

EXACTECH | SCHULTER

Operationstechnik



equinox[®]

Plattform Schultersystem
Primär und Reverse

INHALTSVERZEICHNIS

EINFÜHRUNG	1
SYSTEMSPEZIFIKATIONEN.....	2
EQUINOXE PRIMÄR OP-TECHNIK ÜBERBLICK	4
AUSFÜHRLICHE OPERATIONSTECHNIK	7
INDIKATIONEN	7
KONTRAINDIKATIONEN	7
PRÄOPERATIVE PLANUNG.....	7
PATIENTENLAGERUNG.....	8
OPERATIVER ZUGANG	8
HUMERUSPRÄPARATION.....	9
Humeruskopfresektion	9
Festlegen der Kopfgröße.....	10
Eröffnung des Humerusschafts.....	10
Raspeln des Humerusschafts	11
Einsetzen des Humerusschafts	11
Zementieren der Press-Fit Prothese	12
Humerusschaftschutz.....	12
GLENOIDPRÄPARATION	13
Zugang zum Glenoid	13
Beurteilung der Glenoidsituation	14
Auswahl des Glenoids.....	14
Fräsen des Glenoidimplantats	15
Präparation des zementierten	
Zapfen- und Cageglenoids	17
Präparation des zementierten	
Kielglenoids.....	18
Zementieren des Zapfen-/Kielglenoids ..	19
Zementieren des Cageglenoids	20
Entfernen des Cageglenoids	21
HUMERUSKOPFPOSITIONIERUNG	22
Auswahl der Replikatorplatte.....	22
Aufsetzen der Replikatorplatte.....	22
Einstellung der Kopfposition	22
Beurteilen des Bewegungsumfangs	23
Fixierung der Drehmomentschraube	24
Aufschlagen des Humeruskopfes.....	25
Revision einer Hemiprothese	
zu einer TEP	25
WUNDVERSCHLUSS	26
POSTOPERATIVE REHABILITATION	26

EQUINOXE REVERSE OP-TECHNIK	
ÜBERBLICK.....	27
AUSFÜHRLICHE OPERATIONSTECHNIK	30
INDIKATIONEN	30
KONTRAINDIKATIONEN	30
PRÄOPERATIVE PLANUNG.....	30
PATIENTENLAGERUNG.....	31
OPERATIVER ZUGANG	31
Deltapektoraler Zugang	31
Superolateraler Zugang	31
HUMERUSPRÄPARATION.....	32
Humeruskopfresektion.....	32
Eröffnung des Humerusschafts	33
Raspeln des Humerusschafts	33
Einsetzen des Humerusprotheschafts.....	34
Humerusschaftschutz	34
GLENOIDPRÄPARATION	34
Zugang zum Glenoid.....	34
Fräsen des Glenoids.....	35
Fräsen mit Führungsspitze	36
Fräsen mit kanülierten Fräsern.....	36
Bohren des Hohlzapfenlochs über	
Bohrlehre	37
Einsatz von Knochenmaterial	
in den Hohlzapfen	38
Implantation der Glenoidplatte	38
Einsetzen der Probeglenosphäre	40
PROBEREPOSITION MIT HUMERUS-	
ADAPTERPLATTE UND -INLAY.....	42
EINSETZEN DER ENDGÜLTIGEN	
IMPLANTATE	43
WUNDVERSCHLUSS DELTOPEKTORAL.....	46
WUNDVERSCHLUSS SUPEROLATERAL	46
ENTFERNEN DER GLENOsphäre.....	46
POSTOPERATIVE REHABILITATION	47
IMPLANTATE	48
INSTRUMENTE	50

EQUINOXE® SCHULTERSYSTEM ENTWICKLUNGSTEAM :

Lynn A. Crosby, MD
Medical College of Georgia

Thomas W. Wright, MD
University of Florida

Pierre-Henri Flurin, MD
Surgical Clinic of Bordeaux, Merignac (France)

Joseph D. Zuckerman, MD
NYU Hospital for Joint Diseases

EINFÜHRUNG

Mit dem Equinoxe[®] Schultersystem wird der Begriff „anatomisch“ neu definiert. Das Primärsystem ermöglicht eine unabhängige Anpassung aller vier anatomischen Parameter *in situ*. Das optimierte Design der inversen Ausführung Equinoxe Reverse minimiert sowohl das Risiko eines «Notchings» an der Skapula als auch die auf das Glenoid wirkenden Drehmomente. Die Komponenten des Reversesystems lassen sich problemlos mit den Primärschäften und den Plattformschäften des Fraktursystems kombinieren.

Die Gestaltung aller Schäfte des Systems als Plattformschäfte ermöglicht dem Operateur, sich intraoperativ für eine Hemiarthroplastik, eine primäre Total-Schulterendoprothese oder eine inverse Schulterprothese zu entscheiden bzw. nahtlos auf eine inverse Prothese zu wechseln, sollte eine Revision erforderlich werden.

Wir danken Ihnen für Ihre Entscheidung, dieses System in Erwägung zu ziehen. Am Anfang des Entwicklungsprozesses stand die Identifikation jener Problemfelder, die die Mitglieder unseres Teams bei Schulterimplantationen ausgemacht hatten. Zudem berücksichtigten wir die ausführlich dokumentierten Probleme und Komplikationen, die Operateure bei anderen Systemen beobachten konnten. Es war unser Ziel, hierfür Lösungen zu entwickeln und wir sind überzeugt, dass das Equinoxesystem deutlich verbesserte Möglichkeiten bietet, die Anatomie des Patienten wiederherzustellen. Dafür wurden folgende Eigenschaften umgesetzt:

EQUINOXE PRIMÄR

Patentierete Replikatorplatte. Erlaubt es *in situ*, sowohl Retro- und Anteversion als auch den Kopf-Halswinkel zu variieren, ohne Probekomponenten und eine separate Montagestation zu benötigen.

Anatomische Glenoidoptionen. Die Glenoidkomponenten sind sowohl mit Kiel- als auch Zapfenfixierung erhältlich. Zudem erlauben zwei unterschiedliche Glenoidradien die Kombination aller Glenoidgrößen mit allen Humeruskopfgrößen, ohne das optimale Radienverhältnis aufzugeben.

Das neue **Cage Glenoid** verbindet die Vorteile eines Press-Fit Glenoids mit denen eines zementierten Implantats.

Intraoperative Flexibilität. Erlaubt es dem Operateur, ohne Entfernung des Schafts von einer Total-Schulterprothese auf eine inverse Prothese umzusteigen.

EQUINOXE REVERSE

Minimiertes Skapulares Notching. Die Equinoxe Reverse lateralisiert den Humerus durch die Verwendung größerer Glenosphären und eine Reduktion des Humerushalswinkels. Das innovative Design der Glenoidplatte beinhaltet einen eingebauten Offset, der die Glenosphäre nach distal in eine Position verschiebt, die ein Impingement des Humerusinlays an das inferiore Glenoid verhindert.^{1,2}

Verbesserte Fixierung des Glenoids. Der Press-Fit Hohlzapfen erzeugt eine stabile Primärfixierung. Zudem wird die Glenoidplatte mittels Kompressionsschrauben fixiert, die mit bis zu 30° winkelvariabel gesetzt werden können und so auch in minderer Knochenqualität optimalen Sitz der Schrauben sicherstellen.

Revisionsfreundlich. Die sechs Schraubenlöcher auf der Glenoidplatte gewährleisten eine optimale Schraubenplatzierung, selbst wenn ein zuvor implantiertes Kiel- oder Zapfenglenoid entfernt und zu einer Reverseprothese umgestellt werden soll.

Knochenhaltend. Die humeralen Reversekomponenten erfordern kein Auffräsen des proximalen Humerus, da die Humerusadapterplatte samt Inlay oberhalb der Resektionsfläche aufgebaut wird. Folglich ist die Größe der Glenosphäre nicht wie bei anderen Systemen durch die humerale Pfannengröße limitiert.

Wir haben uns bemüht, diese Operationstechnik umfassend und verständlich zu gestalten. Dennoch wollen wir nicht versäumen, zu betonen, dass Operationen zum Schultergelenkersatz sehr anspruchsvolle Eingriffe sind, die nur von erfahrenen Operateuren durchgeführt werden sollten. Wenn Sie sich zum ersten Mal mit einer primären oder inversen Schulter auseinandersetzen wollen, erwägen Sie bitte eine der folgenden Möglichkeiten, um sicherzustellen, dass Sie mit der Operationstechnik wirklich vertraut sind:

- Hospitation bei einem erfahrenen Kollegen
- Betrachten eines Schultergelenkersatzes auf DVD
- Teilnahme an einem Workshop an Kunstknochen oder Humanpräparaten

Gern unterstützen wir Sie bei einer oder mehreren dieser Maßnahmen, um sicherzustellen, dass Sie und Ihr OP-Personal „einen guten Tag im OP“ erleben.

Mit kollegialen Grüßen,

Lynn A. Crosby, MD | Pierre-Henri Flurin, MD | Thomas W. Wright, MD | Joseph D. Zuckerman, MD

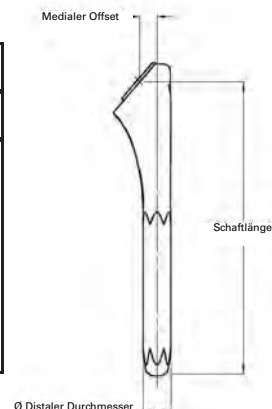
SYSTEMSPEZIFIKATIONEN

(Alle Angaben in Millimeter)

Humerusschaft

Distaler Ø	Länge*	Inhärenter medialer Offset	Material	Oberflächenbeschaffenheit		Geometrie	
				Proximal	Distal	Proximal	Distal
7	100	7,5	Ti-6Al-4V	Grad 16 sandgestrahlt	hochglanzpoliert	trapezförmig	zylindrisch mit Abflachung
9	105						
11	110						
13	115	9,5					
15	120						
17	125						

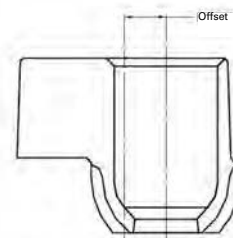
*Gemessen von der distalen Spitze bis zur Mitte des proximalen sphärischen Bohrlochs



Replikatorplatte

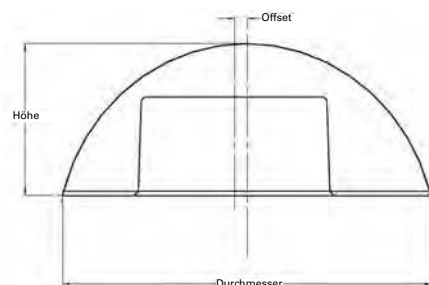
Offset	Material	Offset Bereiche*		Winkel Bereiche (°)	
		Med/Lat	Ant/Post	Inklination	Version
1,5	Ti-6Al-4V	0-14	0-6	125-140	+/- 7,5
4,5					

* Berücksichtigt den Effekt von Kopf-Offsets



Humeruskopf

Ø	Höhe			Glenoid		
	Flach	Mittel	Hoch	Offset	Kurvierung	Material
38	16	19		0	Alpha	Co-Cr
41	16	20		0		
44	17	21		1,5		
47	18	22	26	1,5	Beta	
50	19	23	27	1,5		
53	20	24	28	1,5		



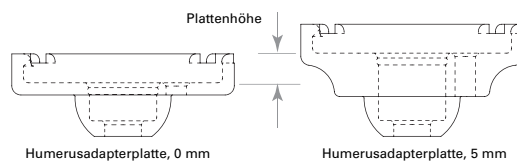
Glenoid

Größe	Fixierung	Material	Radienversatz	Design
S	Zapfen / Kiel / Cage	Formgepresstes UHMWPE	Mittelwert: 5,5	Anatomisch (Birnenförmig)
M				
L				
XL*	Zapfen /Cage			

* auf Anfrage

Kombinationsmöglichkeiten Humerus-Inlay/-adapterplatte

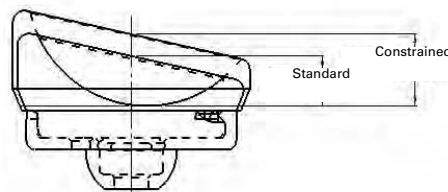
	Höhenaufbau: Platte und Inlay		Material
	+0 mm Humerus-Inlay (Standard/Constrained)	+2,5 mm Humerus-Inlay (Standard/Constrained)	
Humerus-adapterplatte, 0 mm	0	2,5	Ti-6Al-4V
Humerus-adapterplatte, 5 mm	5	7,5	
Humerus-adapterplatte, 10 mm	10	12,5	
Humerus-adapterplatte, 15 mm	15	17,5	



* auf Anfrage

Humerus-Inlay - Inlaytiefe

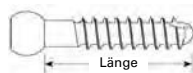
	Standard (+ 0 mm und + 2,5 mm)	Constrained (+ 0 mm und + 2,5 mm)	Material
38 Humeral Liners	8,5	12,0	Formgepresstes UHMWPE
42 Humeral Liners	8,8	12,6	
46 Humeral Liners*	8,9	13,1	



* auf Anfrage

Kompressionsschraube

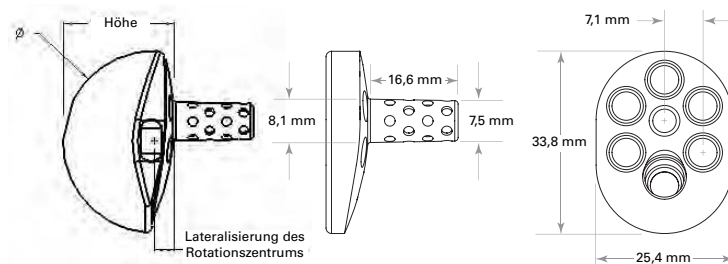
Außen Ø	Länge	Farb-kodierung	Material
4,5	18	Weiß	Ti-6Al-4V
	22	Schwarz	
	26	Orange	
	30	Blau	
	34	Rot	
	38	Grün	
	42	Gelb	
	46	Lila	



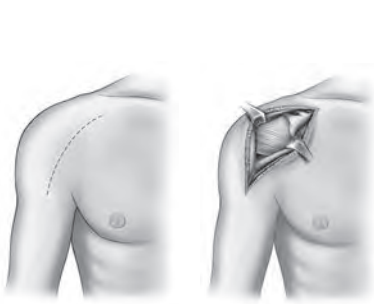
Glenosphäre/Glenoidplatte

	Ø	Höhe	Material	Durchschnittliche Lateralisierung des Rotationszentrums
38 Glenosphäre	38	23,1	Co-Cr	2
42 Glenosphäre	42	25,1		
46 Glenosphäre*	46	27,1		

* auf Anfrage



EQUINOXE PRIMÄR OP-TECHNIK IM ÜBERBLICK



A Schnitt und Zugang



B Resektion des Humeruskopfes



E Raspeln des Humerusschafts



F Einführen des original Schafts



G Aufsetzen des Schaftschutzes



J Kanülierte Fräser: Einsetzen des K-Drahts, Fräsen und Bohren des zentralen Lochs über den K-Draht



K Vorbereitung des Zapfenglenoids



N Eindrücken des Zements



O Zementieren und Eindrücken des Glenoids



C Messung Kopfhöhe und Durchmesser



D Aufbohren des Humerusschafts



H Auswählen des Glenoidimplantats



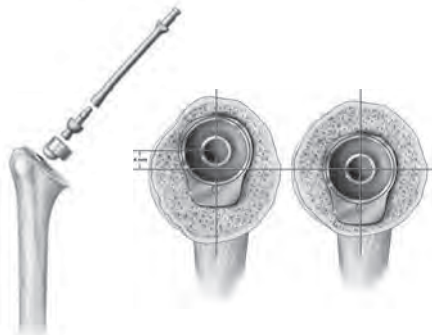
I Fräser mit Führungsspitze:
Bohren des zentralen Lochs und
Fräsen des Glenoids



L Vorbereitung des
Kielglenoids



M Implantation des Probeglenoids



P Auswählen und Aufsetzen der Replikatorplatte
(i. d. R. 4,5 mm Offset)



Q

Einstellung einer optimalen Abdeckung der Resektionsfläche mittels Doppelsexcenter



R

Überprüfung des Bewegungsumfangs



S

Festziehen der Drehmomentschraube, bis der superiore Anteil abreißt



T

Aufschlagen des Humeruskopfes

AUSFÜHRLICHE OPERATIONSTECHNIK

INDIKATIONEN

Das Equinoxe Schulterssystem dient der Behandlung degenerativer Erkrankungen oder Frakturen des Schultergelenks bei ausgewachsenen Patienten, deren behandelnder Arzt die Total- oder Hemiarthroplastie als geeignetste Behandlungsmethode bestimmt hat.

