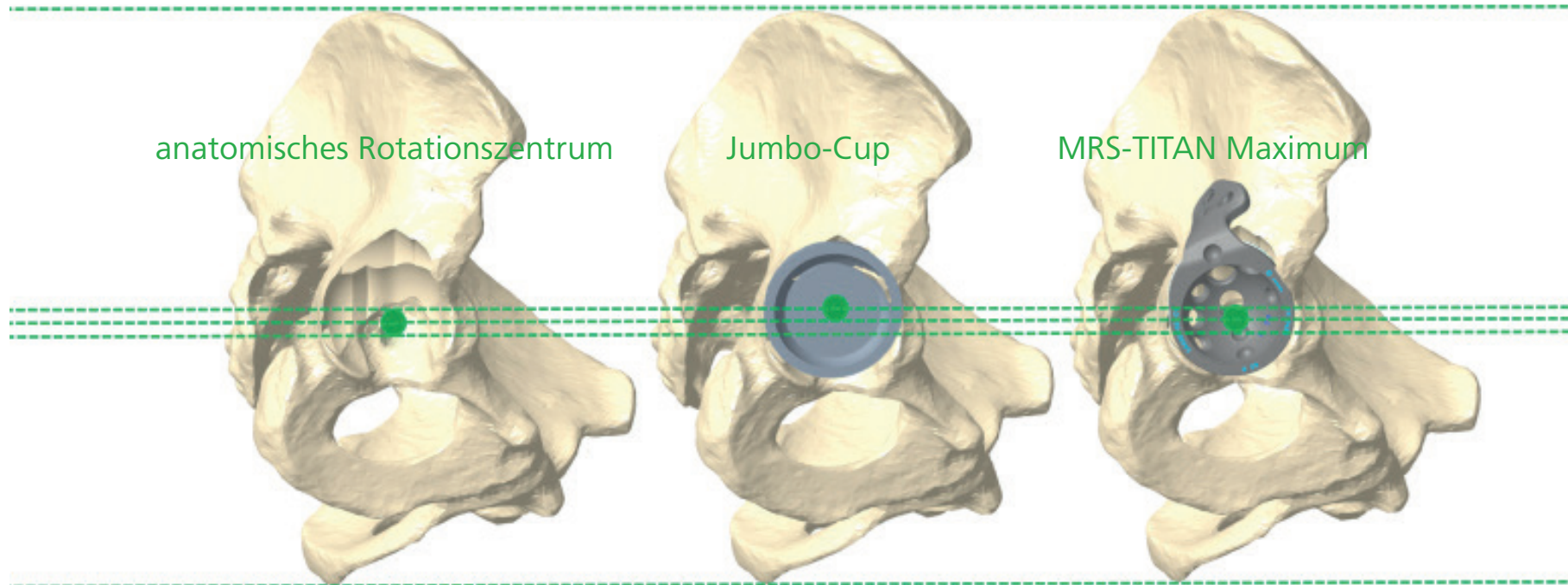
- Große Pfannen verlagern das Zentrum immer zusätzlich nach außen!
- Bei Erhöhung des Rotationszentrums ist immer die Überlegung hinsichtlich der Schenkelhalslänge (Offset!) und des Colum-Centrum-Diaphysenwinkels wichtig.
- Für eine gute Kraftentwicklung der Abduktoren ist die Distalisierung und Lateralisierung des Trochanter majors („trochanter advancement“) nötig.
- Wird diese mit langen Halsteilen vorgenommen müssen stets die Vorgaben und Hinweise in den Gebrauchsanweisungen der Hersteller berücksichtigt werden!
- Durch das Design der MRS-TITAN® Pfannen entsteht eine deutlich geringere Cranialisierung des Rotationszentrums.
- Zur ersten orientierenden und näherungsweisen Bestimmung des Rotationszentrums eines Revisionsgelenkes reichen Beckenübersichtsaufnahmen. Hierfür ist die Darstellung des gesamten Beckens erforderlich, also mit Abbildung der beiden Beckenkämme!
- Zweidimensionale Röntgenbilder sind hinsichtlich der Definition des Drehzentrums zwar nicht so genau wie virtuelle Rekonstruktionen von Computertomographien, reichen aber für eine vorläufige Abwägung der operativen Ziele und deren möglichen Abweichungen aus.



Mit Hilfe der **digitalen Prothesenplanung (wie zum Beispiel PeekMed®)** eröffnet sich ein neues Niveau chirurgischer Präzision und Effizienz. Insbesondere bei anspruchsvollen Revisionsfällen, manifestieren sich die klinischen Vorteile eindrucksvoll: Durch die realitätsnahe, zwei- und dreidimensionale Simulation der Implantatplatzierung lassen sich entscheidende Parameter wie femorales Offset, Rotationszentrum und Beinlänge präoperativ exakt definieren und validieren. So verbindet sich technologische Innovation mit chirurgischer Exzellenz – für ein reproduzierbares, sicheres und individuell optimiertes Operationsergebnis.“

5. PRÄOPERATIVE DIAGNOSTIK UND PLANUNG

5.3. Händische Bestimmung des Rotationszentrums



Verschiebung des Rotationszentrums bei Verwendung einer Jumbo-Cup
im Vergleich zur MRS-TITAN Maximum Pfanne mit Doppelradiusdesign

5. PRÄOPERATIVE DIAGNOSTIK UND PLANUNG

5.4. Zugangswege, Präparation, Komponentenentfernung Welche Möglichkeiten gibt es?

Es können grundsätzlich **fünf Standardzugänge** zum Hüftgelenk unterschieden werden:

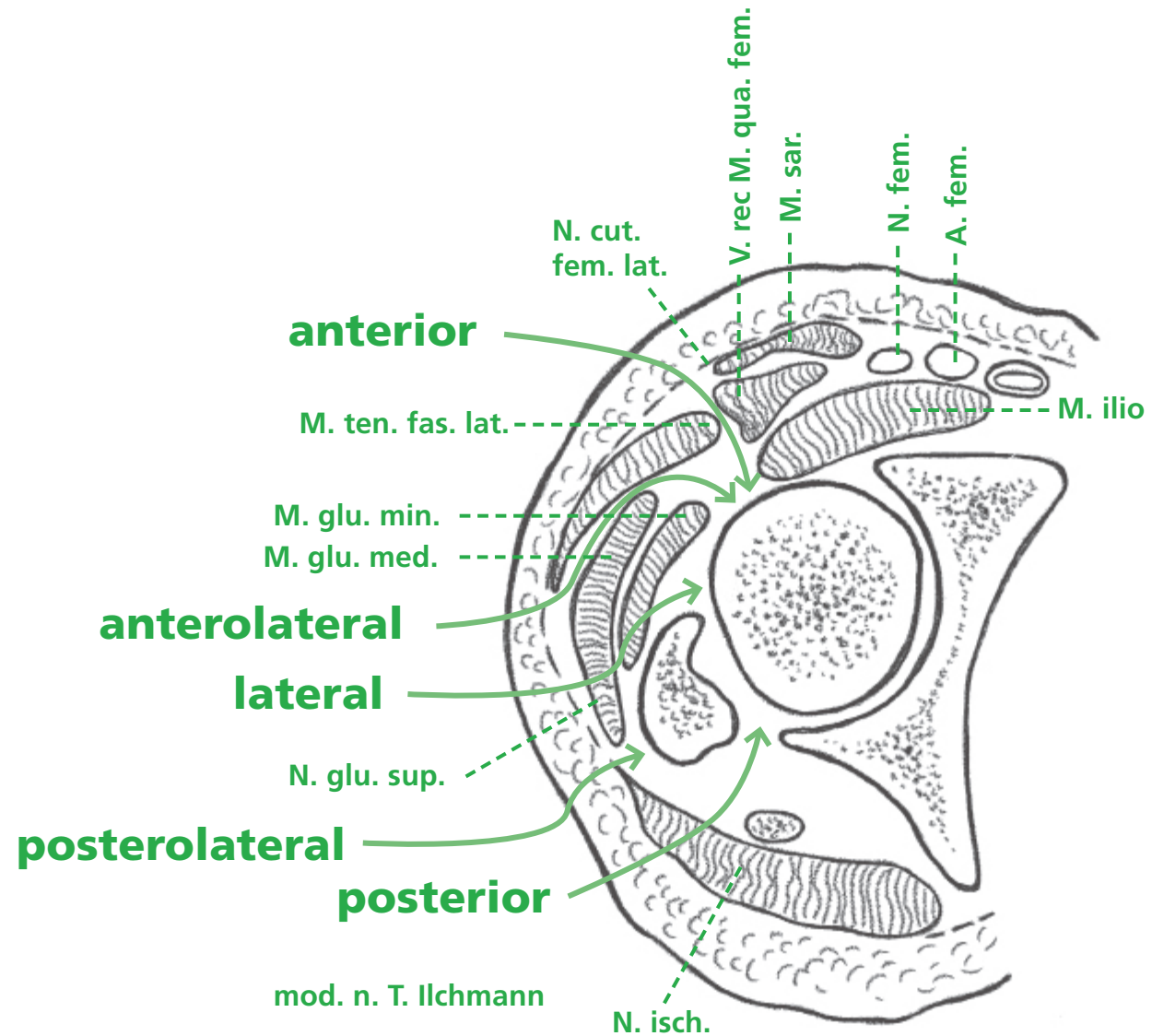
- anterior
- anterolateral
- lateral
- posterolateral
- posterior.

Sie erlauben bei entsprechender Indikation eine vergleichsweise einfache Erweiterung nach cranial und caudal!

Im Ratgeber ist kein spezieller Zugang für die MRS-TITAN® Standard und Maximum beschrieben. Der Operateur kann seinen bevorzugten Zugangsweg in Seiten- oder Rückenlage frei wählen, muss aber die vorgegebenen Schritte einhalten und diese für seinen gewählten Zugang entsprechend modifizieren.

Voraussetzung für eine Implantation ist die saubere Darstellung des Acetabulums. Ziel ist eine gute Sicht des Operators auf die anatomischen Strukturen, um korrekt arbeiten zu können. Eine sorgfältige Präparation zur Schonung der Nerven und Gefäßstrukturen wird vorausgesetzt.

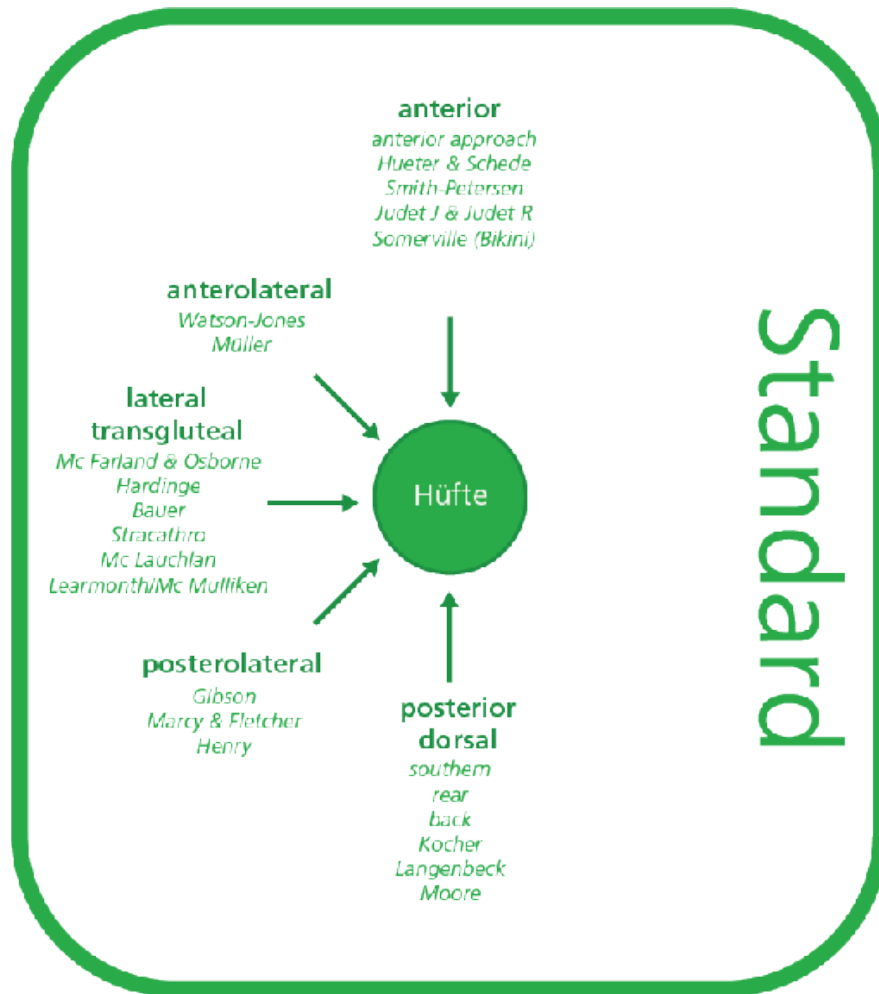
Die Beschreibung der aufgeführten Zugänge wird in den nächsten Versionen des Ratgebers erfolgen.