- Die langen/Revisionsschäfte, die Frakturschäfte und alle PE-Glenoidkomponenten sind zur Fixierung mit Knochenzement vorgesehen.
- Die Press-Fit Humerusschäfte sind zur zementfreien Anwendung vorgesehen, können jedoch auf Wunsch des Arztes ebenfalls mit Zement verwendet werden.
- Die Humeruskomponenten des Reversesystems sind zur Verwendung mit Zement vorgesehen, können jedoch auch zementfrei verwendet werden, wenn die zementfreie Humeruskomponente nach Beurteilung des Operateurs gut fixiert und stabil erscheint.
- Die Humerusköpfe werden sowohl für die zementpflichtigen als auch die zementfreien Versorgungen verwendet.

Klinische Indikationen für PRIMÄRE (P), LANGE-/REVISIONS-(L/R) und PLATTFORMFRAKTUR (F) Humeruskomponenten:

P	L/R	F	Indikationen
✓	✓	✓	Rheumatoide Arthritis, Osteoarthrose, Osteonekrose oder posttraumatische degenerative Pathologien
✓	✓		Angeborene Anomalien des ausgewachsenen Skeletts
✓			Primäre und sekundäre Nekrose des Humeruskopfes
✓		✓	Humeruskopffraktur mit Dislokation der Tuberkula
✓	✓		Pathologien, bei denen eine Arthrodese oder Resektionsarthroplastik des Humeruskopfes nicht indiziert sind
✓	✓		Revisionen von Humerusprothesen, wenn andere Versorgungen versagt haben (sofern eine adäquate Fixierung erzielt werden kann)
		✓	Dislozierte 3- oder 4-Fragment-Frakturen des oberen Humerus
	✓		Spiralfrakturen oder andere Frakturen des mittleren Humerus (in Kombination mit degenerativen Erscheinungen des Schultergelenks)
	✓		Revisionen fehlgeschlagener vorangegangener Rekonstruktionen, die eine distale Verankerung erfordern
✓	✓		Wiederherstellung der Mobilität nach vorangegangenen Verfahren (z.B. vorangegangene Fusion)
✓	✓	✓	Rotatorenmanschetten Arthropathie

Das **Equinoxe Reverse Schulterssystem** dient der Behandlung degenerativer Erkrankungen des Schultergelenks bei gleichzeitig weitgehend zerstörter, irreparabler Rotatorenmanschette bei ausgewachsenen Patienten. Die Equinoxe Reverse Schulter ist zudem bei einem fehlgeschlagenen glenohumeralen Gelenkersatz indiziert, der zu einer superioren Migration des Humeruskopfes geführt hat.

Der **Equinoxe Plattform Frakturschaft** ist wiederum bei ausgewachsenen Patienten indiziert mit

- dislozierter Drei- oder Vierfragmentfraktur des proximalen Humerus (Hemiarthroplastik),
- akuter Fraktur des proximalen Humerus mit Versagen des glenohumeralen Gelenks (Schulterarthroplastik) mit Glenoidersatz
- akuter Fraktur des proximalen Humerus in Verbindung mit einer degenerativen Erkrankung des Schultergelenks bei gleichzeitig weitgehend zerstörter, irreparabler Rotatorenmanschette, die zu einer superioren Migration des Humeruskopfes geführt hat (dann inverse Schulterarthroplastik).

Der Equinoxe Plattform Frakturschaft ist stets zementpflichtig.

KONTRAINDIKATIONEN

Die Verwendung des Equinoxe Schultersystems ist bei folgenden Bedingungen kontraindiziert:

- Osteomyelitis des proximalen Humerus oder der Skapula; bei einer systemischen Infektion oder wenn eine entfernte Sekundärinfektion zu befürchten oder diagnostiziert ist, sollte die Implantation verschoben werden, bis der Infekt ausgeheilt ist.
- Ungeeigneter oder deformierter Knochen, welcher der Prothese keine ausreichende Fixierung und Abstützung bieten würde.
- Neuromuskuläre Störungen, welche keine Kontrolle über das Gelenk zulassen.
- Signifikante Verletzungen des Plexus brachialis.
- Nicht funktionsfähiger M. deltoideus.
- Erhöhte Wahrscheinlichkeit eines frühen Prothesenversagens, bedingt durch Alter, Gewicht oder Aktivitätsgrad des Patienten.
- Der Patient ist nicht bereit oder in der Lage, den postoperativen Anweisungen zu folgen.
- Missbrauch von Alkohol, Drogen oder anderen Substanzen.
- Jede Erkrankung, welche die Funktion oder Lebensdauer des Implantats negativ beeinflussen könnte.

PRÄOPERATIVE PLANUNG

Nach einer gründlichen Anamnese und Funktionskontrolle des Bewegungsumfanges sollten zur Beurteilung von Gelenkspalt, ossären Deformitäten und Abrieb des Glenoids Röntgenbilder erstellt werden. Folgende Röntgenansichten sind sinnvoll:

1. eine „true A/P“ Ansicht des glenohumeralen Gelenks (30 Grad Außenkipfung)
2. eine laterale Aufnahme der Scapula
3. eine axiale Aufnahme

Bei Patienten mit Arthritis kommt es regelmäßig zu verschieden stark ausgeprägtem posterioren Abrieb am Glenoid (mit posteriorer Subluxation des Humeruskopfes). Ist signifikanter Abrieb am Glenoid nicht auszuschließen, kann eine CT-Aufnahme zur weiteren Beurteilung der knöchernen Anatomie hilfreich sein.

Ein Riss der Rotatorenmanschette ist bei Patienten mit Arthritis relativ selten. Der Zustand der Rotatorenmanschette kann während der Operation beurteilt werden. Somit sind MRT oder Sonographien nicht routinemäßig zu empfehlen, sondern bleiben der Entscheidung des Operateurs überlassen.

Für die präoperative Planung und zur Bestimmung der Größen stehen Röntgensablonen für Humerusschaft, Humeruskopf und Glenoid zur Verfügung.

PATIENTENLAGERUNG

Der Patient sollte in Rückenlage auf dem OP-Tisch gelagert werden. Für eine modifizierte „Beach Chair“-Position wird der Kopfteil des Tisches um 30 Grad erhöht. Eine kleine Nackenrolle kann lateral hinter die zu operierende Schulter positioniert werden. Damit der Oberarm ohne Einschränkungen durch den OP-Tisch in maximale Streckung gebracht werden kann, wird der Patient am Rand des Tisches gelagert. Als Alternative kann eine „Captain's Chair“ oder ähnliche Lagerunterstützung für die Patientenposition gewählt werden. Um jegliche Lagerungsänderungen des Patienten während der Operation zu vermeiden, sollte der Patient am OP-Tisch fixiert werden.

Sobald der Patient gesichert ist, wird das Bewegungsausmaß der oberen Extremität mit besonderem Augenmerk auf die Außenrotation beurteilt. Bei eingeschränkter Außenrotation (z. B. Innenrotationskontraktur) ist eine Mobilisierung oder ein Release des Supscapularis erforderlich. Um einen vollständigen Zugang zum Operationsgebiet und uneingeschränkte Mobilität während der Operation zu haben, sollte der ganze Oberarm vorbereitet und abgedeckt werden.

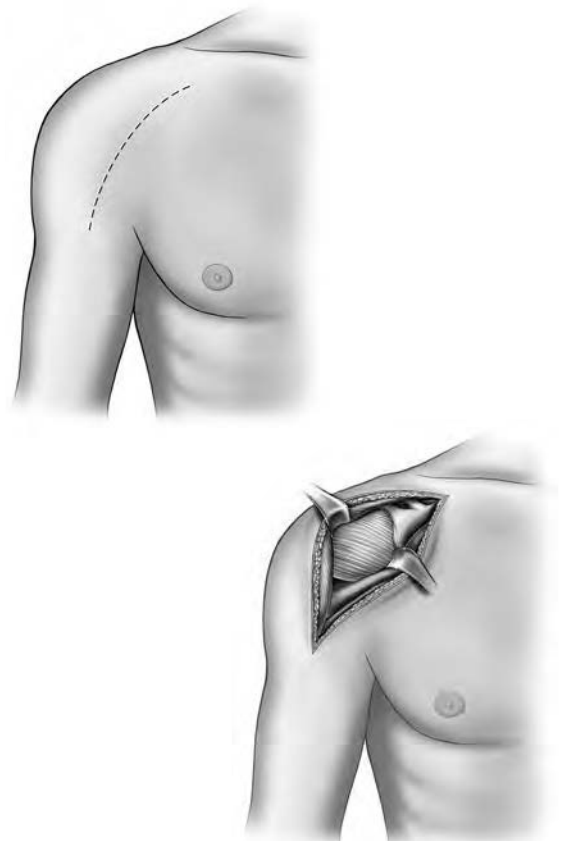
OPERATIVER ZUGANG

Es wird ein anterior deltopektoraler Schnitt inferior der Clavicula beginnend, über das Coracoid hinweg und nach distal zum Deltoidansatz erweiternd gesetzt. Medial und lateral werden subkutane Gewebelappen geschaffen und der Bereich zwischen dem M. deltoideus und dem M. pectoralis identifiziert.

Über der V. cephalica liegt häufig dünnes Fettgewebe. Die Eröffnung wird in der Regel medial der V. cephalica durchgeführt; es kann je nach Präferenz des Operateurs auch ein Zugang lateral der Vene gewählt werden. Äste der V. cephalica an der Zugangsseite werden gekautert und der Zugang von inferior nach superior eröffnet, um die Fascia clavipectoralis darzustellen.

Der Vorteil, die V. cephalica mit dem M. deltoideus wegzuhalten, besteht darin, dass die meisten Äste vom Deltoid her kommen. Der Nachteil ist, dass die Vene mehr im Zugangsbereich liegt und gefährdeter ist, von den Retraktoren verletzt zu werden, wenn diese den superioren Bereich kreuzen.

Der subdeltoide Bereich wird mit einem Spreizer mobilisiert. Die Fascia clavipectoralis wird der Länge nach bis zum Ligamentum coracoacromiale (welches belassen wird) eingeschnitten. Die «conjoined tendon» wird mobilisiert. Um starke Zugkräfte an der «conjoined tendon» zu verhindern, wird ein selbsthaltender Haken



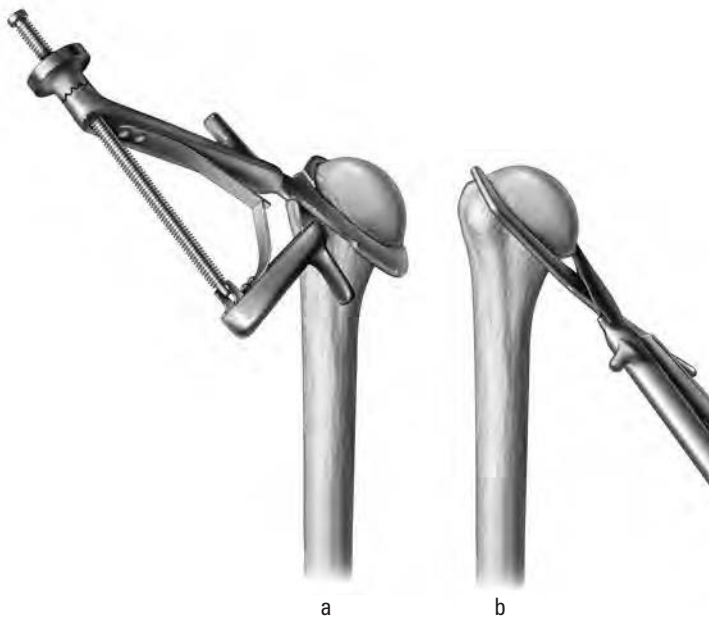


Abbildung 1
anatomische Sägelehre



Abbildung 2
Sägelehre 132,5°

vorsichtig platziert. Das Ligamentum coracoacromiale wird identifiziert und der subacromiale Raum wird mit einem stumpfen Hebel dargestellt. Der Ansatz der Subscapularissehne am Tuberculum minus wird zusammen mit dem Rotatorenintervall kenntlich gemacht. Die anterioren Gefäße der Circumflexa an der inferioren Grenze des M. subscapularis, die „drei Schwestern“, sollten ausführlich gekautert werden und die Bizepssehne wird in ihrer Kerbe ertastet. Die Subscapularissehne und die Kapsel werden 1 cm medial vom Tuberculum minus tenotomiert und mit #1 Fäden armiert.

Ein alternativer Zugang ist, den Subscapularis direkt vom Ansatz oder mittels Osteotom mit einer dünnen Knochenscheibe (1 - 2 mm dick) vom Knochen abzuheben. Diese Entscheidung richtet sich wiederum nach den Präferenzen des Operateurs.

Das Rotatorenintervall wird von lateral nach medial bis zum superioren Glenoidrand geteilt. Bei gestrecktem, adduziertem und nach außen rotiertem Humerus wird die Kapsel vorsichtig vom inferioren Humerushals entfernt. Dabei wird der N. axillaris inferior zur Kapsel mit einem kleinen stumpfen Haken geschützt. Das Kapselrelease sollte durchgeführt werden, um eine Außenrotation von 90° zu erlauben. Der selbsthaltende Hebel wird dann zum Zurückziehen der Subscapularissehne neu positioniert. Jetzt kann der Humeruskopf disloziert werden.

HUMERUSPRÄPARATION

Humeruskopfresektion

Um den Humerushals gut darstellen zu können, sollten vor der Humeruskopfresektion mit einem Rongeur alle Osteophyten entfernt werden. Die Wiederherstellung der Anatomie wird erleichtert, wenn die Resektion exakt entlang des anatomischen Halses erfolgt. Es stehen drei Resektionsmöglichkeiten zur Verfügung, die je nach Präferenz des Operateurs ausgewählt werden können.

Anatomische Sägelehre: Die **anatomische Sägelehre** ermöglicht dem Operateur ohne komplizierte intramedulläre oder extramedulläre Ausrichtinstrumente ein genaues Resezieren des Humeruskopfes entlang des anatomischen Halses (*Abbildung 1*). Die Zange umrahmt den Humeruskopf am anatomischen Hals und dient als Auflagefläche für das Sägeblatt.

Es wird von inferior nach superior reseziert (*Abbildung 1a*). Die dünne Zangenhälfte der anatomischen Sägelehre sollte zwischen den Knochen und die superiore Manschette gleiten. Die breite Zangenhälfte sollte in vollem Kontakt mit dem medialen Bereich des anatomischen Halses stehen. Alternativ kann ein Zugang für einen anterior-posterioren Schnitt gewählt werden (*Abbildung 1b*). Die dünne Zangenhälfte wird um die posteriore Seite gelegt und die breite Zangenhälfte an der anterioren Seite positioniert. Ist die Sägelehre positioniert, wird sie durch den Gewindegriff gesichert. Um sicherzustellen, dass sich das Instrument nicht bewegt, sollte es während der Osteotomie festgehalten werden. Um die Rotatorenmanschette zu schützen, sollte das Sägeblatt inferior oder superior nicht über die dünne Zangenhälfte hinauslaufen.

Hinweis: Die Entfernung der Osteophyten ist nicht nur unbedingte Voraussetzung, um den anatomischen Hals korrekt identifizieren zu können sondern unterstützt auch einen festen Sitz der Schnittlehre.

Freihand: Identifizieren Sie den anatomischen Hals und resezieren Sie den Kopf mit der Mikrosagittal-Säge.

Sägelehre mit vorgegebenem Winkel (132,5 Grad): Drei Möglichkeiten stehen mit der Sägelehre mit festem Winkel zur Verfügung (Abbildung 2):

1. Verwenden Sie die Schnittfläche, um mit dem Kauter die Resektionslinie zu markieren und sägen Sie dann freihand.
2. Setzen Sie die Schnittlehre an einen Handgriff, der am Unterarm ausgerichtet wird, um 20 Grad Retrotorsion einzustellen und sägen Sie entlang der Sägefläche.
3. Verwenden Sie K-Drähte zur Sicherung am proximalen Humerus und sägen Sie entlang der Sägefläche.

Bei dieser Methode muss der superiore Bereich der Resektion etwas medial von der Ansatzstelle der Rotatorenmanschette verlaufen. Die Stärke der Retrotorsion (gewöhnlich 20-40 Grad) sollte vor dem Resezieren durch Außenrotieren des Oberarms festgelegt werden.

Festlegen der Kopfgröße

Nach der Kopfresektion verwenden Sie den Humeruskopf Größentester, um den Kopfdurchmesser (äquatorial, *Abbildung 3 mitte*) und die Kopfhöhe (*Abbildung 3 links*) und so die vorraussichtliche Größe des Humeruskopfes zu bestimmen. **Der Kopfdurchmesser bestimmt, wie in Tabelle 1 beschrieben, ob ein Alpha- oder Betaglenoid verwendet wird.**

Tabelle 1

Relationen zwischen dem Humeruskopfdurchmesser und der Glenoidkurvatur

Kopfgröße	38	41	44	47	50	53
Glenoidkurvatur	Alpha			Beta		

Eröffnung des Humerusschafts

Der kleinste **Bohrer** (7 mm) hat eine scharfe Spitze, um das Eintreten in den Markraum zu erleichtern (*Abbildung 4*). Der Eintrittspunkt ist posterior des Sulcus Intertubercularis und an der Grenze des mittleren und oberen Drittels der resezierten Humerusoberfläche zu wählen. Der Kanal sollte bis zum kortikalen Kontakt stufenweise aufgefräst werden. Es ist darauf zu achten, den Humerusschaftfräser bis zur Tiefenmarkierung in den Kanal einzuführen; **das Auffräsen bereitet den Kanal für den distalen Durchmesser des Schafts vor und bestimmt den Durchmesser des definitiven Schaftimplantats.** Hohe Kraftanwendung beim Fräsen ist nicht notwendig. Sollte es zu Schwierigkeiten beim Einführen des Fräfers kommen, werden die Raspel und das Implantat nach der Größe des letzten Fräfers gewählt, der komplett platziert wurde. Sollte es zwischen zwei Implantatgrößen Zweifel



Abbildung 3
Humeruskopf Größentester



Abbildung 4
Einführen des Fräfers

Tiefenmarkierung



Abbildung 5
Einsetzen der Raspel



Abbildung 6
Einsetzen des
Humerusschafts

geben, ist die kleinere Größe zu wählen, jedoch das Implantat zementiert einzubringen.

Hinweis: Um sicherzustellen, dass die ausreichende Tiefe erreicht wird, sollte so weit gefräst werden, bis die Tiefenmarkierung nicht mehr sichtbar ist.

Hinweis: Da der Fräser das einzige Instrument zur distalen Kanalpräparation ist, implantieren Sie keinen Schaft, der größer ist als die größte Fräsergröße, die die vorgegebene Tiefe erreicht hat.

Raspeln des Humerusschafts

Nachdem der Kanal aufgefräst ist, setzen Sie die kleinste Raspel (7 mm) auf den **Handgriff für Humerusraspel (Abbildung 5)**. Die Raspel sollte in Orientierung mit der Schnittfläche in den Kanal eingeführt werden (d. h. der Raspelkragen sollte flach auf der Resektionsfläche aufliegen). Der Kanal wird stufenweise so weit aufgeraspelt, bis die Größe der Raspel mit der des letzten Fräasers übereinstimmt. Jede Raspel sollte so weit eingeschlagen werden, bis der Kragen des Handgriffs die Resektionsfläche berührt. Die Raspel sollte nicht versenkt und nur die Schlagfläche sollte beschlagen werden.

Als visuelle Kontrolle der Retrotorsion sollte die **Retrotorsionslehre** an den Handgriff für Humerusraspel angeschraubt („L“ und „R“ bestimmen die jeweilige Seite) und am Patientenunterarm ausgerichtet werden (vorausgesetzt der Patient hat einen stabilen Ellenbogen). Die Retrotorsionslehre repräsentiert 20 Grad Retrotorsion, wenn sie parallel zum Unterarm ausgerichtet ist.

Hinweis: Die Raspel hat distal Untermaß, da der distale Kanal bereits durch den Fräser präpariert ist. Dies gibt dem Operateur die Möglichkeit, bei Bedarf einen proximalen Zementmantel zu schaffen, indem er die nächstgrößere Raspel verwendet.

Hinweis: Die Raspel ist sicher im Handgriff eingerastet, wenn der Riegel in seine Ursprungsposition zurückgeschnappt ist.

Einsetzen des Humerusschafts

Ein einzigartiger Vorteil des primären Schultersystems ist, dass keine Probe mit Probeschäften notwendig ist. Sobald der Humeruskanal fertig präpariert ist, kann das Implantat in den Kanal eingesetzt werden. Das Implantat (**mit dem gleichen distalen Durchmesser wie der letzte Fräser**) wird mit dem Schafteinschläger/-entferner (**Abbildung 6**) verschraubt. Vergewissern Sie sich, dass der Höcker vom Einschlaginstrument an der Mulde des Schafts ausgerichtet ist.

Die Raspeln sind proximal um 0,5 mm unterdimensioniert (um ein adäquates Press-Fit sicherzustellen); deswegen ist ein Einschlagen des Schafts notwendig. Um Beschädigungen am Gewinde zu verhindern, ist vor dem Einschlagen eine feste Verschraubung des Implantats mit dem Einsetzinstrument notwendig. Verwenden Sie zum Beschlagen des Einschlägers den **Hammer**, bis die superiore Seite des Schafts die Resektionsebene erreicht hat. Versuchen Sie nicht, die Prothese zu versenken (nur die Schlagfläche des Einsetzinstrumentes sollte beschlagen werden).

Als visuelle Kontrolle der Retrotorsion kann der Retrotorsionshandgriff wie oben beschrieben an den Einschläger geschraubt werden.

Hinweis: Wenn eine Sehne-zu-Knochen Reparatur durchgeführt werden soll, bereiten sie die Bohrlöcher im proximalen Humerus vor, bevor Sie den Humerusschaft einsetzen.

Zementieren der Press-Fit Prothese

Der Press-Fit Equinoxe Schaft wurde mit zahlreichen Eigenschaften für eine optimale zementfreie Anwendung konstruiert. Dennoch kann der Schaft zementiert werden. Für diesen Fall sollte ein Implantat mit einer Größe kleiner als die Raspel verwendet werden. Dadurch wird ein Zementmantel von mindestens 1 mm proximal und 2 mm distal sichergestellt.

In Fällen, in denen kein zufriedenstellendes Press-Fit erreicht wird, hat der Operateur zwei Möglichkeiten:

- Eine minimalisierte Zementtechnik, bei der eine geringe Menge Knochenzement in den proximalen Anteil des Kanals eingebracht wird und ein exakt größengleicher Schaft entsprechend der letzten Fräse und Raspel (z.B. alle Größe 11) einzementiert wird.
- Alternativ kann im selben Szenario ein Schaft der nächst kleineren Größe einzementiert werden, was zu einem recht massiven Zementmantel führt (Raspel 11, Schaft 9).

Die Verwendung eines Zementstoppers hängt von den Präferenzen des Operateurs ab, allerdings sorgt dieser in der Regel für eine bessere Zementverteilung im proximalen Humerus. Instrumentalisierte Zementverdichtung wird nicht empfohlen, um das Risiko von Humerusschaftfrakturen zu reduzieren. Der intramedulläre Kanal sollte vor dem Zementieren mit einem Schwamm oder Kompressen sorgfältig getrocknet werden. Sobald die Vorbereitung des Kanals abgeschlossen ist, wird der Zement angemischt und in den Kanal injiziert.

Humerusschaftschutz

Wird ein Glenoidimplantat verwendet, wird während der Glenoidpräparation zum Schutz der Resektionsfläche der Humerusschaftschutz proximal auf dem Implantat platziert (Abbildung 7). Sollte kein Glenoid implantiert werden, wird dieser Schritt übersprungen.

Hinweis: Der Schaftschutz hat einen Offset, um rotiert werden zu können und somit die bestmögliche Abdeckung zu erhalten. Damit der spongiöse Knochen während der Glenoidpräparation nicht beschädigt wird, ist es wichtig, dass der Schutz bis zur Kortikalis reicht. Der Schaftschutz ist in zwei Größen vorhanden.



Abbildung 7
Schaftschutz

GLENOIDPRÄPARATION

Zugang zum Glenoid

Für einen guten Zugang zum Glenoid wird die Verwendung von Retraktoren empfohlen. Ein **Posteriorer Glenoidretractor** sollte verwendet werden, um den proximalen Humerus nach posterior zu verlagern. Der **Einpunkt Retraktor** wird anterior am Glenoidhals platziert. Superior und inferior werden **Hohmann Retraktoren** um das Glenoid gelegt.

Zur Weichteilmobilisierung und für den Zugang wird das Labrum vom Glenoid abgetrennt und ein anteriores und inferiores Kapselrelease durchgeführt. Ein weiteres posteriores Kapselrelease wird nur empfohlen, wenn kein guter Zugang zum Glenoid erreicht wurde oder die interne Rotation signifikant limitiert ist.

Einige Operateure bevorzugen eine Abtrennung des Bizeps und führen eine Bizepsstenodese durch (abhängig vom Bizepszustand, hauptsächlich wenn deutlich degenerative Veränderungen sichtbar sind). Bizepsrelease und -stenodese erleichtern den Zugang zum Glenoid. Jetzt können Ausmaß und Ort des Glenoiddefekts beurteilt werden.

Hinweis: *Schlüsselschritte zum Glenoidzugang:*

1. *Volle Mobilisierung des subdeltoiden Bereichs.*
2. *Vollständiges inferiores Kapselrelease vom Humerus durch Außenrotation des Oberarms.*
3. *Release der anterioren Kapsel und der Subscapularis vom Glenoid.*
4. *Entfernen des Labrums und anteriores und inferiores Kapselrelease (Schützen des N. axillaris).*
5. *Ausreichende Resektion des Humerus.*
6. *Strecken der posterioren Kapsel durch Verschieben des Humerus mit Hilfe eines Humeruskopf Retraktors nach posterior zum Glenoid.*
7. *Bizepsrelease und Entfernung des Labrums unterstützt beim Glenoidzugang.*
8. *Ist der Zugang durch Schritt 1 bis 7 nicht ausreichend, kann ein posterior inferiores Kapselrelease und die Ablösung des Trizepsursprungs durchgeführt werden (hierzu muss der N. axillaris frei präpariert und verschoben werden).*
9. *Sollte der Zugang weiterhin nicht ausreichen (sehr selten), dann sollte ein posteriores Kapselrelease durchgeführt werden.*

Beurteilung der Glenoidsituation

Glenoidale Defekte bedürfen besonderer Aufmerksamkeit. Die Zunahme posterioren Verschleißes führt zunächst verstärkt zu Humeruskopfsubluxationen und in der Folge zur Überdehnung der Kapsel. Behandlungsmöglichkeiten dieser asymmetrischen Abnutzung sind gewöhnlich exzentrisches Fräsen, um die höhere, nicht verschlissene Seite abzuflachen, oder in ausgeprägteren Fällen die Erhöhung der niedrigen abgenutzten Seite mit einem Knochentransplantat. Sollte zusätzliche Stabilität benötigt werden, hat der Operateur die Möglichkeit den Humeruskopf bis zu 7,5 Grad Ante-/Retrotorsion zu drehen.

Hinweis: Zur Adressierung asymmetrischen Verschleißes bietet das Equinoxsystem eine Serie speziell augmentierter Glenoide an, um solche Defekte auszugleichen. Es sei hier auf die entsprechenden Informationsschriften verwiesen.