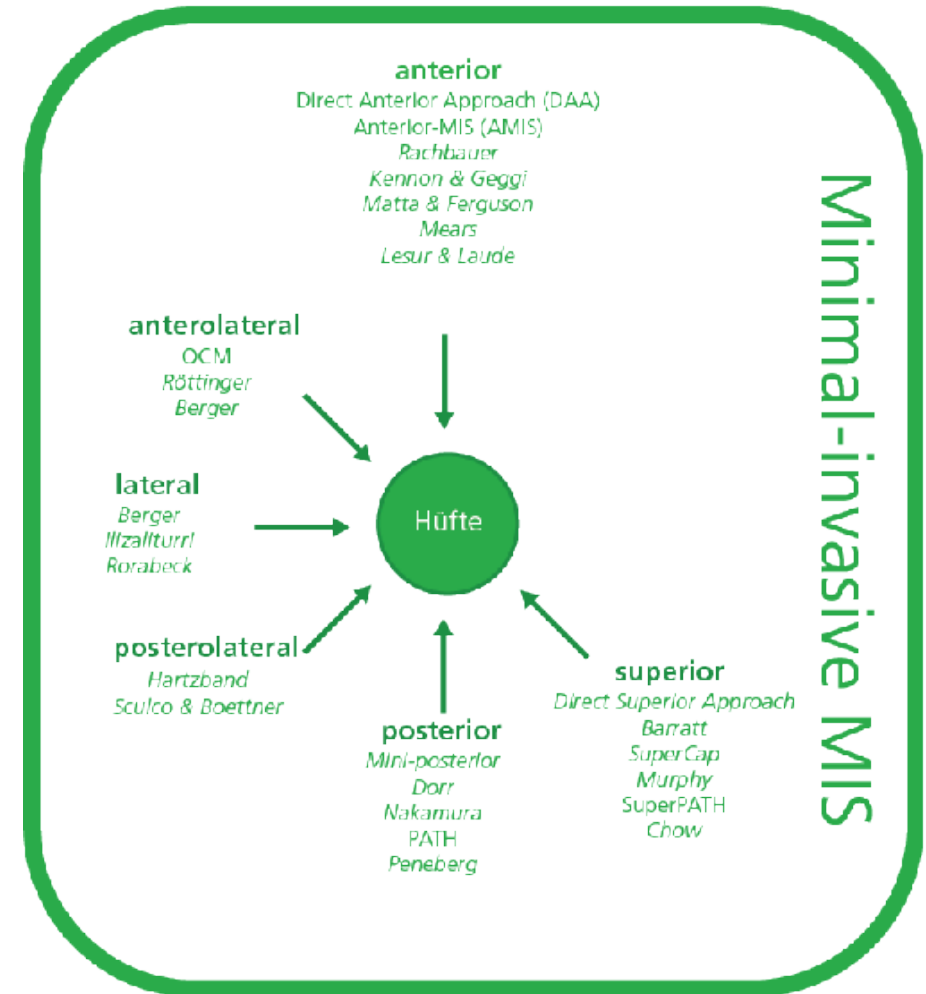
Anatomische Darstellung der Standardzugänge

5. PRÄOPERATIVE DIAGNOSTIK UND PLANUNG

5.4. Zugangswege, Präparation, Komponentenentfernung Welche Möglichkeiten gibt es?



Übersicht Standard-Zugänge



Übersicht MIS-Zugänge

6. EMPFEHLUNGEN ZUR OP-VORBEREITUNG: DO'S AND DON'TS

- | | | |
|--|--|--|
| <p> Gewichtskontrolle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • BMI sollte immer bestimmt werden: • $BMI = \frac{\text{Körpergewicht in kg}}{(\text{Körpergröße in m})^2}$ <p> Einschränkung, besser Abstinenz von Nikotin und Alkohol 4 Wochen (wenigstens 1 Woche präoperativ).</p> <p> Wegen möglicher Erweiterung des Eingriffs hinsichtlich Dauer und Körperregion (intrapelvin) könnte an eine diätetische Vorbereitung gedacht werden. Besondere Sorge allerdings muss hierbei auf Diabetespatienten und -patientinnen gelegt werden.</p> <p> Mit diätetischen Maßnahmen könnte 5 Tage präoperativ begonnen werden! Die Vorbereitung hinsichtlich diätetischer Maßnahmen sollten sich nach vorgesehenen Maßnahmen der jeweiligen Kliniken für Viszeral- und Gefäßchirurgie orientieren.</p> <p> Leichtes Abführmittel, z. B. auf der Basis von Natriumpicosulfat 3 bis 4 Tage vor der OP</p> <p> Wenn Klysma, dann 2 Tage vor der OP!</p> <p> Immer präoperativ mikrobiologische Diagnostik durchführen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Punktion: <ul style="list-style-type: none"> • Mikrobiologie • Leukozyten (Zahl/ l) • Proz. Anteil Polymorphkerniger Leukozyten (PMNs) | <ul style="list-style-type: none"> • Zellbild: <ul style="list-style-type: none"> • PMNs (pro l) • Anteil PMNs in Prozent • Biopsie: <ul style="list-style-type: none"> • Klassifikation nach Krenn & Morawietz • > 5 Polymorphkernige/HPF („high power field“ = 400 x Vergrößerung) <p> Blutmanagement:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Präoperative Korrekturen • Cell-Saving • Tranexamsäure • Transfusionen <p> Erweiterte radiologische Diagnostik (Ala, Obturator, Lequesne, Pennal I u. II)</p> <p> Immer CT erwägen</p> <p> Angio-CT kann die Gefäßgefährdung exzellent darstellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • am Acetabulum, • inguinal bei aberrierenden Gefäßen („Corona mortis“). <p> Planung planar, besser dreidimensional mit CT</p> <p> Ein virtuelles Beckenmodell (iPad) unterstützt auch intraoperativ die topographische Orientierung!</p> <p> Ein haptisches Beckenmodell hilft bei der räumlichen Vorstellung und der Planung von Pfannenauswahl und -positionierung. Unter Umständen können daran die Anlage und Stellung der Lasche und des</p> | <p>Darmbeinzapfens genauer erfolgen!</p> <p> Rasur im Schambereich im OP-Vorbereitungsraum</p> <p> Immer Blasenkatheter</p> <p> Bei sehr ausgedehnten Eingriffen an die Möglichkeit eines Ureterkatheters denken</p> <p> Strahlendurchlässige OP-Tische mit Carbonplatten verbessern ungemein die intraoperativen Röntgenkontrollen!</p> <p> Kurzer Test mit Bildwandler vor der Desinfektion und Abdeckung</p> <p> Der Operateur überzeugt sich durch Mithilfe bei der Lagerung über:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die entlastenden Polsterungen • die Beckenstellung (Tilt, Lordose) • die Lage und Haftung der Neutralelektrode für die Hochfrequenzchirurgie. |
|--|--|--|

* DBZ = Darmbeinzapfen

7. OPERATIONSTECHNIK

7.1. Pfannenpräparation

- | Verzichten Sie nicht auf eine erneute Punktion mit anschließender:
 - Mikrobiologie
 - Zellzählung
 - Differential-Zellbild (Anteil segmentkerniger Granulozyten!)
 - | Resektion des Kapselregenerates und der Neosynovialis mit sorgfältiger und übersichtlicher Darstellung des Pfannenrandes, der Defekte und einliegenden (gelockerten) Implantaten.
 - | Histopathologie und Mikrobiologie von:
 - Weichteil,
 - Kapsel,
 - Neosynovialgewebe,
 - Interface,
 - Knochen.
 - | Unter Umständen Handschuhwechsel und jeweils neue, sterile Instrumente für die einzelnen Biopsien! Empfohlen sind mindesten 5 feingewebliche und 5 mikrobiologische Proben!
- | Excision von Verwachsungen und Narben im dorsalen Kapselbereich.
 - | Bei Kontrakturen der kleinen Außenrotatoren gezieltes Release der Sehnen („conjoined tendon“) an den Trochanteransätzen.
 - | Vollständige Entfernung und Resektion der Fremdkörper:
 - einliegendes Pfannen-Implantat,
 - Knochenzement,
 - Osteosynthese-Material (als potentielle Barrieren für Implantation).
 - | **Ventrocranial links bei 10 bis 11 Uhr, rechts bei 1 bis 2 Uhr** die Defektsituation gründlich darstellen:
 - Exposition des M. psoas und seiner Sehne,
 - sowie einer möglicherweise ausgeprägten Pars reflexa der Sehne des M. rectus femoris.

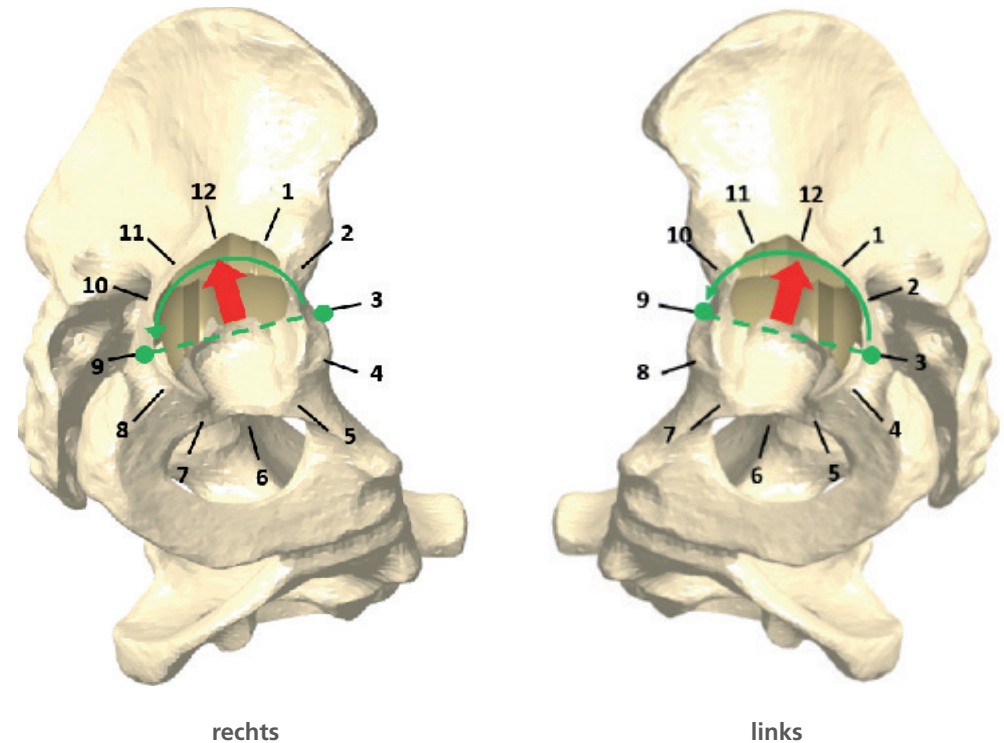
! TIPP

Nur wenn Biopsie und Mikrobiologie ohne Hinweis auf Infekt sind, sollte der Pfannenwechsel durchgeführt werden. Ansonsten nur Entfernung des liegenden Implantates und Infektsanierung.

! TIPP

Bei noch nicht schlüssigen Befunden hinsichtlich einer periprotetischen Infektion an Sonikation denken:

- | Prothesenmodule,
- | Zement entfernen!
- | Osteosynthesemittel.