Gelegentlich ist der Verschleiß symmetrisch (zentral), was gerade bei entzündlicher Arthritis vermehrt auftritt. In diesen Fällen ist zu beurteilen, ob die übrige Glenoidfläche genügend Halt für das Glenoidimplantat bietet. Ein Kielglenoidimplantat kann in den meisten Fällen bei moderatem zentralen Verschleiß eingesetzt werden. Wenn ein Zapfenglenoid verwendet wird, könnten Perforationen durch einen oder mehrere Zapfen auftreten. Auch wenn dies generell akzeptiert werden kann, sollte es, wenn möglich, vermieden werden.

Wenn der Glenoidknochen gar nicht mehr nutzbar ist (ungewöhnlich), sollte eine Hemiarthroplastie mit Glenoidformung zu einer konkaven Oberfläche als Gleitpartner für den Humeruskopf durchgeführt werden.

Auswahl des Glenoidimplantats

Das Equinoxsystem bietet folgende Glenoidvarianten: die Kiel-, die Zapfen- oder die Cagevariante (Abbildung 8). Die Wahl der Variante sollte sich nach der Präferenz des Operateurs und der Patientenanatomie richten. Mit diesem System kann jede Größe des Glenoidimplantats (small, medium oder large) mit jeder Größe des Kopfimplantats (38 mm – 53 mm) kombiniert werden, wobei immer eine optimale Abweichung zwischen den Radien besteht (Mittelwert: 5,5 mm). Dies wird je nach Humeruskopfdurchmesser durch die Auswahl eines Alpha- oder Betaglenoids gewährleistet.

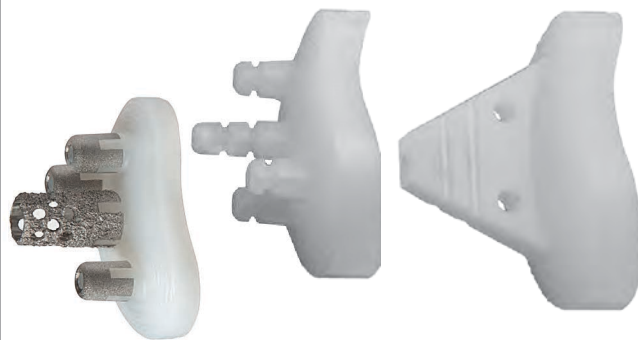


Abbildung 8
Glenoide: Cage, Zapfen und Kiel



Abbildung 9a
Glenoidfräser mit Führungsspitze



Abbildung 9b
Glenoidfräser kanüliert

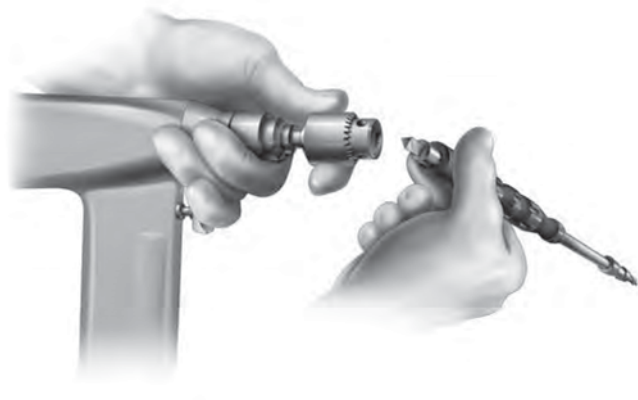


Abbildung 10
Verbinden des modularen
Handgriffs



Abbildung 11
Verbinden des Bohrers für
Glenoide



Abbildung 12
Bohren des zentralen
Lochs

Fräsen des Glenoids

Das Equinox Primär Schultersystem bietet zwei Möglichkeiten zum Fräsen des Glenoids: 1) instrumentenseitig **Fräser mit Führungsspitze** und 2) **kanülierte Fräser** (Abbildung 9 a, b). Fräser mit Führungsspitze haben einen stumpfen Zapfen, der dem Operateur größere Kontrolle über den Winkel gibt und so exzentrisches Fräsen erleichtert. Kanülierte Fräser arbeiten über einen 2,0 mm K-Draht und gewährleisten maximale Präzision.

Unabhängig von der Fräsoption ist der erste Schritt die Identifizierung des Mittelpunkts des Glenoids (der Punkt an dem sich die superior/inferiore und anterior/posteriore Achse treffen). Dabei ist zu beachten, dass alle Osteophyten entfernt worden sind, so dass der tatsächliche Mittelpunkt identifiziert werden kann. Der Durchmesser jeder Fräsergröße korrespondiert mit der Höhe jeder Glenoidgröße, so dass Sie das Glenoid schrittweise fräsen können bis der Fräser vollkommen konform auf der Oberfläche des Glenoids aufliegt.

Hinweis: Der modulare Handgriff für Glenoidfräser wird mit der Antriebsmaschine mittels Jakobs-Futter verbunden (Abbildung 10).

Methode 1: Bei Verwendung der Fräser mit Führungsspitze, verbinden Sie den **modularen Bohrer für Glenoid** und bohren Sie das zentrale Loch mit Hilfe der Bohrlehre für den zentralen Zapfen (Abbildung 11, 12).

Für beide Glenoidvarianten ist ein **XS-Glenoidfräser** verfügbar, der den Operateur in der anfänglichen Präparation unterstützt. Schließen Sie die passende Größe des **modularen Fräasers mit Führungsspitze** (diese sind nach Größen farbkodiert) an den Handgriff (*Abbildung 13 und Tabelle 2*). Fräsen Sie nun schrittweise das Glenoid bis zur passenden Größe (*Abbildung 14*). Sollte substanzialer posteriorer Glenoidverschleiß vorliegen, fräsen Sie exzentrisch, um die Retroversion wiederherzustellen und sicherzustellen, dass das Implantat volle knöcherne Untertützung erhält.

Hinweis: Das zentrale Loch muss gegebenenfalls nachgebohrt werden, wenn derart tief gefräst wurde, dass das Loch keine ausreichende Tiefe für den Zapfen des Implantats aufweist.

Tabelle 2

Farbkodierung Fräser und Proben

Größe	Farbe des Fräasers und der Probe
S	Blau
M	Grün
L	Lila
XL*	Orange

* nur auf Anfrage



Abbildung 13
Anschluss des
Glenoidfräasers mit
Führungsspitze an den
Handgriff



Abbildung 14
Fräsen des Glenoids



Abbildung 15
Einsetzen des 2 mm K-Drahts



Abbildung 16
Anschluss des kanülierten
Glenoidfräasers an den
Handgriff

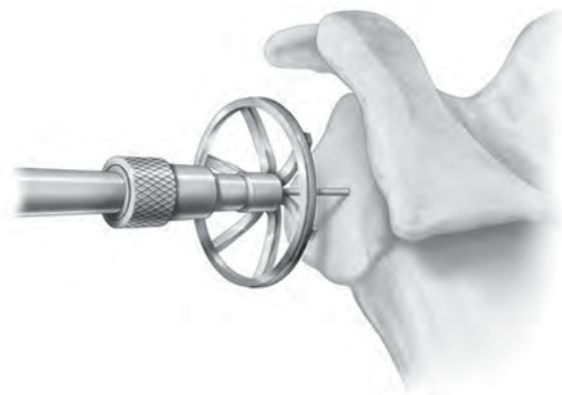


Abbildung 17
Fräsen des Glenoids



Abbildung 18
Bohren des zentralen Lochs

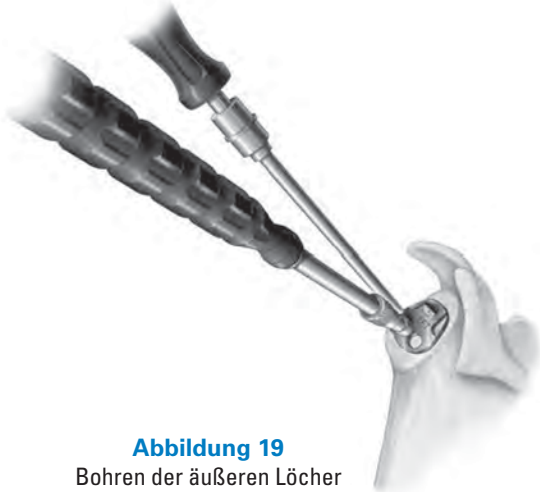


Abbildung 19
Bohren der äußeren Löcher



Abbildung 20
Tiefenmesslehre für Cage Glenoid



Abbildung 21
Einsetzen des Probeglenoids

Methode 2: Zum Einsatz der kanülierten Fräser bohren Sie einen 2 mm K-Draht in den Mittelpunkt des Glenoids (*Abbildung 15*). Schließen Sie einen der **modularen kanülierten Fräser der passenden Größe** (die Fräser sind farbkodiert) an den **Handgriff** (*Abbildung 16*). Fräsen Sie schrittweise über den zentralen K-Draht bis zur gewünschten Größe (*Abbildung 17*). Nach dem Fräsen schließen Sie den modularen kanülierten Zapfen-/Kielbohrer an den Handgriff und bohren das zentrale Loch unter Verwendung der entsprechenden Bohrlehre (*Abbildung 18*).

Präparation des zementierten Zapfen- und Cageglenoids

Schließen Sie den **Bohrer für äußere Zapfen** an den Handgriff und bohren Sie die 3 äußeren Löcher durch die **Bohrlehre für die äußeren Löcher** (*Abbildung 19*). Für das Cage Glenoid und vor Einsetzen der Probekomponente messen Sie mittels der Tiefenmesslehre, ob die Löcher bis auf die nötige Tiefe präpariert wurden (*Abbildung 20*). Lässt sich die Messlehre nicht komplett einsetzen, bohren Sie entsprechend nach. Setzen Sie bei Bedarf den Haltepin für Bohrlöcher, äußere Zapfen in die Bohrlehre für die zentralen Zapfen.

Hinweis: Die Halterungsstifte lassen sich am besten mit einer Allis-Klemme einsetzen.

Abschließend vergewissern Sie sich mittels der **Probeglenoidkomponente** eines festen Sitzes und der passenden Größe (*Abbildung 21*). Da die Zapfen für alle Größen dieselbe Position und konstanten Abstand voneinander haben, kann der Operateur leicht auf eine größere oder kleinere Komponente wechseln, um eine optimale Abdeckung zu erreichen (vorausgesetzt, der kortikale Knochen ist vollständig abgefräst).

Hinweis: Zunächst sollte man das zentrale und das superiore Loch bohren. Sobald die inferioren Löcher gebohrt sind, ist es nicht mehr so leicht möglich, auf ein Kielglenoid zu wechseln.



Abbildung 22
Nachbohren des zentralen
Lochs für das Kielglenoid



Abbildung 23
Bohren für das Kielglenoid



Abbildung 24
Raspeln des Kielglenoids

Präparation des zementierten Kielglenoids

Nach dem schrittweisen Fräsen vergewissern Sie sich, dass das zentrale Loch ausreichend tief gebohrt worden ist, indem Sie mit dem modularen zentralen Bohrer für Zapfen oder Kiel und der Bohrlehre für den **Kielbohrer** nachbohren (*Abbildung 22*). Stecken Sie den **zentralen Haltepin** in das zentrale Loch der Kielbohrlehre und schließen den **modularen kurzen Kielbohrer** am Handgriff an. Mit dem modularen kurzen Kielbohrer und der Bohrlehre für den Kielbohrer bohren Sie das superiore Loch. Setzen Sie einen Haltepin für Bohrlöcher in das gebohrte Loch und bohren Sie das dritte (inferiore) Loch (*Abbildung 23*). Entfernen Sie verbliebenen kortikalen Knochen zwischen den Löchern mit einem Rongeur oder einer Fräse. Schlagen Sie schrittweise Kielraspeln (beginnend mit der kleinsten) ein, um die Vertiefung für den Kiel zu schaffen (*Abbildung 24*). Versuchen Sie nicht, die Raspel zu versenken und achten Sie darauf, nur spongiösen Knochen zu verdichten. Abschließend vergewissern Sie sich mittels der Probeglenoidkomponente eines festen Sitzes und der passenden Größe (*Abbildung 25*).

Hinweis: Die Glenoide in medium und large haben die gleiche Kielgröße, somit gibt es nur zwei Kielraspeln.



Abbildung 25
Einsetzen des Probeglenoids



Abbildung 26
Verdichten des Zements



Abbildung 27
Einschläger mit
Glenoidaufsatz

Zementieren des Zapfen- oder Kielglenoids

Zunächst entfernen Sie jegliche Gewebereste durch reichliche Spülung vom Glenoid. Tupfen Sie die präparierten Zapfen- bzw. Kiellöcher mit einem Hämostatikum aus. Applizieren Sie den Zement sowohl auf die gefräzte Glenoidoberfläche als auch in die präparierten Löcher. Verdichten Sie den Zement anschließend mit Hilfe der Verdichtungsinstrumente im Glenoid (*Abbildung 26*). Für das Zapfenglenoid verwenden Sie die **Zementverdichter für den mittleren und die äußeren Zapfen**. Für das Kielglenoid verwenden Sie entsprechend den **Zementverdichter Kiel S oder M/L**. Anschließend bringen Sie eine weitere Schicht Zement auf, die mit dem Finger aufgepresst wird. Das rückseitig vollständig mit Zement bedeckte Glenoid wird dann mittels des **Glenoideinsatzers** platziert. Achten Sie vor dem Einschlagen darauf, dass der **Kunststoffaufsatz des Glenoideinsatzers** vollständig aufgeschraubt ist (*Abbildung 27*).

Beschlagen Sie den Glenoideinschläger mit einem Hammer, um sicherzugehen, dass die Glenoidkomponente vollständig mit dem Knochen in Kontakt kommt. Fahren Sie mit einem kleinen Haken einmal um die Glenoidkomponente, um gegebenenfalls eingeklemmtes Weichteilgewebe zu identifizieren und zu entfernen. Üben Sie entweder mit dem Einsetzer oder mit dem Finger festen, kontinuierlichen Druck auf die Glenoidkomponente aus, bis der Zement ausgehärtet ist. Vor dem endgültigen Aushärten entfernen Sie seitlich heraustretenden überschüssigen Zement.

Zementieren des Cageglenoids

Zunächst entfernen Sie durch reichliche Spülung jegliche Gewebereste vom Glenoid. Tupfen Sie die präparierten Zapfenlöcher mit einem Hämostatikum aus. Applizieren Sie den Zement auf die gefräste Glenoidoberfläche. Wenn Sie auch die Löcher mit Zement gefüllt haben, verdichten Sie den Zement anschließend mit Hilfe der Verdichtungsinstrumente im Glenoid (*Abbildung 26*). Für das Cage Glenoid verwenden Sie die Zementverdichter für das mittlere und die äußeren Zapfen. Anschließend bringen Sie eine weitere Schicht Zement auf, die mit dem Finger aufgepresst wird. Die Glenoidkomponente wird nun rückseitig vollständig mit Zement bedeckt und dann mittels des **Glenoideinsatzers Spider** platziert. Achten Sie vor dem Einschlagen darauf, dass der Kunststoffaufsatz des Glenoideinsatzers vollständig aufgeschraubt ist.

Hinweis: Stellen Sie für das Einsetzen des Cage Glenoids eine direkte Sicht auf das Glenoid sicher.

Beschlagen Sie den Glenoideinschläger mit einem Hammer, um sicherzugehen, dass die Glenoidkomponente vollständig mit dem Knochen in Kontakt kommt. Fahren Sie mit einem kleinen Haken einmal um die Glenoidkomponente, um gegebenenfalls eingeklemmtes Weichteilgewebe zu identifizieren und zu entfernen. Üben Sie entweder mit dem Einsetzer oder mit dem Finger festen, kontinuierlichen Druck auf die Glenoidkomponente aus, bis der Zement ausgehärtet ist. Vor dem endgültigen Aushärten entfernen Sie seitlich heraustretenden überschüssigen Zement.



Abbildung 28
Setzen des Glenoids mit dem
Glenoideinsetzer Spider



Abbildung 29
Entferner für zentralen Zapfen

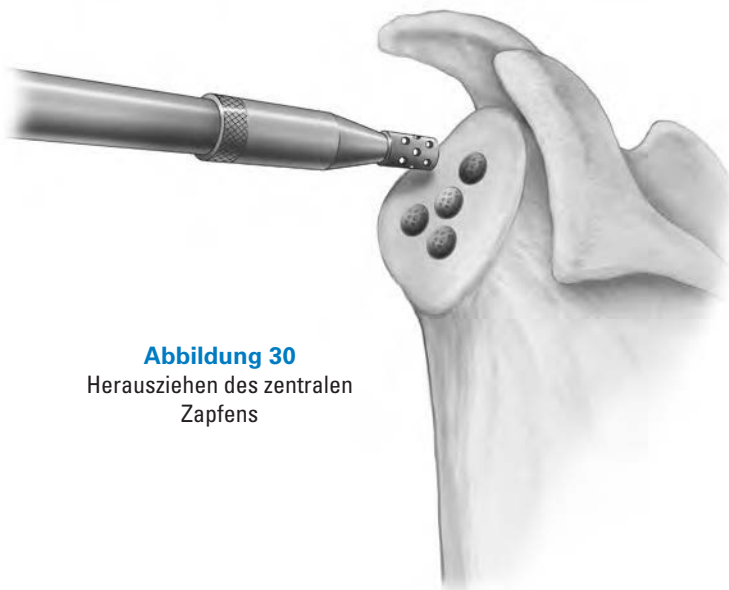


Abbildung 30
Herausziehen des zentralen
Zapfens

Entfernen des Cagedglenoids

Sollte das Implantat aus irgendeinem Grund nach der Implantation entfernt werden müssen, sollte ein dünnes, flaches Osteotom zwischen der Rundung der Glenoidkomponente und der knöchernen Oberfläche des Glenoids eingeführt werden, um die UHMWPE Gleitfläche von den Metallzapfen zu trennen. Jeder der Metallzapfen hat ein Innengewinde, um die individuelle Entfernung des einzelnen Zapfens zu vereinfachen. Der Entferner für den zentralen Zapfen wird in das Gewinde des zentralen Zapfens geschraubt (*Abbildung 29*), mit dem Glenoid Einsetzinstrument verbunden, um dann in Zapfenrichtung ausgeschlagen zu werden (*Abbildung 30*). Analog hierzu wird auch der Entferner für die äußeren Zapfen in jeden äußeren Zapfen geschraubt (*Abbildung 31*), mit dem Einsetzinstrument verbunden und dann in Zapfenrichtung entfernt (*Abbildung 32*).



Abbildung 31
Entferner für äußere Zapfen

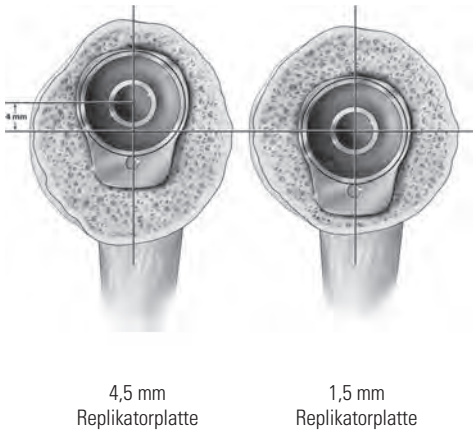


Abbildung 32
Ausschlagen der äußeren
Zapfen

HUMERUSKOPFPOSITIONIERUNG

Auswahl der Replikatorplatte

Entfernen Sie den Humerusschaftschutz und bestimmen Sie die Position des sphärischen Kugellochs im Schaft in Relation zur Resektionsoberfläche des proximalen Humerus. In den meisten Fällen ist der Schaft zum Mittelpunkt der Resektionsfläche in eine Richtung um mehr als 3 mm versetzt. Für diese Situation sollte eine **4,5 mm Replikatorplatte** verwendet werden. Ist das nicht der Fall (d. h. der Kopf weist keinen Versatz auf), sollte eine **1,5 mm Replikatorplatte** verwendet werden.



Aufsetzen der Replikatorplatte

Setzen Sie die Replikatorplatte per Hand auf den Schaft und ziehen Sie die **Drehmomentschraube** mit dem **Drehmomentschraubendreher** an (Abbildung 33). Sobald die Drehmomentschraube auf Widerstand stößt, lösen Sie sie wieder um eine halbe Umdrehung (damit wird die Replikatorplatte so weit frei justierbar, dass anschließend die anatomische Kopfposition eingestellt werden kann).

Hinweis: Für das erste Anziehen kann der **T-Handgriff** verwendet werden.

Einstellung der Kopfposition

Setzen Sie die **Humeruskopfausrichtlehre** in entsprechender Größe (Durchmesser stimmt mit dem geplanten Durchmesser des Kopfimplantats überein) auf die Replikatorplatte und führen Sie den **Replikatorplattenhandgriff** in die zwei Löcher der Replikatorplatte (Abbildung 34).

Um die ursprüngliche Anatomie des Patienten wiederherzustellen, hat der Operateur jetzt die Möglichkeit, vier Variablen unabhängig voneinander einzustellen: den medialen Offset, den posterioren Offset, die Inklination und die Retrotorsion. Wenn die Kopfresektion mit dem anatomischen Hals übereinstimmt, wird die Patientenanatomie einfach durch Abdecken der Resektionsfläche des Humerus reproduziert.

Hinweis: Um die doppelte Exzentrizität zu nutzen, rotieren sowohl die Replikatorplatte als auch die Ausrichtlehre unabhängig voneinander.

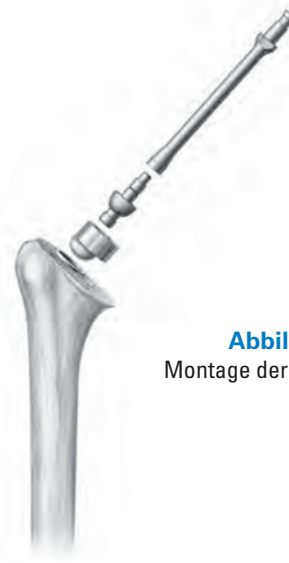


Abbildung 33
Montage der Replikatorplatte



Abbildung 34
Doppelte Exzentrizität





Abbildung 35
Humerusprobekopf

Das Equinoxsystem zeichnet sich durch die Exzentrizität zweier Komponenten aus: die des Humeruskopfes und die der Replikatorplatte. Diese zwei Exzentrizitäten ermöglichen es dem Operateur, den medialen und den posterioren Offset unabhängig voneinander durch getrenntes Drehen der Humeruskopfausrichtlehre und der Replikatorplatte zu rekonstruieren. Möchte der Operateur eine nicht ganz perfekte Resektion kompensieren, bietet das System Einstellungsmöglichkeiten des Halswinkels (Inklination) und der Ante-/Retrotorsion von je $\pm 7,5$ Grad, also einen Spielraum von insgesamt 15 Grad für jeden Parameter.

Wenn der Operateur die Humeruskopfresektion für gut befindet, wird mit der Ausrichtlehre parallel zur Resektionsfläche ein Probedurchlauf begonnen (d. h. Halswinkel und Retrotorsion stimmen mit dem Schnitt überein). Erzeugen Sie eine Abdeckung der Resektionsfläche durch Rotation der Ausrichtlehre mit den Fingern und der Replikatorplatte mit dem Replikatorhandgriff. Winkeleinstellungen (Halswinkel und Retrotorsion) sollten dann im Rahmen der Probereposition beurteilt werden (d. h. bei posteriorer Instabilität ist zu erwägen, die Retrotorsion durch Lockern der Schraube und Verkippen der Replikatorplatte zu verringern).

Sitzt die Ausrichtlehre perfekt, ziehen Sie die Drehmomentschraube fest. (Das ist ein vorläufiges Anziehen. Die Schraube ist noch nicht komplett festzuziehen, bevor der Bewegungsumfang als zufriedenstellend bewertet wurde.) Mit Hilfe der Nummern auf der Ausrichtlehre und einer Markierung am Humeruskopf können Sie die Positionierung des **Probekopfes** auf der Replikatorplatte mit exakt gleicher Ausrichtung vornehmen. Ersetzen Sie die Ausrichtlehre durch die gleiche Probekopfgröße (farbmarkiert) und überprüfen Sie den Bewegungsumfang, wie unten beschrieben (Abbildung 35).

Beurteilung des Bewegungsumfangs

Die Beurteilung der Stabilität sollte schrittweise erfolgen. Zunächst sollte die Artikulation mit dem Arm zur Seite geprüft werden. Der Arm wird nach innen und außen rotiert; die Rotation sollte geschmeidig sein und der Humeruskopf sollte eine herabgesetzte Position im Glenoid beibehalten. Anschließend wird die Translation nach anterior, posterior und inferior mit dem Arm zur Seite beurteilt. Bis zu 50 Prozent posteriore und bis zu 25 Prozent anteriore Translation ist akzeptabel. Als drittes wird das Bewegungsausmaß beurteilt. Der Arm sollte ohne Einschränkung bis zur Brustwand nach innen rotierbar sein. Bei 90 Grad Abduktion sollte die Schulter 70 Grad Innenrotation zulassen.

Die Stabilität und der Bewegungsumfang können durch Variieren der Höhe des Humeruskopfes optimiert werden (Tabelle 3). Sollte die Weichteilspannung zu gering sein, ist eventuell ein höherer Humeruskopf notwendig. Sollte die Weichteilspannung zu hoch sein, ist eventuell ein flacherer Humeruskopf notwendig.

Tabelle 3

Humeruskopf Größenauswahl

Höhe	Kopfdurchmesser (mm)					
	38	41	44	47	50	53
Flach	16	16	17	18	19	20
Mittel	19	20	21	22	23	24
Hoch				26	27	28

Generell sollte der flachste Humeruskopf gewählt werden, der eine adäquate Stabilität gewährleistet, um eine übermäßige Spannung der Rotatorenmanschette („overstuffing“) zu verhindern.

Sollte der Operateur eine weitere Änderung der Kopfausrichtung wünschen, ist nur die Schraube um eine halbe Umdrehung zu lösen und die vorherigen Schritte sind zu wiederholen.

Fixierung der Drehmomentschraube

Ist der Operateur mit der Positionierung der Replikatorplatte und mit der Größe des Probekopfes zufrieden, wird der Probekopf entfernt und der Handgriff für Replikatorplatte als Gegenhalt in die Löcher auf der Oberfläche der Platte eingesetzt. Setzen Sie nun den Drehmomentschraubendreher, welcher als steriler Einmalartikel der Schraube beiliegt, auf die Schraube und schlagen Sie leicht mit einem Hammer auf den angesetzten T-Handgriff, um sicherzustellen, dass der Schraubendreher mit der Schraube vollständig verbunden ist. Die Platte kann jetzt in dieser Position fest mit dem Schaft verbunden werden.

Tipp: Schlagen Sie leicht mit einem Hammer auf den angesetzten T-Handgriff, um sicherzustellen, dass der Schraubendreher fest mit der Schraube verbunden ist. Eine unzureichende Verbindung des UHMWPE Zapfens im Schraubenkopf mit dem Schraubendreher kann dazu führen, dass der abgerissene superiore Anteil des Schraubenkopfs nicht im Drehmomentschraubendreher verbleibt.

Ziehen Sie die Schraube mit dem T-Handgriff an, bis der superiore Anteil abreißt (Abbildung 36). Dies passiert bei einem Drehmoment von 11 Nm. Um den Schaft vor Verdrehungen im Kanal zu schützen, muss mit dem Handgriff für Replikatorplatte ein Gegenhalt aufgebracht werden.

Der Schraubenanteil, der im Schaft verbleibt, hat einen quadratischen Kopf, durch den der Operateur die Schraube mit dem **Drehmomentschraubendreher** lösen kann, sollte die Replikatorplatte entfernt werden müssen (z. B. bei der Revision einer Hemiprothese zur Totalendoprothese oder Reverse).



Abbildung 36
Abreißen des superioren
Anteils der Schraube



Abbildung 37
Einschlagen des
Humeruskopfes



Abbildung 38
Entfernen des
Humeruskopfes



Abbildung 39
T-Handgriff und
Drehmomentschraubendreher

Aufschlagen des Humeruskopfes

Säubern und trocknen Sie den Konus der Replikatorplatte und stecken Sie das finale Kopfimplantat auf den Konus. **Verwenden Sie die Nummern am Implantatboden**, um die gleiche Position wie die des Probekopfes wiederzuerlangen. Mit dem Kopfeinschläger und einem Hammer beschlagen Sie den Kopf in Richtung des Konus, um einen sicheren Sitz zu erreichen (*Abbildung 37*). Stellen Sie sicher, dass der **Aufsatz des Kopfeinschlägers** ganz mit dem Einschläger verschraubt ist. Prüfen Sie die Verbindung von Konus und Kopf von Hand, um eine feste Verbindung sicherzustellen.

Revision einer Hemiprothese zu einer Totalendoprothese

Nach Hemiarthroplastik ist in der Regel der Zugang zum Glenoid erschwert. Mit dem Equinoxsystem wird dieser jedoch durch die Möglichkeit, die Replikatorplatte zu entfernen, erleichtert. Verwenden Sie hierfür den **Humeruskopffentferner** und hebeln Sie den Kopf von der Replikatorplatte (*Abbildung 38*).

Von der Drehmomentschraube, deren oberer Anteil beim Festziehen abgerissen ist, wird jetzt der untere Anteil sichtbar, welcher zur Schraubenentfernung verwendet wird. Setzen Sie den Drehmomentschraubendreher an den asymmetrischen T-Handgriff und lösen Sie die Schraube (*Abbildung 39*).

Die Replikatorplatte kann jetzt entfernt und entsorgt werden. Schützen Sie die resezierte Humerusfläche und den Humerusschaft mit dem Humerusschaftschutz, während Sie das Glenoid präparieren. Eine neue Replikatorplatte, eine neue Drehmomentschraube und ein neuer Kopf sollten verwendet werden, um erneut eine sichere Konusverbindung zu erlangen.