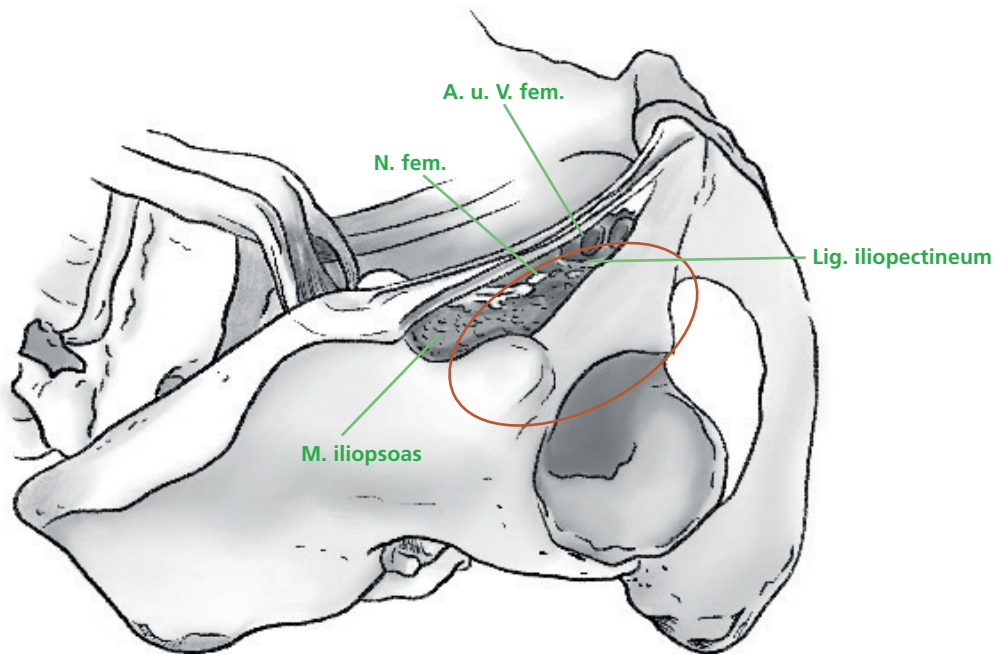
rechts

links

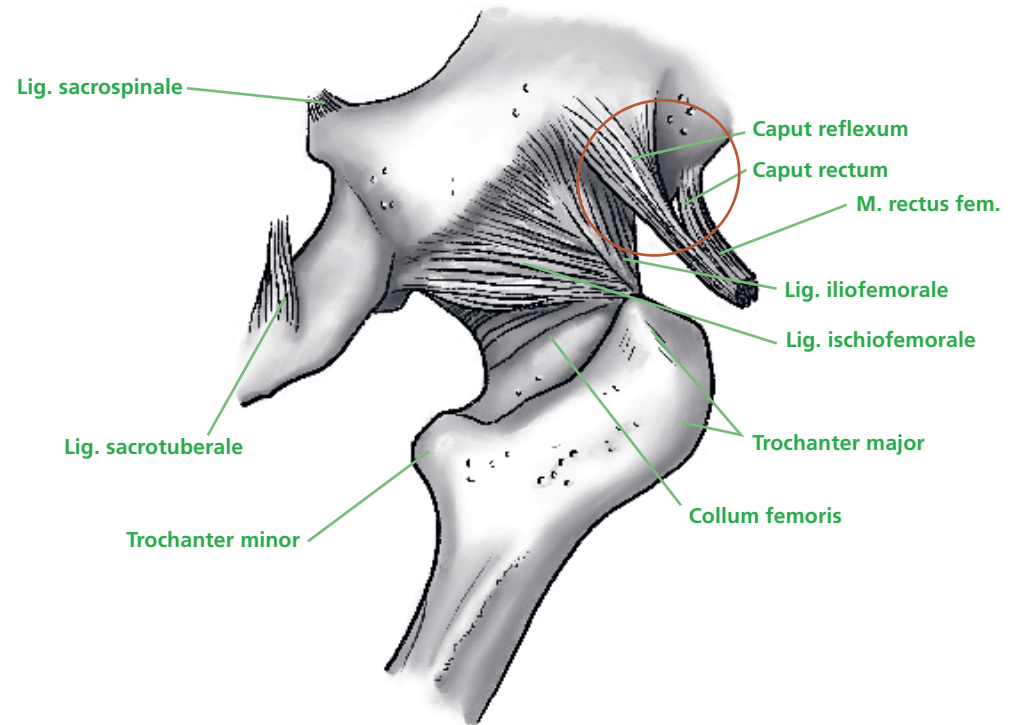
7. OPERATIONSTECHNIK

7.1. Pfannenpräparation

Exkurs Anatomie



Darstellung der Durchtrittsstelle Lacuna musculorum

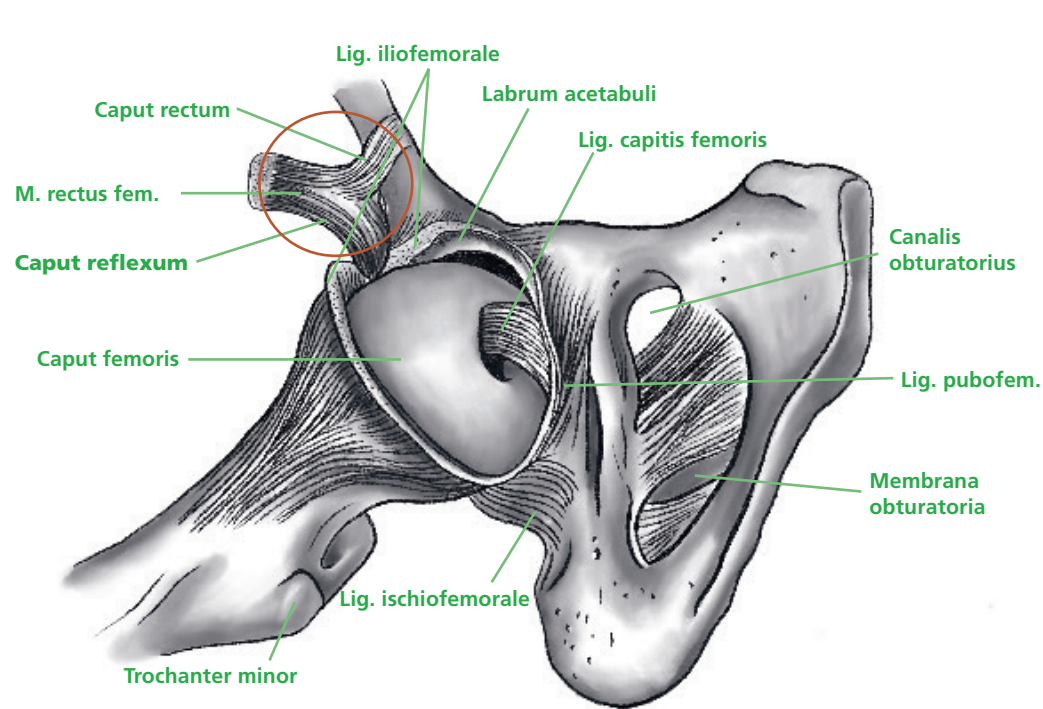


Bänder und Muskeln des Hüftgelenks I
Ansicht von dorsal

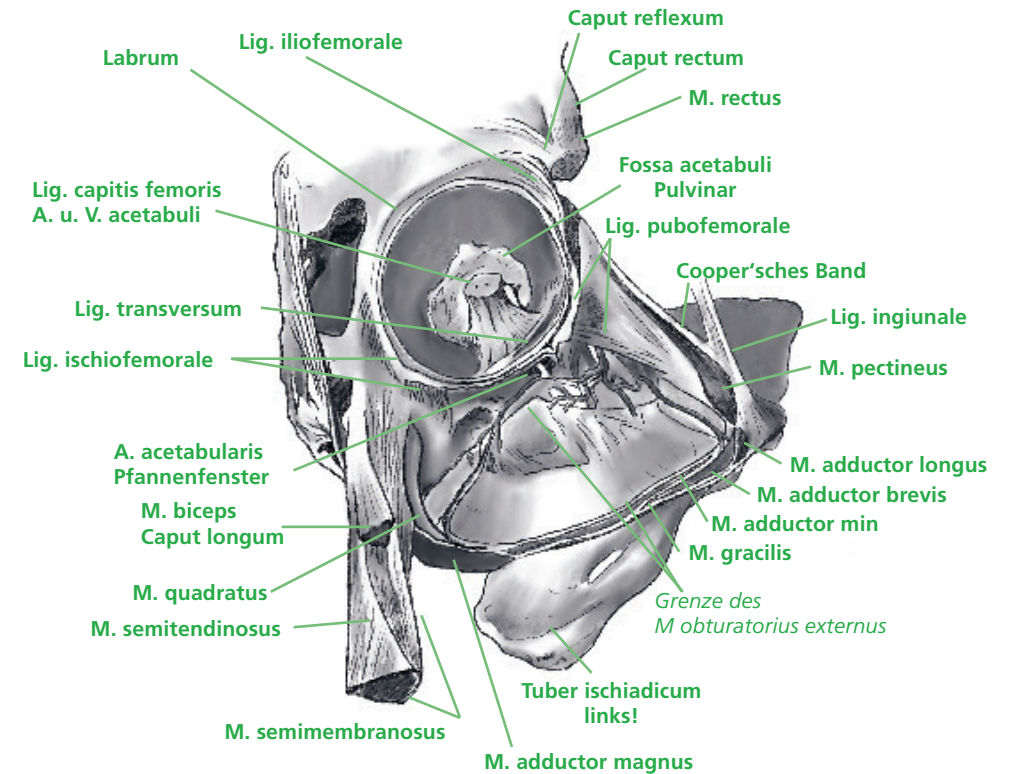
7. OPERATIONSTECHNIK

7.1. Pfannenpräparation

Exkurs Anatomie



Bänder und Muskeln des Hüftgelenks II



Bänder und Muskeln des Acetabulums III

7. OPERATIONSTECHNIK

7.1. Pfannenpräparation

- I Nach Exposition des Pfanneneingangs und Entfernung des einliegenden Implantats, Kürettage der Knochenoberfläche (Wand des Acetabulums), der Schraubenlager und Zystenformationen
- I Stabilitätsprüfung
 - knöcherner Pfannenrand,
 - Wand (Zifferblatt jeweils Sektor 90° oder Viertelstunden),
 - craniale u. dorsale Spongiosa („doctor's finger“),
 - Zentrum,
 - Lamina quadrilateralis,
 - Festigkeit des Iliosacralgelenkes, Beweglichkeit der Darmbeinschaukel („Flügel“).

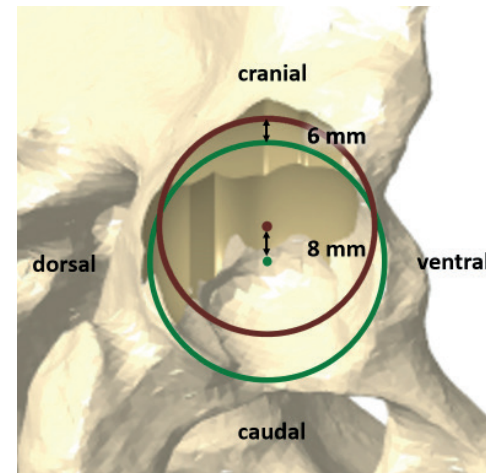
CAVE:

Bei drohenden oder bestehenden Diskontinuitäten die Festigkeit des Iliosacralgelenkes abklären. Vergleich mit radiologischer Beurteilung und Befund (evtl. aus dem CT)!

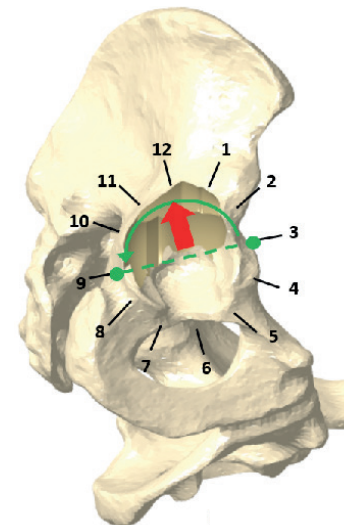
- I Vergleich virtuelle Planung und realer OP-Situs (Knochenlager) mit Hilfe einer Probepfanne.
 - Form und Größe,
 - Knochenfestigkeit und Beckenstabilität.
- I Frage nach:
 - Fräsung caudal mit kleinerer Größe (als geplant) beginnen.
- I Craniale Fräsung falls nötig ebenfalls mit kleiner Größe beginnen.
 - In Symmetrieebene nach 12 Uhr ausrichten!
 - Zentrum dieser Fräsung etwa 5 mm nach dorsal: **rechts** bei **ca. 11 Uhr**, **links** bei **ca. 1 Uhr**. Der Abstand der beiden Kugelzentren „cranial“ und „caudal“ beträgt 8 mm.
 - Fräsungen immer nur vorsichtig und mit sanftem Druck durchführen.