WUNDVERSCHLUSS

Für den Wundverschluss wird empfohlen, mit der Subscapularissehne zu beginnen. Die Wiederherstellung der Subscapularissehne hängt vom gewählten Zugang ab: Tenodese, Ablösung vom Knochen oder der Ablösung mit einer Knochenscheibe. In der Regel wird ein nicht resorbierbarer Faden #2 verwendet, entweder für eine Sehne-zu-Sehne-, Sehne-zu-Knochen oder Knochen-zu-Knochen-Rekonstruktion. Das Rotatorenintervall wird nun verschlossen, wobei medial ein Spalt verbleiben kann, um starke Spannungen zu vermeiden. Anschließend wird die Außenrotation geprüft, um die Parameter der postoperativen Therapie zu definieren. Eventuell wird eine Drainage tief in das deltopektorale Intervall gesetzt. Zuerst wird das deltopektorale Intervall verschlossen, dann das subkutane Weichteilgewebe und dann die Haut. Der verbundene Arm wird in einer Schlinge gelagert.

POSTOPERATIVE REHABILITATION

Es wird empfohlen, das Rehabilitationsprogramm am Operationstag bzw. am ersten postoperativen Tag zu beginnen. Alle Patienten beginnen mit aktiven Bewegungen des Ellenbogens, des Handgelenks und der Hand. Der Bewegungsumfang, dem die Schulter ausgesetzt werden soll, besteht aus passivem Vorwärtsanheben, Außenrotationen je nach Gelingen der Subscapulariswiederherstellung und Innenrotation zur Brustwand (bei Bedenken bezüglich der Subscapulariswiederherstellung sollte die Außenrotation auf 0 Grad limitiert werden). Zusätzlich können isometrische Deltoid-Kräftigungsübungen durchgeführt werden.

Die Patienten sollten angewiesen werden, diese Übungen für jeweils kurze Zeit (bis zu zehn Minuten) fünf bis sechs Mal am Tag durchzuführen. Das Tragen der Schlinge wird nach vier Wochen eingestellt. Eine längere Tragedauer der Schlinge sollte bei Bedenken bezüglich der Wiederherstellung des Weichteilapparates in Erwägung gezogen werden. Sobald die Schlinge nicht mehr getragen wird, sollten aktive Bewegungsübungen durchgeführt werden. Innenrotation hinter dem Rücken kann nun ebenso begonnen werden. Isometrische Innenrotation und Außenrotation wird zusätzlich nach sechs Wochen durchgeführt und leichte Kräftigungsübungen des Deltoids und der Rotatorenmanschette gegen Widerstand beginnen nach 10 bis 12 Wochen postoperativ. Wenn die Schlinge entfernt ist, wird der Patient angehalten, die Alltagsbewegungen mit dem Arm zu steigern. Mit stärkeren Kraftübungen kann 12 Wochen nach der Operation begonnen werden.

EQUINOXE REVERSE OP-TECHNIK IM ÜBERBLICK



oder



oder



A Resektion des Humeruskopfes



B Aufbohren des Humerusschafts



C Raspeln des Humerusschafts



D Einsetzen des Humerusprobeschafts



E Aufsetzen des Schaftschutzes



F Ausrichtung der Bohrlehre am inferioren Anteil des Glenoids



G Option 1: Verwendung der Reverse Glenoidfräse mit Führungsspitze: Bohrung, Aufräsen des Glenoids und Bohren des Lochs für die Glenoidplatte



H Option 2: Verwendung der kanülierten Reverse Fräsen: Setzen des K-Drahts, Fräsen des Glenoids und Bohren des Lochs für die Glenoidplatte über den K-Draht



I Platzierung der Glenoidplatte

Glenosphäreinsetzer
Führungsstab und Handgriff



oder

Universal
Glenosphäreinsetzer Klemme



oder

konischer
Glenosphäreinsetzer



oder

konischer
Glenosphäreinsetzer
mit Führung



L Einsetzen der
Probeglenosphäre



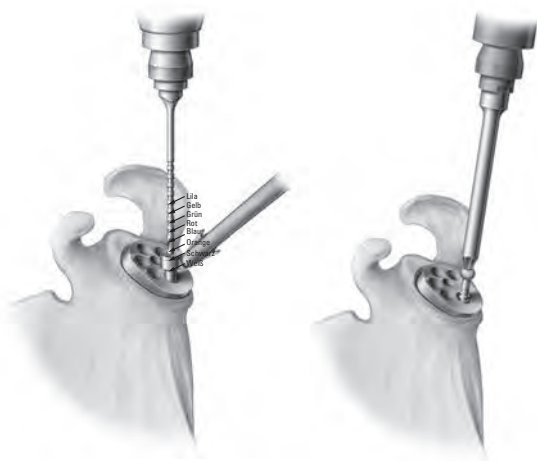
P Zementieren des endgültigen Schafts



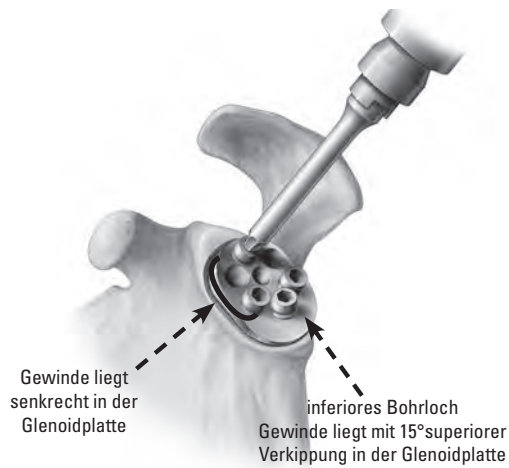
oder



Q Einsetzen der Humerusadapterplatte



J Bohren und Einsetzen der Kompressionsschrauben



K Festziehen der Verschlusskappen



M Montage der Probeplatte und des Probeinlays



N Entfernen des Probeinlays



O Einsetzen der endgültigen Glenosphäre



oder



R Einsetzen des endgültigen Inlays

AUSFÜHRLICHE OPERATIONSTECHNIK

Die Cuff-Arthropathie bezeichnet eine Schultergelenksarthrose mit massivem, irreparablen Defekt der Rotatorenmanschette.

INDIKATIONEN

Das Equinoxe Schulterssystem dient der Behandlung degenerativer Erkrankungen oder Frakturen des Schultergelenks bei ausgewachsenen Patienten, deren behandelnder Arzt die Total- oder Hemiarthroplastie als geeignetste Behandlungsmethode bestimmt hat.

- Die langen/Revisionsschäfte, die Frakturschäfte und alle PE-Glenoidkomponenten sind zur Fixierung mit Knochenzement vorgesehen.
- Die Press-Fit Humerusschäfte sind zur zementfreien Anwendung vorgesehen, können jedoch auf Wunsch des Arztes ebenfalls mit Zement verwendet werden.
- Die Humeruskomponenten des Reverse-Systems sind zur Verwendung mit Zement vorgesehen, können jedoch auch zementfrei verwendet werden, wenn die zementfreie Humeruskomponente nach Beurteilung des Operateurs gut fixiert und stabil erscheint.
- Die Humerusköpfe werden sowohl für die zementpflichtigen als auch die zementfreien Versorgungen verwendet.

Klinische Indikationen für PRIMÄRE (P), LANGE-/REVISIONS- (L/R) und PLATTFORMFRAKTUR (F) Humeruskomponenten:

P	L/R	F	Indikationen
✓	✓	✓	Rheumatoide Arthritis, Osteoarthrose, Osteonekrose oder posttraumatische degenerative Pathologien
✓	✓		Angeborene Anomalien des ausgewachsenen Skeletts
✓			Primäre und sekundäre Nekrose des Humeruskopfes
✓		✓	Humeruskopffraktur mit Dislokation der Tuberkula
✓	✓		Pathologien, bei denen eine Arthrodesse oder Resektionsarthroplastik des Humeruskopfes nicht indiziert sind
✓	✓		Revisionen von Humerusprothesen, wenn andere Versorgungen versagt haben (sofern eine adäquate Fixierung erzielt werden kann)
		✓	Dislozierte 3- oder 4-Fragment-Frakturen des oberen Humerus
	✓		Spiralfrakturen oder andere Frakturen des mittleren Humerus (in Kombination mit degenerativen Erscheinungen des Schultergelenks)
	✓		Revisionen fehlgeschlagener vorangegangener Rekonstruktionen, die eine distale Verankerung erfordern
✓	✓		Wiederherstellung der Mobilität nach vorangegangenen Verfahren (z.B. vorangegangene Fusion)
✓	✓	✓	Rotatorenmanschetten Arthropathie

Das Equinoxe Reverse Schulterssystem dient der Behandlung degenerativer Erkrankungen des Schultergelenks bei gleichzeitig weitgehend zerstörter, irreparabler Rotatorenmanschette bei ausgewachsenen Patienten. Die Equinoxe Reverse Schulter ist zudem bei einem fehlgeschlagenen glenohumeralen Gelenkersatz indiziert, der zu einer superioren Migration des Humeruskopfes geführt hat.

Der Equinoxe Plattform Frakturschaft ist wiederum bei ausgewachsenen Patienten indiziert mit

- dislozierter Drei- oder Vierfragmentfraktur des proximalen Humerus (Hemiarthroplastik),
- akuter Fraktur des proximalen Humerus mit Versagen des glenohumeralen Gelenks (Schulterarthroplastik) mit Glenoidersatz
- akuter Fraktur des proximalen Humerus in Verbindung mit einer degenerativen Erkrankung des Schultergelenks bei gleichzeitig weitgehend zerstörter, irreparabler Rotatorenmanschette, die zu einer superioren Migration des Humeruskopfes geführt hat (dann inverse Schulterarthroplastik).

Der Equinoxe Plattform Frakturschaft ist stets zementpflichtig.

KONTRAINDIKATIONEN

Die Verwendung des Equinoxe Schulter-Systems ist bei folgenden Bedingungen kontraindiziert:

- Osteomyelitis des proximalen Humerus oder der Skapula; bei einer systemischen Infektion oder wenn eine entfernte Sekundärinfektion zu befürchten oder diagnostiziert ist, sollte die Implantation verschoben werden, bis der Infekt ausgeheilt ist.
- Ungeeigneter oder deformierter Knochen, welcher der Prothese keine ausreichende Fixierung und Abstützung bieten würde.
- Neuromuskuläre Störungen, welche keine Kontrolle über das Gelenk zulassen.
- Signifikante Verletzungen des Plexus brachialis.
- Nicht funktionsfähiger M. deltoideus.
- Erhöhte Wahrscheinlichkeit eines frühen Prothesenversagens, bedingt durch Alter, Gewicht oder Aktivitätsgrad des Patienten.
- Der Patient ist nicht bereit oder in der Lage, den postoperativen Anweisungen zu folgen.
- Missbrauch von Alkohol, Drogen oder anderen Substanzen.
- Jede Erkrankung, welche die Funktion oder Lebensdauer des Implantats negativ beeinflussen könnte.

PRÄOPERATIVE PLANUNG

Nach einer gründlichen Anamnese und Funktionskontrolle des Bewegungsumfanges sollten zur Beurteilung von Gelenkspalt, ossären Deformitäten und Abrieb des Glenoids Röntgenbilder erstellt werden. Folgende Röntgenansichten sind sinnvoll:

1. eine „true A/P“ Ansicht des glenohumeralen Gelenks (30 Grad Außenkipfung)
2. eine laterale Aufnahme der Scapula
3. eine axiale Aufnahme

Bei Patienten mit Arthritis kommt es regelmäßig zu verschieden stark ausgeprägtem posterioren Abrieb am Glenoid (mit posteriorer Subluxation des Humeruskopfes). Ist signifikanter Abrieb am Glenoid nicht auszuschließen, kann eine CT-Aufnahme zur weiteren Beurteilung der knöchernen Anatomie hilfreich sein.

PATIENTENLAGERUNG

Der Patient sollte in Rückenlage auf dem OP-Tisch gelagert werden. Für eine modifizierte „Beach Chair“-Position wird der Kopfteil des Tisches um 30 Grad erhöht. Eine kleine Nackenrolle kann lateral hinter die zu operierende Schulter positioniert werden. Damit der Oberarm ohne Einschränkungen durch den OP-Tisch in maximale Streckung gebracht werden kann, wird der Patient am Rand des Tisches gelagert. Als Alternative kann eine „Captain's Chair“ oder ähnliche Lagerunterstützung für die Patientenposition gewählt werden. Um jegliche Lagerungsänderungen des Patienten während der Operation zu vermeiden, sollte der Patient am OP-Tisch fixiert werden.

Sobald der Patient gesichert ist, wird das Bewegungsmaß der oberen Extremität mit besonderem Augenmerk auf die Außenrotation beurteilt. Bei eingeschränkter Außenrotation (z. B. Innenrotationskontraktur) ist eine Mobilisierung oder ein Release des Subscapularis erforderlich. Um einen vollständigen Zugang zum Operationsgebiet und uneingeschränkte Mobilität während der Operation zu haben, sollte der ganze Oberarm vorbereitet und abgedeckt werden.

OPERATIVER ZUGANG

Deltopektoraler Zugang

Es wird ein anteriorer deltopektoraler Schnitt von inferior zur Clavicula, über das Coracoid hinweg und nach distal zum Deltoidansatz erweiternd gesetzt. Medial und lateral werden subkutane Gewebelappen geschaffen und der Bereich zwischen dem M. deltoideus und dem M. pectoralis identifiziert.

Über der V. cephalica liegt häufig ein dünner Fettgewebestreifen. Die Eröffnung wird in der Regel medial der V. cephalica durchgeführt; je nach Präferenz des Operateurs kann auch ein Zugang lateral der Vene gewählt werden. Äste der V. cephalica an der Zugangsseite werden gekautert und der Zugang wird von inferior nach superior eröffnet, um die Fascia clavipectoralis darzustellen.

Der Vorteil, die V. cephalica mit dem M. deltoideus wegzuhalten, besteht darin, dass die meisten Äste vom Deltoid her kommen. Der Nachteil ist, dass die Vene mehr im Zugangsbereich liegt und gefährdeter ist, von den Retraktoren verletzt zu werden, wenn diese den superioren Bereich kreuzen.