! TIPP

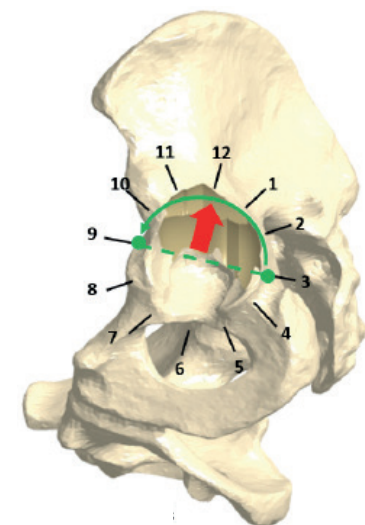
Fräsen mit dem Rückwärtsgetriebe kann für ein schadhaftes und strukturell reduziertes Knochenlager schonender sein!
(„inverted reamer technique“ oder „reverse reaming“)



Versatz der Außenkontur



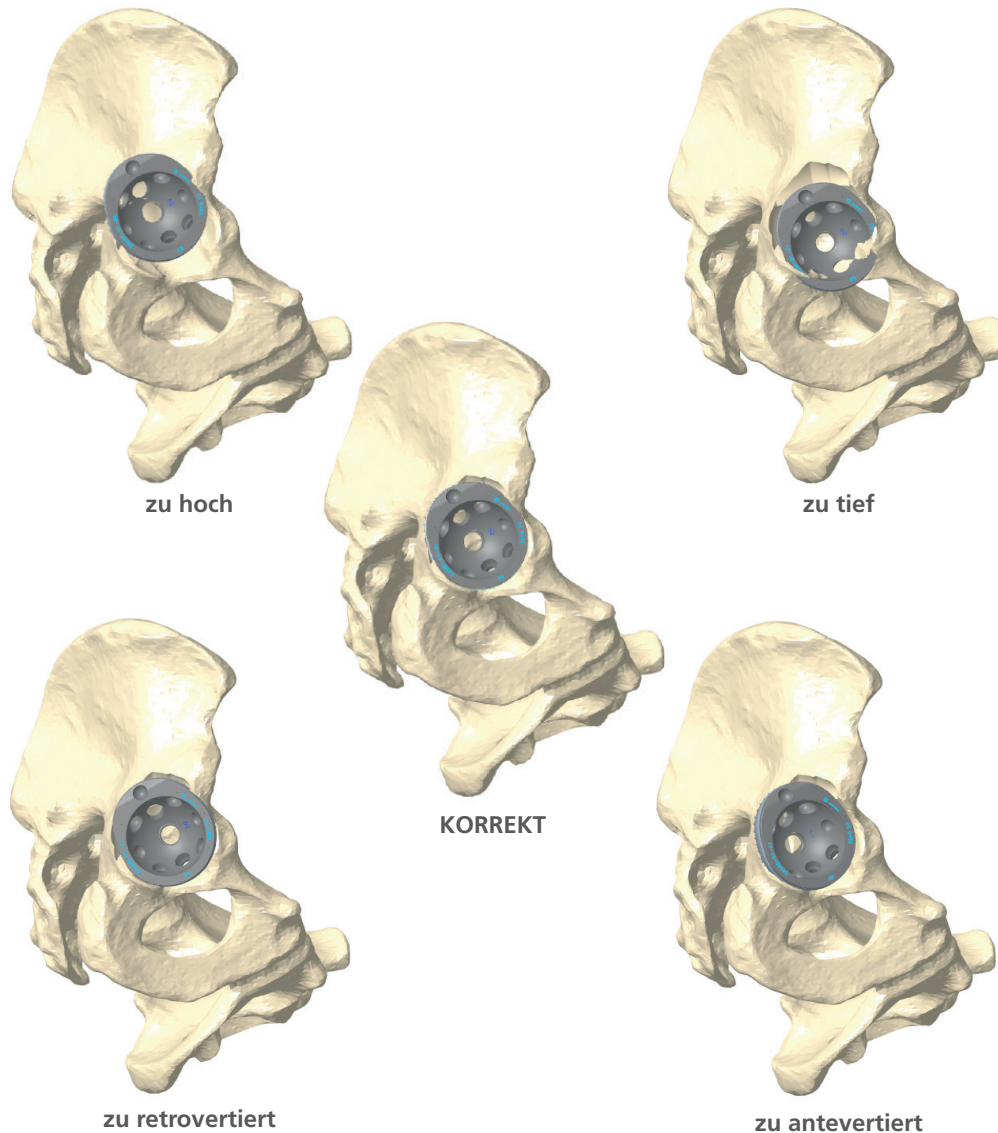
rechts



links

7. OPERATIONSTECHNIK

7.2. Intraoperative Bestimmung und Überprüfung der Inklination und Anteversion

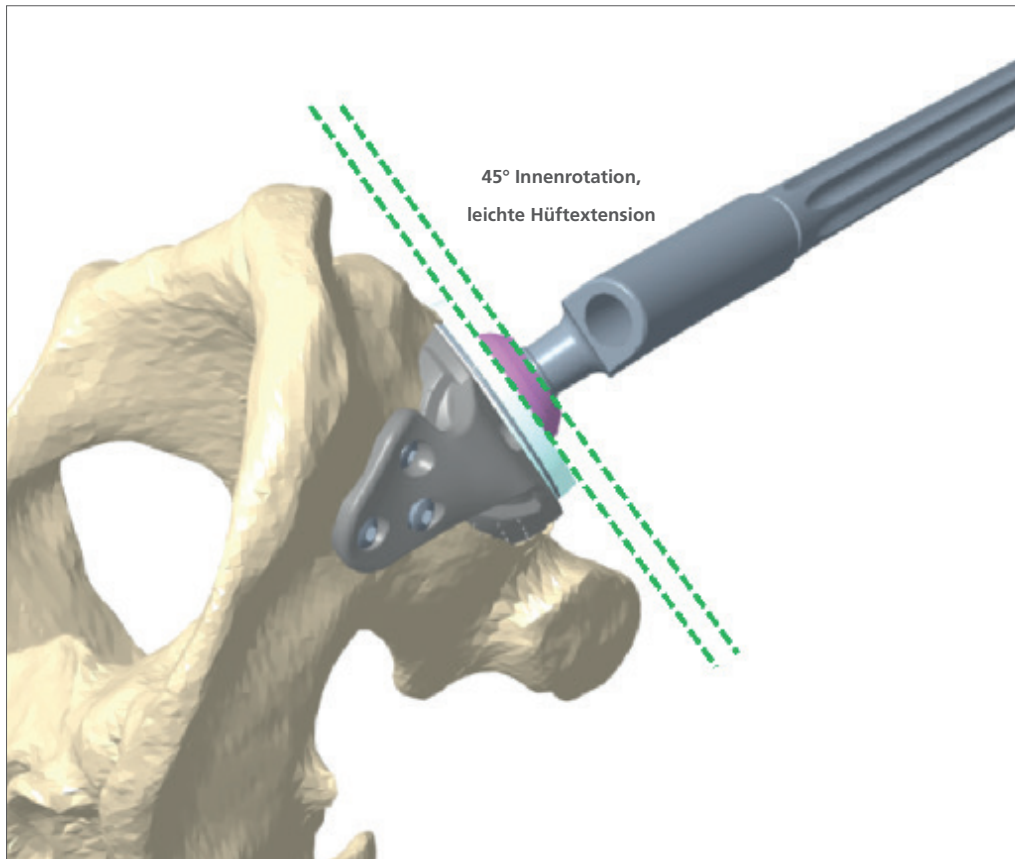


UNTERSCHIEDLICHE PFANNENSTELLUNGEN¹⁰

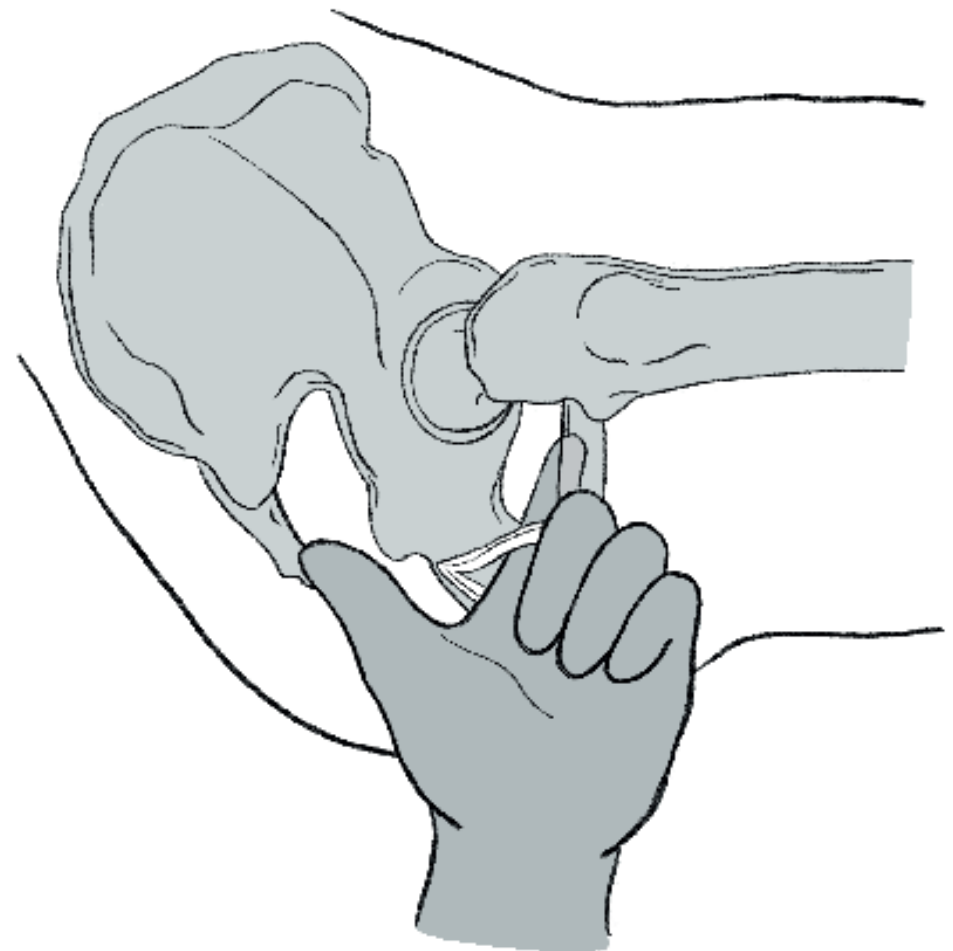
- | Neben den Stabilitätsprüfungen ist die Einschätzung von Inklination („abduction of the acetabulum“) und Anteversion der Pfanne ein wichtiges Merkmal ungestörter Funktion und sicherer Beweglichkeit.
- | Beim isolierten Pfannenwechsel mit Belassen des femoralen Implantates bleibt die Antetorsion (des Prothesenhalses) unveränderbar und vorgegeben!
- | Nicht selten hat sich auch beim Schenkelhals der angloamerikanische Begriff „Anteversion“ verbreitet.
- | Unter „kombinierter Anteversion“ („combined anteversion“) wird die Summe aus Anteversion der Pfanne und Antetorsion („anteversion“) des Schenkelhalses verstanden. Die „kombinierte Anteversion“ ist ein wichtiger Parameter zur Beschreibung der Luxationssicherheit.
- | Allerdings sind die Definitionen für die jeweiligen Stellungsparameter (Inklination, Anteversion) nicht einheitlich (Anatomie, Radiologie, Chirurgie), auch nicht die Bezeichnungen, gerade im internationalen Schrifttum: „inclination, anteversion, cover, abduction, tilt, opening, flexion, angle“!
- | Intraoperativ die beste Methode zur Beurteilung der „kombinierten Anteversion“:
 - Ranawat-Zeichen: Eine kombinierte Anteversion von etwa 45° ist erreicht, wenn bei leichter Extension und 45° Innenrotation des Beines der Hüftkopf parallel zur Eingangsebene des Acetabulums steht.¹¹
 - Steht bei dieser Untersuchung die Polachse, also die Linie durch Hals, Kopfmittelpunkt und Pol des Kopfes senkrecht zur Pfannenebene, dann ist die Inklination 45°.
- | Strenggenommen gelten diese Überlegungen nur für einen Schenkelhalswinkel (CCD-Winkel) von 135°.
- | Die entsprechenden Positionen und Winkel sollten jeweils mit den Pfannen-Probe-Implantaten überprüft werden!
- | Überhöhte Inlays („lipped inserts“) vergrößern die kombinierte Anteversion um etwa 20°.
- | Eine ungünstige Position der Überhöhung kann zu einem Impingement mit dem Hals des Prothesenstiels führen. Diese Kollisionen sind immer intraoperativ zu überprüfen und auszuschließen!

7. OPERATIONSTECHNIK

7.2. Intraoperative Bestimmung und Überprüfung der Inklination und Anteversion



Überprüfung der „kombinierten Anteversion“¹¹



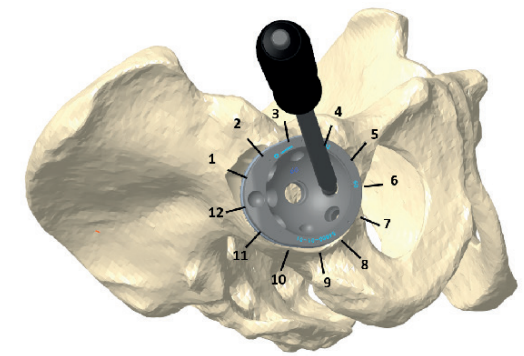
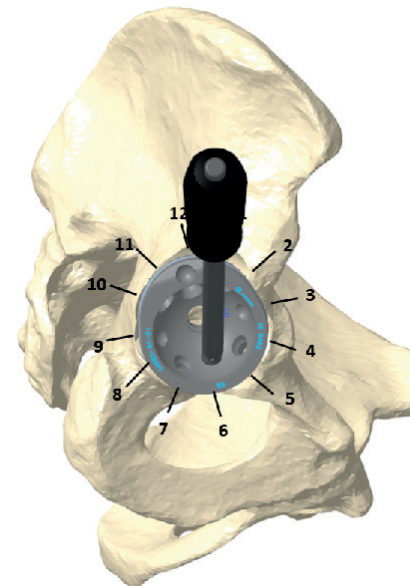
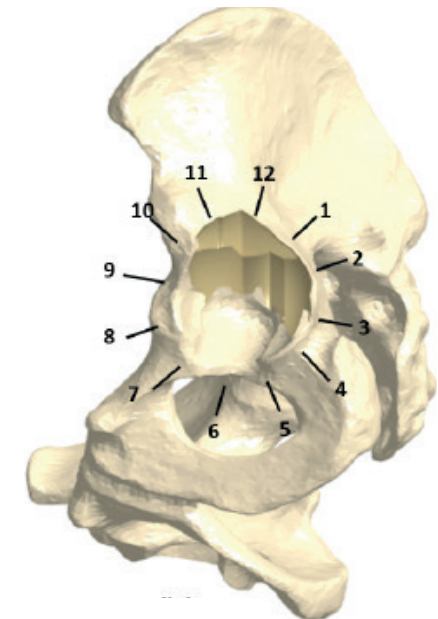
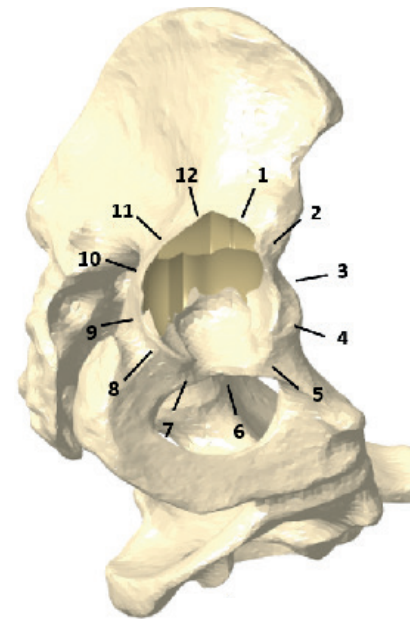
Überprüfung caudales Impingement¹²

- Die Anwendung von Offset-Adapterhülsen oder Offset-Köpfen können zusätzlich die kombinierte Anteversion um 7,5° steigern. Nicht alle Produkte sind hierfür zugelassen, wie z. B. die MRP-TITAN® Revisionsprothese.