Der subdeltoide Bereich wird mit einem Spreizer mobilisiert. Die Fascia clavipectoralis wird der Länge nach bis zum Ligamentum coracoacromiale (welches belassen wird) eingeschnitten. Die kurze Bizepssehne wird mobilisiert. Ein selbsthaltender Haken wird vorsichtig platziert, um starke Zugkräfte an der kurzen Bizepssehne zu verhindern. Das Ligamentum coracoacromiale wird identifiziert und der subacromiale Raum wird mit einem stumpfen Hebel dargestellt. Der Ansatz der Subscapularissehne am Tuberculum minus (wenn präsent) wird zusammen mit dem Rotatorenintervall kenntlich gemacht. Die anterioren Gefäße der Circumflexa an der inferioren Grenze des M. subscapularis (die „drei Schwestern“) werden ausführlich gekautert. Die Lage des N. axillaris sollte an der inferomedialen Grenze des Subscapularis ertastet werden. Je nach Präferenz kann an dieser Stelle der Nerv dargestellt werden, um ihn direkt zu visualisieren. Die Bizepssehne (wenn präsent) wird in ihrer Grube ertastet. Eine Bizepsstenodese kann jetzt durchgeführt werden, indem die Sehne in der Mitte der Grube getrennt und je nach Präferenz des Operateurs entweder am

angrenzenden Weichteilgewebe oder am Knochen befestigt wird. Die Subscapularissehne und die Kapsel werden 1 cm medial vom Tuberculum minus tenotomiert und mit #1 Fäden versehen. Es sollte ein inferiores Kapselrelease vom Humerushals durchgeführt werden, um eine 90 Grad Außenrotation des Humerus zu ermöglichen. Während des Release sollte der N. axillaris mit einem Haken zwischen ihm und der inferioren Kapsel geschützt werden.

Ein alternativer Zugang ist, den Subscapularis direkt vom Ansatz oder mittels Osteotom mit einer dünnen Knochenscheibe (1 - 2 mm dick) vom Knochen abzuheben. Die Entscheidung einer Subscapularisabtrennung und anschließender Refixierung richtet sich wiederum nach den Präferenzen des Operateurs. In manchen Fällen, besonders in der Revisionschirurgie, ist der Subscapularis eventuell gar nicht mehr oder nur noch dessen inferiorer Anteil vorhanden.

Die Freilegung des subacromialen Bereichs wird einen großen Rotatorenmanschettendefekt aufzeigen. Häufig befindet sich hier eine Ansammlung von fibrösem und Bursagewebe, das herausgeschnitten werden sollte. Der Humerus kann nun in Streckung, Adduktion und Außenrotation positioniert werden, um die Humeruspräparation zu beginnen. Zur Verbesserung des Zugangs zum proximalen Humerus sollte der große Delta Retraktor verwendet werden.

Superolateraler Zugang

Ein superolateraler Einschnitt wird von der anterioren Kante des Akromiums quer bis nach posterolateral vorgenommen. Großzügige Weichteilgewebelappen werden subkutan nach medial und lateral sezirt. Das Intervall zwischen den anterioren und mittleren Anteilen des Deltoideus wird identifiziert und superior über die Spitze des Akromiums gelegt. Dadurch wird der anteriore Deltoideus von seinem Akromiumansatz zusammen mit der Ansatzstelle des Ligamentum coracoacromiale abgelöst. Das Intervall wird bis 4 cm distal vom Akromium präpariert, um möglichen Verletzungen des N. axillaris vorzubeugen. Das ermöglicht einen Zugang zum subacromialen Bereich, welcher gewöhnlich mit fibrösem und Bursagewebe gefüllt ist, das entfernt werden sollte, um den Humeruskopf zu erreichen.

Jeglicher Verbleib von intakten Überresten der Rotatorenmanschette sollte sichtbar dargestellt werden. Gewöhnlich besteht noch ein Teil des Subscapularis und des Teres Minor, beide könnten sich aber auch aufgelöst haben.

Der Humerus sollte in Extension, Adduktion und Außenrotation durchbewegt und nach superior verlagert werden, um für den Zugang den Humeruskopf nach anterosuperior dislozieren zu können. Wiederum kann der große Deltaretraktor für bessere Sicht und Exposition des proximalen Humerus verwendet werden.

HUMERUSPRÄPARATION

Humeruskopfresektion

Um den Humerushals gut darstellen zu können, sollten vor der Humeruskopfresektion mit einem Rongeur alle Osteophyten entfernt werden (*Abbildung 40*). Die Wiederherstellung der Anatomie wird erleichtert, wenn die Resektion exakt entlang des anatomischen Halses erfolgt. Es stehen drei Resektionsmöglichkeiten zur Verfügung, die je nach Präferenz des Operateurs ausgewählt werden können.

Anatomische Sägelehre: Die **anatomische Sägelehre** ermöglicht dem Operateur ohne komplizierte intramedulläre oder extramedulläre Ausrichtinstrumente ein genaues Resezieren des Humeruskopfes entlang des anatomischen Halses. Die Zange umrahmt den Humeruskopf am anatomischen Hals und dient als Auflagefläche für das Sägeblatt.

Es wird von inferior nach superior reseziert. Die dünne Zangenhälfte der anatomischen Sägelehre sollte zwischen den Knochen und die superiore Manschette gleiten. Die breite Zangenhälfte sollte in vollem Kontakt mit dem medialen Bereich des anatomischen Halses stehen. Alternativ kann ein Zugang für einen anterior-posterioren Schnitt gewählt werden (*Abbildung 41*). Die dünne Zangenhälfte wird um die posteriore Seite gelegt und die breite Zangenhälfte an der anterioren Seite positioniert. Ist die Sägelehre positioniert, wird sie durch den Gewindegriff gesichert. Um sicherzustellen, dass sich das Instrument nicht bewegt, sollte es während der Osteotomie festgehalten werden. Um die Rotatorenmanschette zu schützen, sollte das Sägeblatt inferior oder superior nicht über die dünne Zangenhälfte hinauslaufen.

Hinweis: Die Entfernung der Osteophyten ist nicht nur unbedingte Voraussetzung, um den anatomischen Hals korrekt identifizieren zu können, sondern unterstützt auch einen festen Sitz der Schnittlehre.

Freihand: Identifizieren Sie den anatomischen Hals und resezieren Sie den Kopf mit der Mikrosagittal-Säge.

Sägelehre mit vorgegebenem Winkel (132,5 Grad): Drei Möglichkeiten stehen mit der Sägelehre mit festem Winkel zur Verfügung (*Abbildung 42*):

1. Verwenden Sie die Schnittfläche, um mit dem Kauter die Resektionslinie zu markieren und sägen Sie dann freihand.
2. Setzen Sie die Schnittlehre an einen Handgriff, der am Unterarm ausgerichtet wird, um 20 Grad Retrotorsion einzustellen und sägen Sie entlang der Sägefläche.
3. Verwenden Sie K-Drähte zur Sicherung am proximalen Humerus und sägen Sie entlang der Sägefläche.



Abbildung 40
Humerus



Abbildung 41
Sägelehre anatomisch



Abbildung 42
Sägelehre 132,5 Grad



Abbildung 43
Einführen des
Fräsers

Tiefenmarkierung

Abbildung 44
Einführen der Raspel

Die Sägelehre mit dem festen Winkel wird nicht beim superioren Zugang verwendet.

Sobald der Kopf reseziert ist, kann der Operateur entweder direkt zum Glenoid übergehen oder mit der Humeruspräparation fortfahren. Letzteres ermöglicht die Verwendung des Schaftschutzes, um Verletzungen am Humerus während des Glenoidzugangs zu minimieren.

Eröffnung des Humerusschafts

Der kleinste **Bohrer** (7 mm) hat eine scharfe Spitze, um das Eintreten in den Markraum zu erleichtern (*Abbildung 4*). Der Eintrittspunkt ist posterior des Sulcus Intertubercularis und an der Grenze des mittleren und oberen Drittels der resezierten Humerusoberfläche zu wählen. Der Kanal sollte bis zum kortikalen Kontakt stufenweise aufgefräst werden. Es ist darauf zu achten, den Humerusschaftfräser bis zur Tiefenmarkierung in den Kanal einzuführen; **das Auffräsen bereitet den Kanal für den distalen Durchmesser des Schafts vor und bestimmt den Durchmesser des definitiven Schaftimplantats**. Hohe Kraftanwendung beim Fräsen ist nicht notwendig. Sollte es zu Schwierigkeiten beim Einführen des Fräsers kommen, werden die Raspel und das Implantat nach der Größe des letzten Fräsers gewählt, der komplett platziert wurde. Sollte es zwischen zwei Implantatgrößen Zweifel geben, ist die kleinere Größe zu wählen, jedoch das Implantat zementiert einzubringen.

Hinweis: Um sicherzustellen, dass die ausreichende Tiefe erreicht wird, sollte so weit gefräst werden, bis die Tiefenmarkierung nicht mehr sichtbar ist.

Hinweis: Da der Fräser das einzige Instrument zur distalen Kanalpräparation ist, implantieren Sie keinen Schaft, der größer ist als die größte Fräsergröße, die die vorgegebene Tiefe erreicht hat.

Raspeln des Humerusschafts

Nachdem der Kanal aufgefräst ist, setzen Sie die kleinste Raspel (7 mm) auf den **modularen Raspelhandgriff** (*Abbildung 44*). Die Raspel sollte in gleicher Orientierung wie die Schnittfläche in den Kanal eingeführt werden (d. h. der Raspelkragen sollte flach auf der Resektionsfläche aufliegen). Der Kanal wird stufenweise so weit aufgeraspelt, bis die Größe der Raspel mit der des letzten Fräsers übereinstimmt. Jede Raspel sollte so weit eingeschlagen werden, bis der Kragen die metaphysäre Oberfläche berührt. Die Raspel sollte nicht versenkt und nur die Schlagfläche sollte beschlagen werden.

Als visuelle Kontrolle der Retrotorsion sollte die **Retrotorsionslehre** an den Handgriff für Humerusraspel angeschraubt („L“ und „R“ bestimmen die jeweilige Seite) und am Patientenunterarm ausgerichtet werden (vorausgesetzt der Patient hat einen stabilen Ellenbogen). Die Retrotorsionslehre repräsentiert 20 Grad Retrotorsion, wenn sie parallel zum Unterarm ausgerichtet ist. Dabei ist darauf zu achten, nicht mit mehr als 20° Retroversion zu resizieren, da dies die Innenrotation einschränken könnte.

Hinweis: Die Raspel ist sicher im Handgriff eingerastet, wenn der Riegel in seine Ursprungsposition zurückgeschnappt ist.

Einsetzen des Humerusprobeschafts

Die Größe des Humerusprobeschafts wird durch die größte Raspel bestimmt, die vollständig versenkt werden konnte (Abbildung 45). Der **Probeschaft** wird an den Schaftschläger geschraubt und bis zum richtigen Sitz im Humerus eingeschlagen (Abbildung 46). **Der Probeschaft stimmt in seiner Größe mit der des Fräsers und der Raspel überein. Es ist zu beachten, dass die Equinoxe Reverse Humeruskomponente zementiert werden sollte, es sei denn, es handelt sich im Revisionsfall um einen noch gut fixierten Press-Fit Schaft, der nach klinischen und radiologischen Untersuchungen des Operateurs als stabil befunden wird.**

Humerusschaftschutz

Der Humerschaftschutz sollte auf den proximalen Anteil des implantierten Schafts aufgesetzt werden, um die resezierte Oberfläche während der Glenoidpräparation zu schützen (Abbildung 47).

Hinweis: Der Schaftschutz hat einen Offset, um rotiert werden zu können und steht in zwei Größen zur Verfügung, um die bestmögliche Abdeckung zu erhalten.

GLENOIDPRÄPARATION

Zugang zum Glenoid

Für einen guten Zugang zum Glenoid stehen Retraktoren zur Verfügung. Ein **Posteriorer Glenoidretraktor** sollte verwendet werden, um den proximalen Humerus nach posterior zu verlagern. Ein **Ein- oder Zweipunkt Retraktor** wird anterior am Glenoidhals platziert. Superior und inferior werden **Hohmann Retraktoren** um das Glenoid gelegt.

Abbildung 45

Einsetzen des Probeschafts



Abbildung 46

Eingesetzter Probeschaft



Abbildung 47

Schaftschutz





Abbildung 48a
Fräse mit
Führungsspitze



Abbildung 48b
Kanülierte Fräse



Abbildung 49a
Deltopectoraler
Zugang



Abbildung 49b
Superolateraler
Zugang

Das Labrum glenoidales wird in der Zirkumferenz eröffnet, um Zugang zur gesamten Oberfläche des Glenoids zu erlangen. Jegliche Überreste des Bizeps sollten ebenfalls entfernt werden. Häufig befindet sich noch eine beachtliche Menge von Gewebe um das Glenoid herum, das aus Bursagewebe und Sehnenresten der Rotatorenmanschette besteht. Die Weichteilreste sollten für eine gute Sicht reseziert werden. Ein superiores, anteriores und inferiores Kapselrelease sollte für den Zugriff und die Mobilisierung durchgeführt werden. Ein posteriores Kapselrelease könnte ein Hebeln des proximalen Humerus nach posterior erleichtern, um somit einen besseren Glenoidzugang zu erhalten.

Zu diesem Zeitpunkt werden der Grad und die Position des Glenoidverschleiß sichtbar. Dieser sollte sorgfältig und detailliert analysiert werden, damit das Glenoidfräsen in einer Orientierung durchgeführt werden kann, die eine korrekte Positionierung der Glenoidkomponenten sicherstellt. Der Zugang zum Glenoid kann ebenfalls durch spezifische Hebel erleichtert werden. Für einen deltopectoralen Zugang ist ein posteriorer Glenoidretractor essentiell. Der **gegabelte Retraktor**, der dem Instrumentensieb beiliegt, ist hierfür hilfreich. Der beiliegende große **Darrach Retraktor** kann ebenfalls verwendet werden. Hebelnde Haken sollten anterior, superior und inferior platziert werden, um den Glenoidrand freizulegen.

Wenn ein superiorer Zugang verwendet wird, ist das inferiore Kapselrelease besonders wichtig. Der gegabelte Retraktor kann dann inferior platziert werden, um den proximalen Humerus nach posterior-inferior zu verlagern. Hebelnde Haken sollten anterior, superior und posterior, wie beschrieben, platziert werden.

Hinweis: Auch wenn die Equinox-Glenoidplatte nicht nach inferior verkippt platziert werden muss, sollte sie keinesfalls nach superior verkippt implantiert werden. Eine neutrale Position ist ideal.

Fräsen des Glenoids

Das Equinoxesystem bietet zwei Möglichkeiten der Glenoidpräparation: Der Fräsvorgang kann 1) mit der **Fräse mit Führungsspitze** oder 2) mit der **kanülierten Fräse** (Abbildung 48 a, b) durchgeführt werden. Bei den kanülierten Fräsern erfolgt der Fräsvorgang über einen 2 mm K-Draht, wodurch der Operateur sehr präzise arbeiten kann.

Hinweis: Vermeiden Sie Biegekräfte auf den Führungszapfen der Glenoidfräse, da dies zum Bruch führen kann. Verwenden Sie die Glenoidfräse nicht zum Hebeln des Humeruskopfes, da dies zum Bruch des Führungszapfens oder des K-Drahts führen kann.