7. OPERATIONSTECHNIK

7.3. Implantation MRS-TITAN® Standard

- | Implantation zunächst der Probepfanne der vorgesehenen Größe (Berücksichtigung des Press-Fit, z.B. Fräsung D1 = 50 mm gewünschter Press-Fit Originalimplantat 2mm => Implantatgröße 52 mm.
- | Probeimplantat 52 beinhaltet nur einen 1 mm Press-Fit, um den finalen Press-Fit abschätzen zu können!
- | Beurteilung des rückwärtigen Kontaktes zum Implantatlager.
- | Bei Bedarf Transplantation von Spongiosa (Knochenbank) in die:
 - ausgeschlagenen Schraubenkanäle,
 - Zysten, Kavernen und Resorptionshöhlen,
 - Kontaktlücken zum Implantat.
- | Allogenes Knochentransplantat:
 - ≤ 5 mm
 - in „Gitterkästchen“ mit Jet-Lavage entfetten,
 - nicht zu stark impaktieren,
 - keine Grenzschicht erzeugen, nur zum Ausgleich der Oberflächen!
 - evtl. mit Antibiotikum beladen.
 - Zu einer verbesserten Verteilung des Transplantates können die **PROBE Lehre/ Einschläger** aus dem System hilfreich sein!
 - Nutzen Sie zum Endpositionieren des Implantates vorzugsweise das kugelige **Einschlaginstrument (Nachschläger)**, indem Sie es an den angebrachten „Impaktionsmulden“ ansetzen.



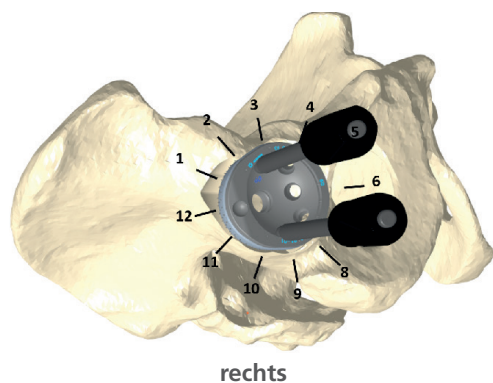
Bottom-T(w)o-Top

- | Beginnen Sie immer caudal (bottom):
 - **Rechts: 6 bis 8 Uhr**
 - **Links: 6 bis 4 Uhr**

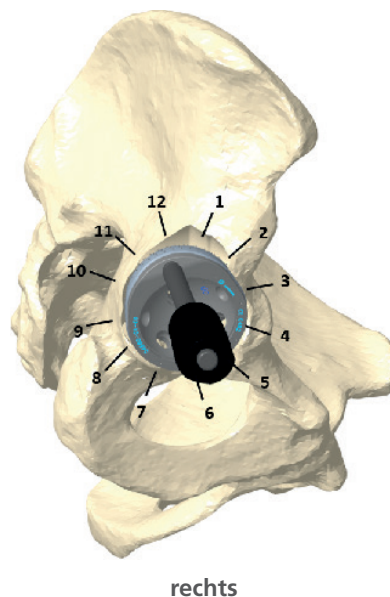
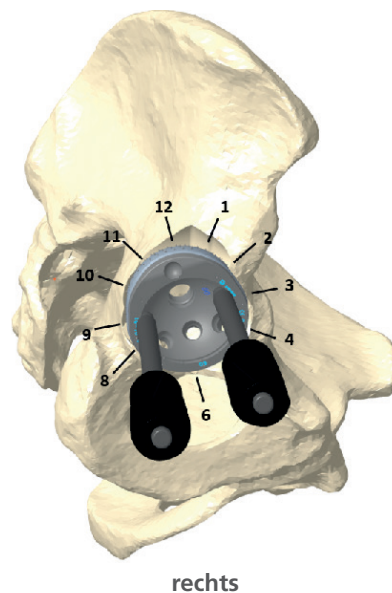
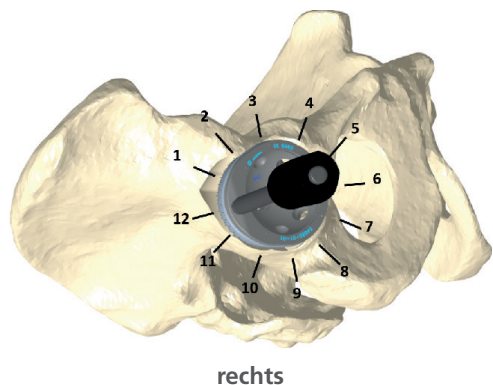
7. OPERATIONSTECHNIK

7.3. Implantation MRS-TITAN® Standard

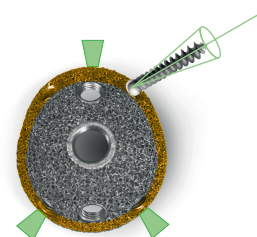
- Stellen Sie die **Anteversion** (20° bis 25°) am Äquator anterior und inferior („two“) durch Impaktion an den **Positionen 9 und 3 Uhr**, (also 2 Stellen = „two“) ein.



- Schließlich folgt das Einschlagen des oberen Implantatabschnitts („Top“). Damit legen Sie weitgehend die Inklination fest.



- Überprüfen Sie jetzt:
 - Festigkeit des Implantatsitzes durch steigenden Druck mit dem Nachschläger auf den metallischen Pfannenrand.
 - Kontakt zum Knochenlager an den Schraubenlöchern mittels:
 - Schraubenlängenmesslehre oder
 - feiner Ligaturklemme.
- Ein zuverlässiger Press-Fit wird durch eine Drei-Punkt-Verankerung im Winkel von 120° erreicht („Mercedes-Stern“).



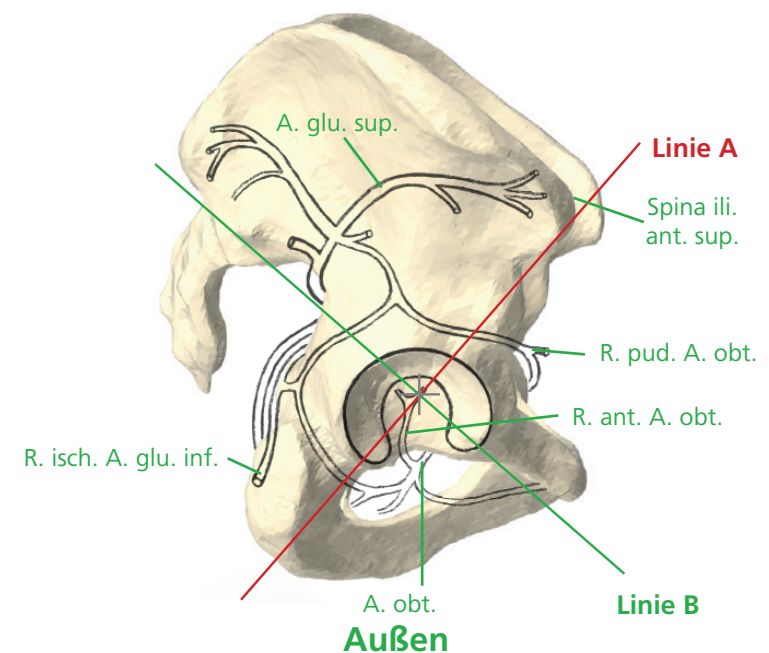
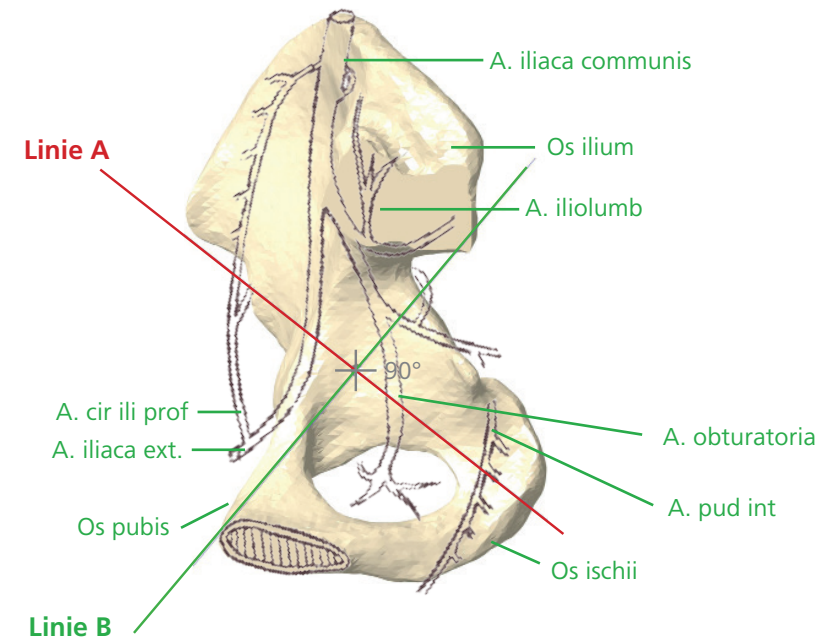
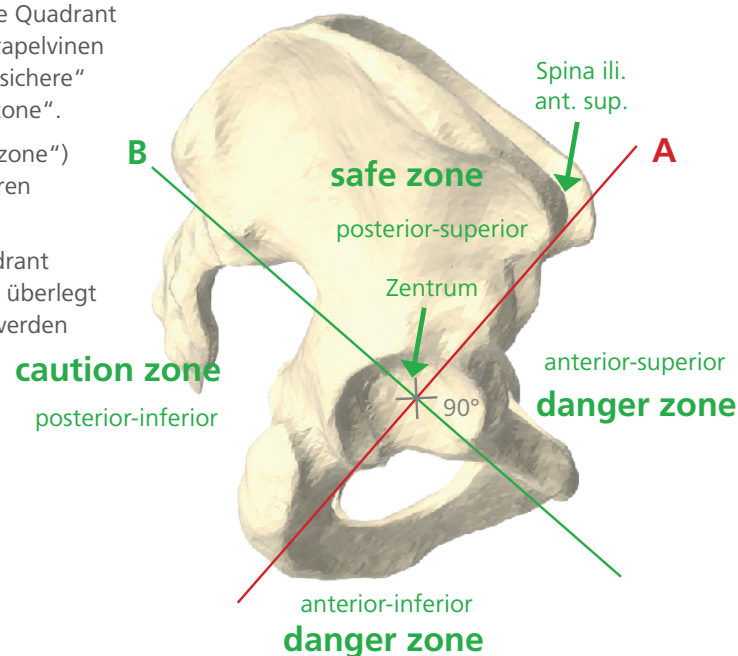
- Dorsal (links: 2 Uhr bis 3 Uhr und rechts: 9 Uhr bis 10 Uhr) darf die MRS-TITAN® Standard-Pfanne etwas überstehen, ebenso am cranialen Bereich (12 Uhr)!
- Vermeiden Sie eine zu steile Stellung des Implantats!
- Eine korrekte Pfannen-Positionierung sieht eine Inklination bis 50° und eine Anteversion von 20° bis 25° vor.

7. OPERATIONSTECHNIK

7.3. Implantation MRS-TITAN® Standard

- I Nutzen Sie zum Bohren der Schraubenkanäle unbedingt die Bohrhilfen, um eine zentrale Anlage zu erreichen und den Kontakt von Schraubengewinde mit der Pfanne zu vermeiden!
 - I Die Winkelvariabilität beträgt in jeder Richtung 7,5°.
 - I Position, Richtung und vor allem Länge der Schraubenbohrung müssen die beckenseitigen, neurovaskulären Strukturen berücksichtigen.
 - I Die längsten flexiblen Bohrer mit dem Durchmesser 3,2 mm bzw. 4,5 mm sind 70 mm lang.
- I Eine einfache Übersicht zu gefäßarmen Bereichen stammt von Ray C Wasielewski und seiner Gruppe (Pittsburgh/PA)¹³:
 - Linie von der Spina iliaca ant. sup. durch das Pfannenzentrum ist die Linie A und teilt das Becken bei Seitenansicht in einen anterioren und posterioren Abschnitt.
 - Eine Senkrechte zur Linie A, ebenfalls durch das Zentrum, wird als Linie B bezeichnet und erzeugt vier Quadranten:
 - posterior-superior
 - posterior-inferior
 - anterior-superior
 - anterior-inferior

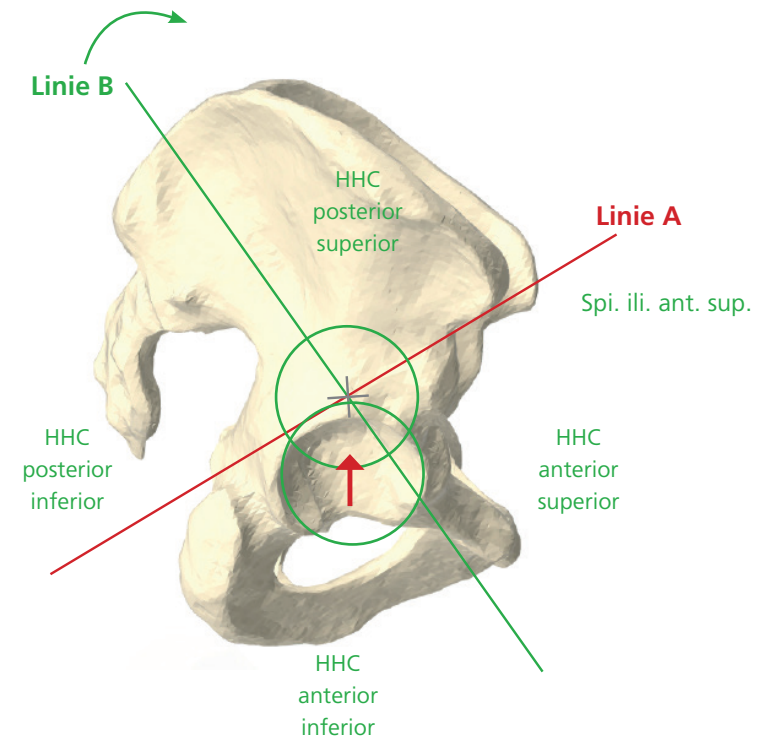
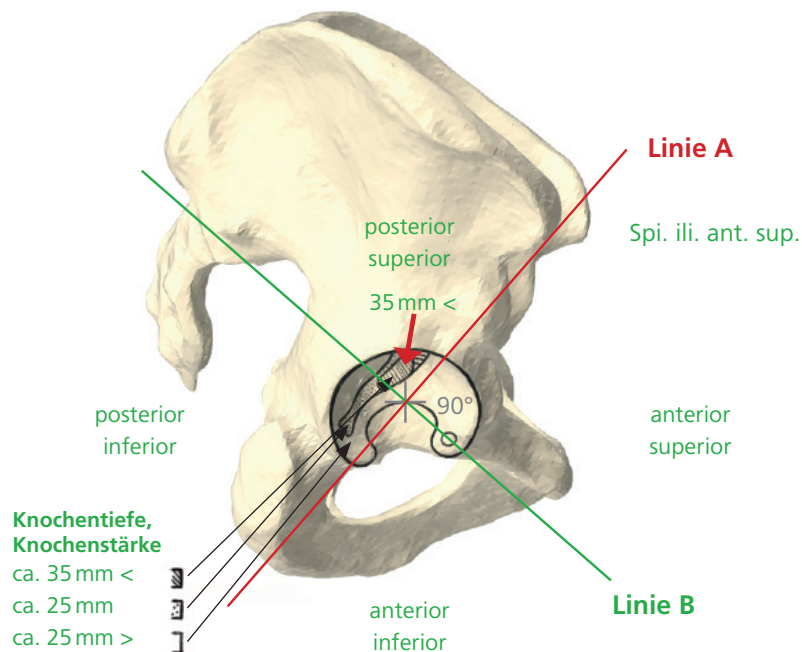
- I Der posteriore, superiore Quadrant wird hinsichtlich der intrapelvinen Gefäße als risikoarme, „sichere“ Zone betrachtet: „safe zone“.
- I Als gefährdet („danger zone“) gelten die beiden vorderen Quadranten.
- I Der hintere untere Quadrant sollte nur vorsichtig und überlegt mit Schrauben besetzt werden („caution zone“).



7. OPERATIONSTECHNIK

7.3. Implantation MRS-TITAN® Standard

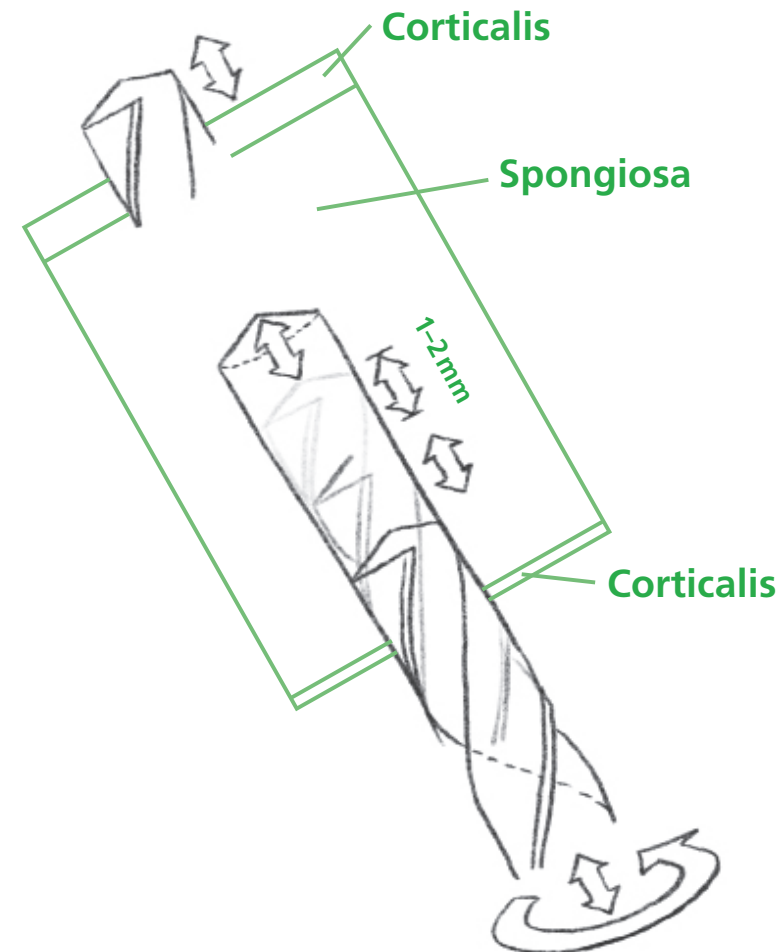
- I Die Richtung der Bohrung für die Spongiaschrauben ändert sich in der MRS-TITAN® Standard-Pfanne gegenüber einem regulären Primärimplantat auch im cranialen Anteil nicht. Lediglich die Lage in der Wandung wird etwas länger!
- I Bei hohen Hüftzentren („High Hip Center – HHC“) verändern sich die Lagebeziehungen:
 - Die Quadranten drehen sich etwas im Uhrzeigersinn.
 - Die Stärke des Beckenknochens wird im vorderen Anteil der „safe zone“ schmaler.
 - Der hintere obere Sektor wandert nach vorn unten in Richtung der „danger zone“!



7. OPERATIONSTECHNIK

7.3. Implantation MRS-TITAN® Standard

- I Sollte wegen der Defektsituation die MRS-TITAN® Standard mit dem kleineren Radius nach cranial implantiert werden (Off-Label-Use). Dadurch wandert das Hüftzentrum ebenfalls nach cranial. Es entsteht eine Art „**hohes Hüftzentrum**“ (HCC)! Dann sind Schraubenlagen am ventralen Rand der „safe zone“ nicht mehr ungefährlich!
 - I Der Nenndurchmesser der Schrauben für das Acetabulum (=Spongiosaschrauben) beträgt 6,5 mm.
 - I Design der Spongiosaschrauben („Verankerungsschrauben“):
 - Flachkopf,
 - Inbus (Hex) Innensechskant,
 - Schlüsselweite – SW 3,5 mm.
- 
- Spongiosaschraube Flachkopf**
- I Bohrer:
 - reduzierte Spongiosa: 3,2 mm,
 - feste Spongiosa: 4 mm o. 4,5 mm.
 - I Beim Bohren am Becken die Topographie der Gefäße beachten – „safe zone“.
 - I Bohren der Schraubenkanäle mit sanftem Druck und bei laufendem Vorwärtsgetriebe immer mit einem Schub von etwa 1 mm bis 2 mm den Widerstand an der Stirn des Bohrers fühlen und dann wieder kurz zurückziehen und wieder gegen die knöcherne Härte behutsam bohren.
 - I Schraubenlänge immer mit der Lehre messen, um den Sitz in der Gegencorticalis zu nutzen.
 - I Beim Bohren mit flexiblen oder Spiralansätzen keine Biegung über 70°. Es besteht dann die Gefahr der Verwindung des Ansatzes! Aus diesem Grund ist die Ausstattung mit zwei Ansätzen kein Luxus.
 - I Eingetretene Schäden immer mitteilen! Beschädigte Instrumente immer austauschen, damit immer funktionsfähige Instrumente für die OP vorliegen.
 - I Bleibt die Bohrung für eine Schraube über eine Strecke von etwa 40 mm im Dom, so braucht nicht tiefer vorangegangen werden, um die „Gegencorticalis“ zu erreichen!
 - I Nach einer alten Regel reicht der 5-fache Nenndurchmesser einer Schraube für einen sicheren Halt! Eine tiefere Bohrung erscheint auch nicht ungefährlich!



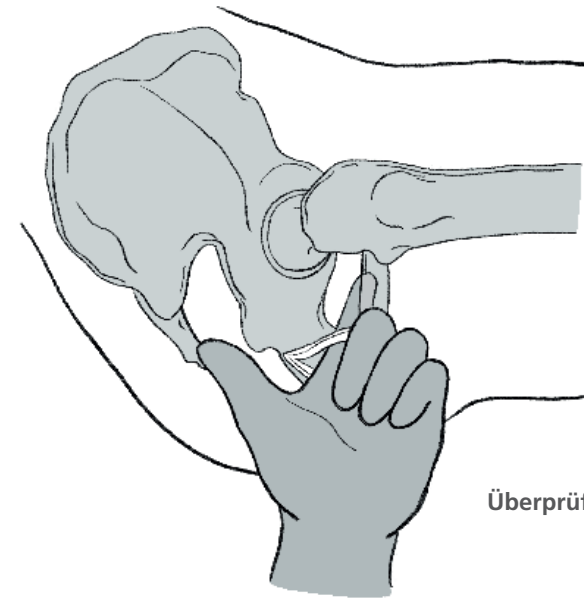
Bohrtechnik Spongiosaschraube

7. OPERATIONSTECHNIK

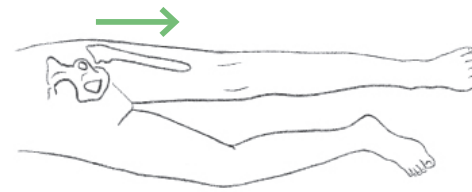
7.4. Implantation MRS-TITAN® Maximum ohne Darmbeinzapfen

- I Einsetzen und Implantation der Pfanne wie bereits zuvor in der „Bottom-T(w)o-Top“ Methode beschrieben.
 - I Bei der Fixierung mit Spongiosaschrauben, werden im ersten Schritt in der bewährten Weise die intra-acetabulären Schrauben (DOM-Schrauben) cranial besetzt.
 - I Im zweiten Schritt die Befestigung über drei bicorticale gesetzte Laschenschrauben.
 - I Lücken zur Lasche von etwas mehr als 2 mm sollten mit einem allogenen Knochentransplantat unterfüttert werden!
 - I Das entsprechende Polyethylen-Inlay wird durch einen leichten Hammerschlag eingesetzt. Die zuverlässige Verankerung wird durch einen Sprengring im Implantat erreicht.
- ! TIPP**

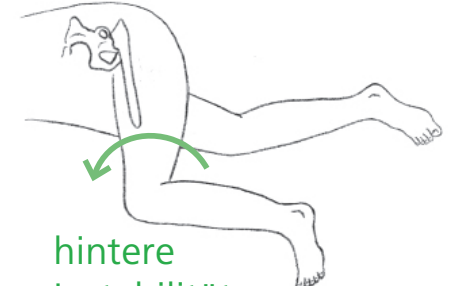
Vor Auswahl und Einsetzen des Polyethylen-Inlays sollte auf eine Probe-reposition nicht verzichtet werden, auch um mögliche Luxationstendenzen zu erkennen, denen man dann mit einem asymmetrischen Inlay begegnen kann.
- I Intraoperativ bleibt der sog. „Shuck-Test“ (Abbildung) eine einfache und wichtige Prüfung der Gelenkstabilität. Eine Stabilität ist dann erreicht, wenn der Kopf aus der Pfanne in Allgemeinnarkose nicht mehr als 5 mm herausgezogen werden kann. Bei rückenmarksnahen Anästhesieverfahren sollte dieser Abstand zum Zentrum des Acetabulums nur 3 mm betragen!
- Der „Shuck-Test“ wurde von Sir John Charnley beschrieben.
- I Weitere Tests einer sicheren Gelenkführung, auf die nicht verzichtet werden sollte, sind:
 - Beugung und Innenrotation – „Seitenschläfer“,
 - Streckung und Aussenrotation – „Treppabgehen“,
 - Knie- und Hüftbeugung mit axialem Druck auf die Oberschenkellängsachse – „Strumpf anziehen“.
 - I Wenn zwischen Calcar und Os ischii 3 Querfinger passen (Abbildung), muss nicht mit einem caudalen Impingement gerechnet werden.



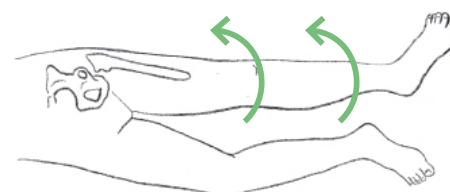
Überprüfung caudales Impingement¹²



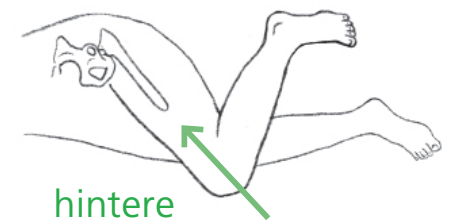
Shuck-Test n. Charnley



hintere Instabilität



vordere Instabilität



hintere Instabilität

Prüfung der Gelenkstabilität

7. OPERATIONSTECHNIK

7.5. Implantation MRS-TITAN® Maximum mit Darmbeinzapfen

- | Für den Grundkörper der MRS-TITAN® Maximum gilt bei der Implantation gleichermaßen die Regel „Bottom-T(w)o-Top“!
- | Bedarfsweise Transplantation von Bankknochen in Lücken und Höhlen schon vor der Probe.
- | Das entsprechende Probeimplantat (vielleicht anfangs eine Größe kleiner) zeigt die Stellung und den Kontakt der Lasche zum Os ilium
- | Mit einem Elektrokauter oder schmalen Meissel, Markierung der geplant endgültigen Laschenposition

! TIPP

Um ein einfaches und sicheres Eindrehen von Gewindeverbindungen zu gewährleisten, vor der Implantation der MRS-TITAN® Pfanne Verschlusschrauben und insbesondere auch die Sicherungsschraube des Iliumstieles (DBZ) zwei- bis dreimal am Instrumententisch ein- und ausdrehen, um Gewindebeschädigungen ausschließen zu können!

Ein zuvor durchgeführter Handschuhwechsel ist nicht verkehrt!

- | Vorläufige Fixation des Implantats mit zwei kurzen (20mm) Schrauben: eine Schraube im oberen Polbereich und im vorderen Schraubenloch der Lasche!
- | Die vorläufigen Verankerungsschrauben sind nach der Operation zu verwerfen!

CAVE:

Eine Formung der Lasche mit Schränkeisen oder Zangen führt zu Materialschäden und ist daher nicht erlaubt!

Mit Lasche ist ein möglichst flächiger Kontakt zwischen Lasche und Os ilium anzustreben. Wenn dies nicht erreicht werden kann, muss am Übergang vom Pfannenkörper zur Lasche Knochen am oberen Acetabulumrand entfernt werden. Dieses Vorgehen ist entscheidend, um eine Lateralisierung des Rotationszentrums der Pfanne zu vermeiden und einen sicheren Verlauf des Beckenzapfens zu gewährleisten.

- | Die erste Bohrung für den Darmbeinzapfen sollte nach Einsetzen der Reduzierhülse zunächst mit einem Kirschnerdraht erfolgen!

! TIPP

Die ideale Richtung der Bohrung zielt auf das Iliosacral-Gelenk!

- | Dabei darf das Os ilium nirgends perforiert werden, auch nicht an der Front des Bohrers – „vor und zurück“ – immer sollte ein knöcherner Widerstand bleiben. Bei guter Knochenqualität reichen Längen des Darmbeinzapfens von 30mm oder 50mm.
- | Mit dem Pedikeltaster kann zusätzlich die Länge der Bohrung überprüft werden, gleichzeitig wird die intraossäre Lage prüfbar.
- | Die weitere Vorbereitung des Knochenkanals für den Darmbeinzapfen erfolgt mit Stufenbohrer bzw. Kardanstufenbohrer.
- | Überprüfen Sie bitte nach jeder Bohrung den Kanal auf seine Lage im Dom und Os ilium mit den Tastoliven!
- | Eine intraoperative Kontrolle mit dem C-Bogen in Standardeinstellung und in einer Ansicht für „Ala“ und „Obturator“ sollte bei Zweifel vorgenommen werden!
- | Vergleichen Sie bitte die Röntgenkontrollen stets mit den präoperativen Planungen!

! TIPP

Winkelstellung und Design der Lasche von MRS-TITAN® Maximum Implantaten sind an originalen Beckenmodellen abgeformt und verfügen damit über eine sehr gute Passung.

Dieses bedeutet aber nicht die jeweils zwangsläufig korrekte Lage und Richtung des Darmbeinzapfens. Rechtzeitige, wiederholte, intraoperative Kontrollen mit dem Bildwandler und vorsichtiges Bohren bleiben unerlässlich!

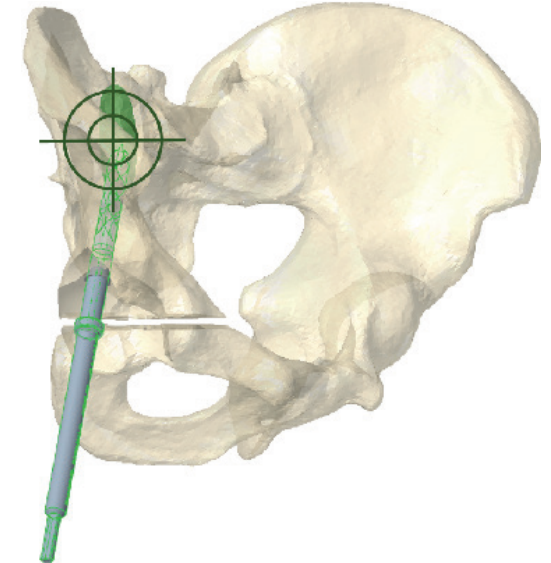
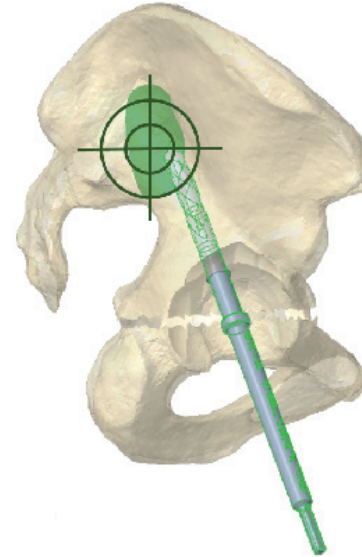
* DBZ = Darmbeinzapfen

7. OPERATIONSTECHNIK

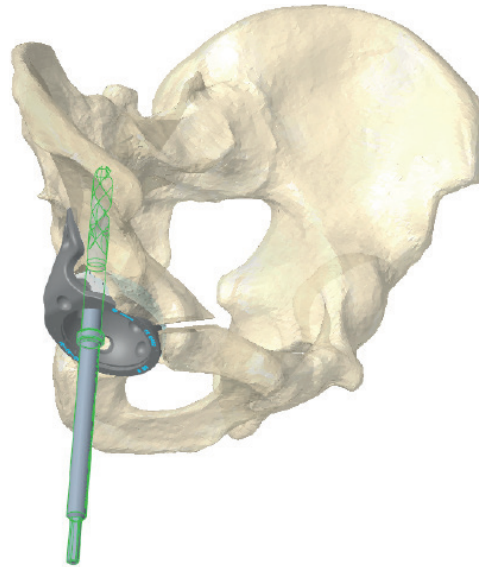
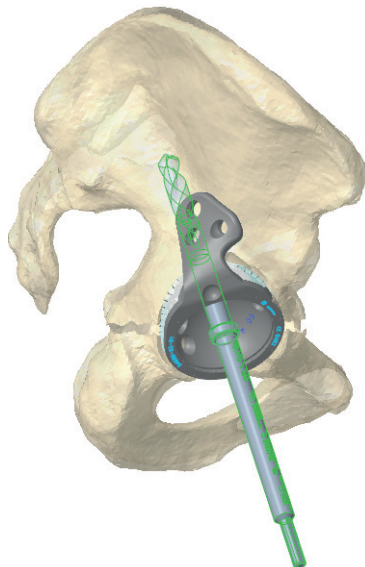
7.5. Implantation MRS-TITAN® Maximum mit Darmbeinzapfen



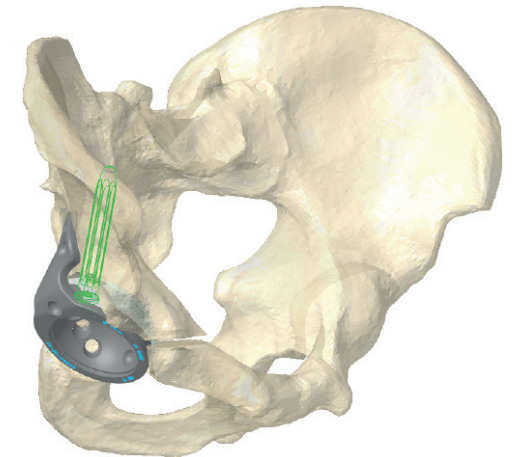
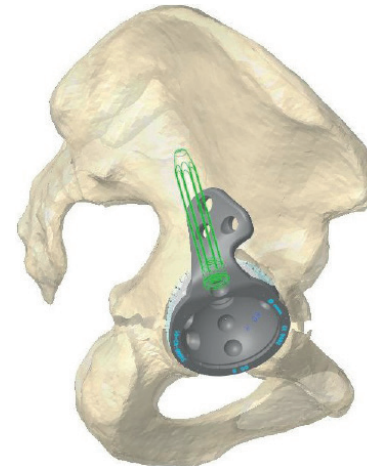
Ausgangssituation



Zielrichtung Iliosacral-Gelenk



Bohrung über liegendes Implantat mit Bohrhülse

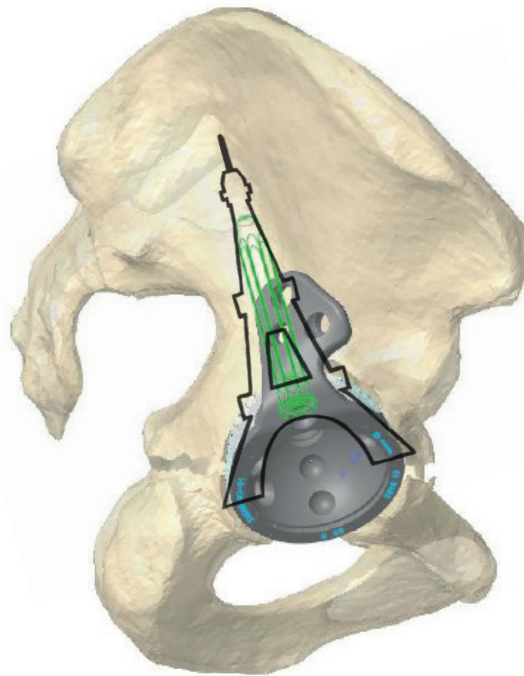


Lage Darmbeinzapfen

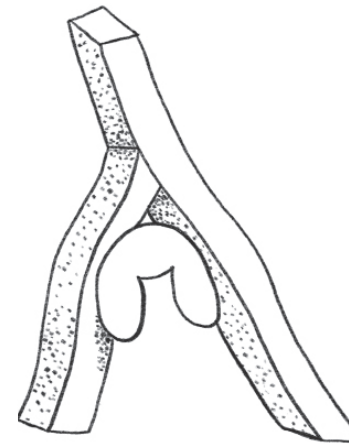
7. OPERATIONSTECHNIK

7.5. Implantation MRS-TITAN® Maximum mit Darmbeinzapfen

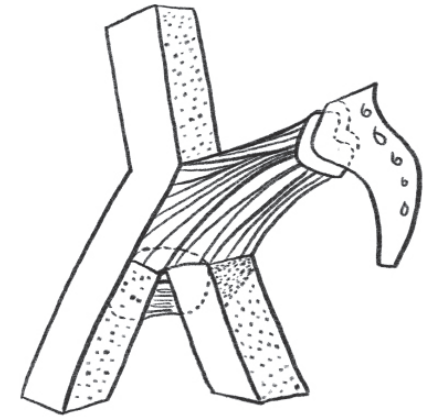
- | Schon kleine Kippungen und Rotationen können das Zapfenlager korrigieren.
- | Beim Einschlagen des Darmbeinzapfens ist auf einen schlüssigen Kontakt zum Pfannengrundkörper zu achten.
- | Hierzu werden daher zunächst die Bohrungen und Verschraubungen im cranialen, inneren Pfannenabschnitt vorgenommen.
- | Schon zwei Schrauben sorgen für eine gute Verankerung, drei allerdings sind noch günstiger!
- | Nach der cranialen Verschraubung wird der Zapfen mit der Sicherungsschraube-DBZ gesichert.
- | Das Eindrehen der Sicherungsschraube-DBZ ist leichter, wenn nach Einführung des Führungsstiftes die Schraube zunächst einige Umdrehungen rückwärts erfolgt. Dann stellen sich die Gewindeebenen planparallel ein und finden sicherer in das Gewinde.
- | Schließlich erfolgt die Schraubenanlage an der Lasche, vorzugsweise mit Befestigung in der äußeren und inneren Corticalis der Beckenschaukel.
- | Das untere, dorsale Schraubenloch sollte als letztes besetzt werden. Zur Vermeidung einer Kollision mit dem Darmbeinzapfen ist eine etwas nach vorne geneigte Bohrung angebracht. Dann bleibt man auch eher in der „safe zone“.



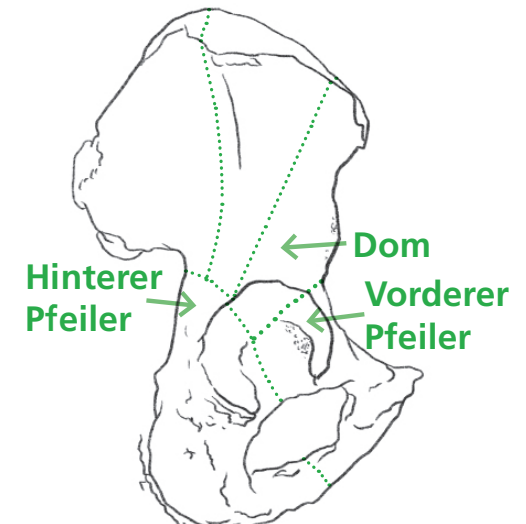
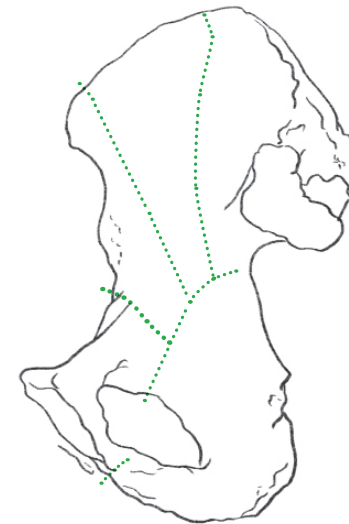
Darstellung der korrekten Implantatposition der MRS-TITAN® Maximum mit Hilfe des „Eiffelturms“. Die Spitze des „Eiffelturms“ weist, wie der Zapfen des Implantats, auf das Iliosacral-Gelenk.



Darstellung des hinteren und vorderen Pfeilers als umgekehrtes Y, welches die Hüftpfanne umfasst.¹⁴



Verbindung der beiden Säulen mit dem Kreuzbein durch den "Ischiaspfeiler".¹⁴



* DBZ = Darmbeinzapfen

7. OPERATIONSTECHNIK

7.6. Implantation MRS-TITAN® Inlay-Wechsel

- I Zum Entfernen des noch fest sitzenden Inlays können folgende Verfahren angewendet werden:
 - Eindrehen einer Spongiaschraube in das Polyethylen,
 - Meisselhebel,
 - Zangenhebel mit Schraubmechanismus.
- I Ein Inlay-Wechsel muss immer mit dem Austausch eines verbrauchten und damit deformierten Sprenglings einhergehen.

8. WECHSEL UND EXPLANTATION EINER MRS-TITAN® MAXIMUM TIPPS & TRICKS

- I Entfernung der intra-acetabulären Schrauben
- I Vorläufiges Belassen der Laschenschrauben

! TIPP

Inbus immer reinigen (K-Draht, Repositionshäkchen) und kurz lavagieren. Um einen zuverlässigen Sitz des Außensechskants im Schraubeninbus zu erreichen helfen oft milde Hammerschläge auf den Schraubendreher!

- I Zur Explantation des Darmbeinzapfens wird nach Entfernung der Sicherungsschraube-DBZ in das Gewinde des Zapfens ein Stab eingedreht und mit einem Schlitzhammer der Darmbeinzapfen ausgeschlagen (siehe Punkt 2.3.7 Ausschläger DBZ).

- I Kann die Sicherungsschraube-DBZ nicht aus der Pfanne entfernt werden, so bieten sich folgende Optionen an:

1. Entfernung der Laschenschrauben.
2. Versuch der Lockerung des Gesamtkonstruktes durch Applikation von leichten Hammerschlägen über einen Stößel an den Schraubenlöchern der Lasche. Dadurch entstehen kleine Rotationsbewegungen! Zuvor sollte mit kurvierten Meisseln (z. B. Murphy, Schwanenhals, „Explant“) die Pfanne aus ihrem Knochenlager gelöst werden!
3. Anbringen von Bohrungen in den Inbus der Sicherungsschraube-DBZ mit einem Bohrer für Metallentfernung
 - Anlage dieser Bohrungen über etwas mehr als den halben Umfang.
 - Zwischen die Bohrungen mit einem schmalen Lambotte-Meissel den Inbus trennen.

- Die Sicherungsschraube-DBZ kann dann meist entfernt werden.

4. Ausschlagen der MRS-TITAN® Maximum über ein Knochenfenster im dorsalen Os ilium, das jetzt den Zugang zur Spitze des Darmbeinzapfens ermöglicht!

CAVE:

Bei der mechanischen Bearbeitung von Titanimplantaten entsteht immer eine starke Sprühfunkenentwicklung. Schützen Sie umgebendes Weichteil mit feuchten Bauchtüchern!

* DBZ = Darmbeinzapfen

9. LITERATUR

1. Zhang J, Hu Y, Ying H, Mao Y, Zhu Z, Li H. Reliability and validity test of a novel three-dimensional acetabular bone defect classification system aided with additive manufacturing. BMC Musculoskelet Disord. 2022;23(1):432. doi: [10.1186/s12891-022-05365-y](https://doi.org/10.1186/s12891-022-05365-y).
2. Paprosky WG, Perona PG, Lawrence JM. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty. A 6-year follow-up evaluation. J Arthroplasty. 1994;9:33-44. doi: [10.1016/0883-5403\(94\)90135-X](https://doi.org/10.1016/0883-5403(94)90135-X).
3. D'Antonio JA. Periprosthetic bone loss of the acetabulum. Classification and management. Orthop Clin North Am. 1992;23:279-290.
4. Wirtz DC, Jaenisch M, Osterhaus TA, Gathen M, Wimmer M, Randau TM, Schildberg FA, Rössler PP. Acetabular defects in revision hip arthroplasty: a therapy-oriented classification. Arch Orthop Trauma Surg. 2020;140(6):815-825. doi: [10.1007/s00402-020-03379-6](https://doi.org/10.1007/s00402-020-03379-6).
5. Telleria JJ, Gee AO. Classifications in brief: Paprosky classification of acetabular bone loss. Clin Orthop Relat Res. 2013;471(11):3725-3730. doi: [10.1007/s11999-013-3264-4](https://doi.org/10.1007/s11999-013-3264-4).
6. Brown EC III, Kelly S. Determination of hip center. In: Bono JV, McCarthy JC, Thornhill TS, Bierbaum BE, Turner RH (eds). Revision total hip arthroplasty. Springer, New York - Berlin - Heidelberg, 1999.
7. Emerson RH Jr, Head WC. Dealing with the deficient acetabulum in revision hip arthroplasty: the importance of implant migration and use of the jumbo cup. Semin Arthroplasty. 1993;4(1):2-8.
8. Jasty M. Jumbo cups and morsalized graft. Orthop Clin North Am. 1998;29(2):249-254. doi: [10.1016/s0030-5898\(05\)70323-0](https://doi.org/10.1016/s0030-5898(05)70323-0).
9. Wang Q, Wang Q, Liu P, Ge J, Zhang Q, Guo W, Wang W. Clinical and radiological outcomes of jumbo cup in revision total hip arthroplasty: A systematic review. Front Surg. 2022;9:929103. doi: [10.3389/fsurg.2022.929103](https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.929103).
10. Archbold HA, Mockford B, Molloy D, McConway J, Ogonda L, Beverland D. The transverse acetabular ligament: an aid to orientation of the acetabular component during primary total hip replacement: a preliminary study of 1000 cases investigating postoperative stability. J Bone Joint Surg Br. 2006;88(7): 883-886. doi: [10.1302/0301-620X.88B7.17577](https://doi.org/10.1302/0301-620X.88B7.17577).
11. Blumfeld TJ. Pearls: Clinical Application of Ranawat's Sign. Clin Orthop Relat Res. 2017;475(7): 1789-1790. doi: [10.1007/s11999-017-5376-8](https://doi.org/10.1007/s11999-017-5376-8).
12. Amuwa C, Dorr LD. The combined anteversion technique for acetabular component anteversion. J Arthroplasty. 2008;23(7):1068-1070. doi: [10.1016/j.arth.2008.04.025](https://doi.org/10.1016/j.arth.2008.04.025).
13. Wasielewski RC, Cooperstein LA, Kruger MP, Rubash HE: Acetabular anatomy and the transacetabular fixation of screws in total hip arthroplasty. J Bone Joint Surg. 1990;72(4):501-508.
14. Letournel E, Judet R. Fractures of the acetabulum. Springer, New-York, 1964

10. AKTUELLE INFORMATIONEN

Sind zwischen dem Ausgabe-/Revisionsdatum und dem Konsultationsdatum mehr als zwei Jahre vergangen, fordern Sie bitte bei Ihrem autorisierten PETER BREHM GmbH Vertreter oder bei PETER BREHM GmbH über **www.peter-brehm.de** oder **+49 (0) 9135 7103-0** aktuelle Produktinformationen an.

Datum der Ausgabe oder der letzten Überarbeitung: 2025-02-25

Technische Änderungen vorbehalten.

Weitere Informationen erhalten Sie bei PETER BREHM GmbH oder Ihrem autorisierten PETER BREHM GmbH Vertreter.

Durch neue klinische Erfahrungen ist es möglich, dass sich bestimmte Verfahren ändern. PETER BREHM GmbH empfiehlt den regelmäßigen Besuch von Weiterbildungskursen.

Der Praktische Ratgeber ersetzt nicht die Instrumentationsanleitung und Gebrauchsanweisung MRS-TITAN® Standard und Maximum.

! HINWEIS

Diese Broschüre richtet sich ausschließlich an Ärzte und dient nicht zur Information von medizinischen Laien. Die Informationen über die in der Broschüre enthaltenen Produkte und/oder Verfahren sind allgemeiner Natur und stellen weder einen ärztlichen Rat noch eine ärztliche Empfehlung dar. Da diese Informationen keinerlei diagnostische oder therapeutische Aussage über den jeweiligen medizinischen Einzelfall treffen, sind individuelle Untersuchungen und die Beratung des jeweiligen Patienten unbedingt erforderlich und werden durch diese Broschüre weder ganz noch teilweise ersetzt.

Die in dieser Broschüre enthaltenen Angaben wurden von medizinischen Experten und qualifizierten PETER BREHM Mitarbeitern nach bestem Wissen erarbeitet und zusammengestellt. Es wird größte Sorgfalt auf die Korrektheit und die Verständlichkeit der dargebotenen Informationen verwendet. Inhalt, Zusammenstellung, Struktur und Darstellung dieser Broschüre sind urheberrechtlich geschützt. Die Verbreitung und Vervielfältigung – auch auszugsweise – von Daten und Informationen dieser Broschüre (Bilder, Texte, Formulierungen, Übersichten) sind ohne vorherige schriftliche Zustimmung der PETER BREHM GmbH untersagt. Bei Bedarf können Sie ein Nutzungsrecht gerne anfragen.

D

PETER BREHM GmbH
Am Mühlberg 30
91085 Weisendorf
DEUTSCHLAND
Tel.: +49 (0) 9135 – 7103 – 0
Fax: +49 (0) 9135 – 7103 -16
www.peter-brehm.de