Unabhängig von der gewählten Fräsoption besteht nach Entfernen aller inferioren Osteophyten der erste Schritt in der Ausrichtung des **inferioren Teils** der **Glenoidbohrlehre am inferioren Aspekt** des natürlichen Glenoids (Abbildung 49 a, b). Dadurch wird sichergestellt, dass die Glenosphäre gut in superiorer/inferiorer Position platziert wird. Tasten Sie den anterioren Glenoidhals, um den Winkel für das Glenoidfräsen zu ermitteln.

Hinweis: Für die beiden unterschiedlichen Zugänge (deltopectoral oder superolateral) stehen zwei Griffausrichtungen der Glenoidbohrlehre zur Verfügung.

Für beide Fräsertypen steht eine Reverse Starterfräse zur Verfügung, mit der die Anfangspräparation erfolgt.

Fräsen mit Führungsspitze

Bei Verwendung der Fräse mit Führungsspitze wird ein 2 mm Pilotloch zentral als Fräsachse ins Glenoid gebohrt (Abbildung 50). Schließen Sie den Handgriff für Glenoidfräser mit einem Jacobs® Bohrfutter an die Maschine (Abbildung 51). Schließen Sie dann die modulare Reverse **Starter-Glenoidfräse** mit Führungsspitze und anschließend die **weiteren modularen Reverse Glenoidfräsen** in aufsteigender Größe an den Handgriff (Abbildung 52).

Die Fräterspitze wird in das gebohrte Führungsloch gesetzt und das Glenoid wird schrittweise aufgefräst, bis alle zuvor identifizierten Glenoiderosionen korrigiert sind und die Glenoidoberfläche die gewünschte Kontur erhalten hat (Abbildung 53). Das Fräsen beginnt mit der Reverse Starterfräse und wird mit der 38 mm, 42 mm und 46 mm Fräse, Bezug nehmend auf die gewünschte Größe der Glenosphäre, fortgeführt. **Es ist entscheidend, schon jetzt bis zu der Größe der größtmöglichen Glenosphäre, die der Operateur eventuell verwenden wird, aufzufräsen, um sicherzustellen, dass die später gewählte Glenosphäre ohne ein peripheres Knochenimpingement auf das präparierte Glenoid passt (d. h. während der Probereposition ist kein Vergrößern der Glenosphäre mehr möglich, wenn das zur Glenoidgröße korrespondierende Fräsen nicht zuvor durchgeführt worden ist, da die Glenoidplatte dann schon am Glenoid fixiert ist).** Die Farbmarkierungen der Fräser stimmen mit den drei Größen der Glenosphären, wie in *Tabelle 5* beschrieben, überein.

Fräsen mit kanülierten Fräsern

Bei der Verwendung kanülierter Fräsen wird der **inferiore Teil der Bohrlehre für Glenoidplatte** am **inferioren Aspekt** des natürlichen Glenoids ausgerichtet. Bringen Sie den 2 mm K-Draht durch das 2 mm Pilotloch der Glenoidbohrlehre in den Knochen ein und montieren Sie die modulare kanülierte Fräse an den modularen Handgriff (Abbildung 54). (Achten Sie auf die Farbmarkierung der Fräsen.)



Abbildung 50
Bohren des 2 mm
Führungslochs



Abbildung 51
Anschluss an
den Handgriff für
Glenoidfräser



Abbildung 52
Montage des Reverse
Fräasers mit Führungsspitze
an den Handgriff



Abbildung 53
Fräsen des Glenoids

Abbildung 54
Montage des kanülierten
Fräasers an den Handgriff



Abbildung 55
Fräsen des Glenoids



Abbildung 56
Montage des Hohlzapfenbohrers
an den Handgriff



Abbildung 57
Bohren des Lochs für
den Hohlzapfen



Das Fräsen beginnt mit der Reverse Starterfräse und wird mit den 38 mm, 42 mm und 46 mm Fräsen fortgeführt, wobei die final verwendete Größe von der Größe der zu implantierenden Glenosphäre abhängt. Das Glenoid wird mit schrittweise ansteigenden Größen über den K-Draht hinweg aufgefärs, bis bestehende Erosionen korrigiert sind und an der Glenoidoberfläche die gewünschte Kontur hergestellt wurde (Abbildung 55). **Es ist entscheidend, schon jetzt bis zu der Größe der größtmöglichen Glenosphäre, die der Operateur eventuell verwenden wird, aufzufräsen, um sicherzustellen, dass die später gewählte Glenosphäre ohne ein peripheres Knochenimpingement auf das präparierte Glenoid passt (d. h. während der Probereposition ist kein Vergrößern der Glenosphäre mehr möglich, wenn das zur Glenoidgröße korrespondierende Fräsen nicht zuvor durchgeführt worden ist, da die Glenoidplatte dann schon am Glenoid fixiert ist).** Die Farbmarkierungen der Fräsen stimmen mit den drei Größen der Glenosphären, wie unten in Tabelle 4 beschrieben, überein.

Tabelle 4

Farbe der Fräsen und Probeglenosphäre

Größe	Farbe der Fräsen und Probeglenosphäre
38	Blau
42	Gelb
46*	Orange

* nur auf Anfrage

Bohren des Hohlzapfenlochs über Bohrlehre

Nachdem das Fräsen abgeschlossen ist, wird der inferiore Anteil der Glenoidbohrlehre am inferioren Anteil des Glenoids ausgerichtet (d. h. gleiche Position wie beim Bohren des Führungslochs). Das Hohlzapfenloch wird zur Vorbereitung des Glenoids für die Glenoidplatte gebohrt (Abbildungen 56 und 57). Der Hohlzapfenbohrer hat einen Durchmesser von 7,3 mm. Der Hohlzapfen ist konisch und variiert im Durchmesser von 7,5 mm am Ende bis zu 8,1 mm an der Stelle, an der er mit der Platte verbunden ist.

Hinweis: Option modularer kanülierter Hohlzapfenbohrer: Nach dem Fräsen über den 2,0 mm K-Draht wird ein neuer K-Draht im zentralen Loch gesetzt und über diesen mit dem modularen kanülierten Hohlzapfenbohrer gebohrt.

Einsatz von Knochenmaterial in den Hohlzapfen

Es gibt zwei Möglichkeiten, Knochenersatzmaterial im Hohlzapfen zu platzieren (*Abbildung 58*).

1. Verwenden Sie die Spongiosafräse für den Hohlzapfen, um eine 6 mm Autograft-Knochensäule vom Humeruskopf oder anderen geeigneten Lokalisierungen zu setzen und platzieren Sie den Knochen direkt in den Hohlzapfen.
2. Platzieren Sie Allograft in einer Spritze oder zerbröselten Autograft mit der Hand in den Hohlzapfen.

Hinweis: Achten Sie darauf, dass kein Knochenmaterial in das Schraublochgewinde eintritt. Knochenmaterial im Gewindegang könnte eine gute Schraubverbindung verhindern.

Implantation der Glenoidplatte

Sobald das Loch für den Hohlzapfen gebohrt ist, wird die Glenoidplatte auf den **Einschläger für Glenoidplatte** gesetzt und unter Beachtung der richtigen Rotationsposition eingeschlagen (**d. h. die Platte sollte in Richtung der superior/inferioren Achse des Glenoids orientiert werden**) (*Abbildung 59*). Das Einsetzinstrument ist auf die **untere Hälfte** der Glenoidplatte so aufzusetzen, dass der zentrale Zapfen in das zentrale Gewindeloch und die peripheren Zapfen in die unteren äußeren Löcher der Glenoidplatte treten.



Abbildung 58
Bestückung der
Glenoidplatte mit
Knochenmaterial



Abbildung 59
Einsetzen der
Glenoidplatte



Abbildung 60
Eingesetzte
Glenoidplatte

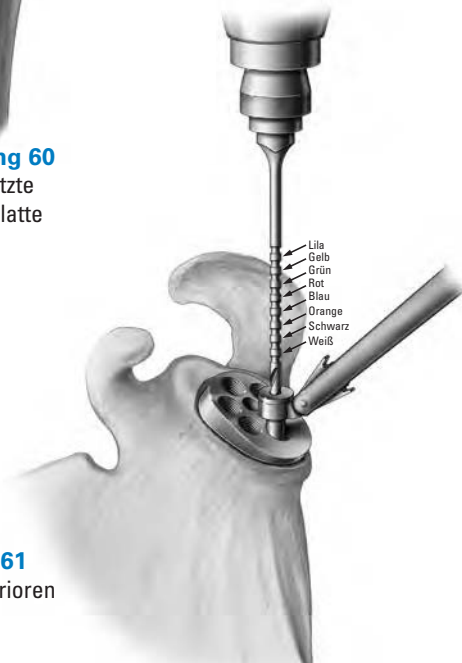


Abbildung 61
Bohren des inferioren
Lochs



Abbildung 62
Einsetzen der
Schraube

Von den sechs möglichen Schraubpositionen werden die vier ausgewählt, die die bestmögliche Fixierung und Stabilität der Glenoidplatte versprechen. Bei primären Reverse Schultern werden in der Regel, je nach Anatomie des ursprünglichen Glenoids, das superiore und die drei inferioren Löcher verwendet. Die beiden peripheren Löcher am superioren Anteil der Platte sind für Revisionsfälle vorgesehen (Abbildung 60).

Die ausgewählten Löcher werden mit der **Bohrlehre für Glenoidplatte** und dem **3,2 mm Bohrer** (Abbildung 61) gebohrt. Messen Sie die Tiefen der einzelnen Löcher entweder mit dem farbmarkierten Bohrer während des Bohrvorgangs oder mit dem Tiefenmesser im Nachhinein. Jedes Loch erlaubt bis zu 30 Grad Winkelvariabilität, so dass die Orientierung der Schrauben nach möglichst optimaler Knochensubstanz gewählt werden kann.

Hinweis: Der Hohlzapfen der Glenoidplatte limitiert die Winkelvielfalt auf 20 Grad bei den anterioren, posterioren und superioren Schrauben.

Die inferiore Schraube sollte entlang des inferioren Skapulahalses (Abbildung 62) und die superiore Schraube sollte entlang der Basis des Coracoids geführt werden. Die anterioren und posterioren Schrauben sollten dort eingeführt werden, wo der Operateur die beste Knochensubstanzerwartet. Dabei ist darauf zu achten, nicht in den zentralen Hohlzapfen der Glenoidplatte zu bohren. Die 4,5 mm **Kompressionsschrauben** stehen in Längen zwischen 18 und 46 mm in 4 mm Schritten zur Verfügung. Die Kompressionsschrauben (Tabelle 5) werden zur Fixierung und Kompression der Glenoidplatte an das Glenoid in den gemessenen Längen in die Bohrlöcher gesetzt. Wenn die Schrauben maschinell eingeführt werden, sollten die letzten Umdrehungen immer per Hand getätigt werden, um die Fixierung zu maximieren. Ein **Ratschenschraubendreher** liegt dem Instrumentarium bei, um das Festziehen der Schrauben zu erleichtern.

Tabelle 5

Kompressionsschrauben

Länge (mm)	Durchmesser (mm)	Farbkodierung
18	4,5	Weiß
22	4,5	Schwarz
26	4,5	Orange
30	4,5	Blau
34	4,5	Rot
38	4,5	Grün
42	4,5	Gelb
46	4,5	Lila



Abbildung 63
Verschlusskappe

Wenn alle Kompressionsschrauben festgezogen sind, werden **Verschlusskappen** auf jede Schraube aufgesetzt. So werden die Kompressionsschrauben in ihrem Winkel fixiert und am Herausdrehen gehindert. **Jede Verschlusskappe wird senkrecht zur Platte eingeschraubt, außer die Kappe der inferioren Schraube, welche in 15 Grad superiorer Neigung eingeschraubt werden muss (Abbildung 63).**

Einsetzen der Probeglenosphäre

Einen adäquaten Glenoidzugang und insbesondere posteriore Exposition des Glenoids zu erreichen, ist entscheidend für diesen Schritt. Der posteriore Glenoidretractor, der dem Set beiliegt, kann helfen, den zur Implantation der Glenosphäre notwendigen Freiraum zu erhalten.

Es gilt, die größtmögliche Glenosphäre basierend auf dem Zugang und der gewölbten coracoacromialen Anatomie zu wählen (Vergewissern Sie sich, dass während des Fräsprozesses bis auf diese Größe aufgefräst wurde). **Beachten Sie, dass im Gegensatz zu kreisrunden Basisplatten die anatomische Form der Equinoxe Glenoidplatte festlegt, dass die Glenosphäre nur in einer spezifischen Richtung einzusetzen ist (d. h. an der superior/inferioren Achse des Glenoids ausgerichtet).**

Methode A: Zur Rotationskontrolle wird der Handgriff für Glenosphäreneinsetzer an die apikale Öffnung der Glenosphäre montiert. Führen Sie die Spitze des Führungsstabs durch den Handgriff und durch die Glenosphäre in die Glenoidplatte. Am Führungsstab des Einsetzers befinden sich Lasermarkierungen entsprechend der drei Glenosphärengrößen. Diese dienen als Anhaltspunkt dafür, ob die Glenosphäre vollständig in die Basisplatte eingesetzt wurde. Weitere Lasermarkierungen dienen dem Operateur als Orientierungshilfe für die korrekte Ausrichtung der Glenosphäre. Nach vollständiger Platzierung wird der Einsetzer abgenommen und die Glenosphäre dabei manuell fest in ihrer Position gehalten (Abbildung 64a).

EINSETZEN DER PROBEGLENOSPÄRE

Abbildung 64a
Glenosphäreneinsetzer mit Führungsstab und Handgriff

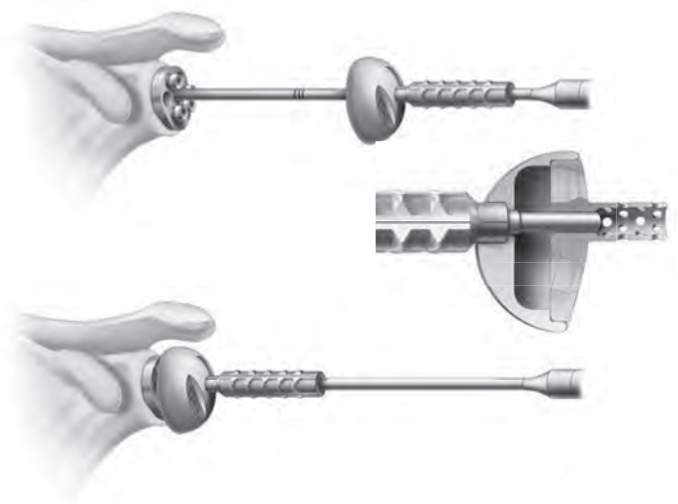


Abbildung 64b
Universal Glenosphäreneinsetzer mit Klemme



Abbildung 64c
Konischer
Glenosphäreneinsetzer
mit Führungsspitze

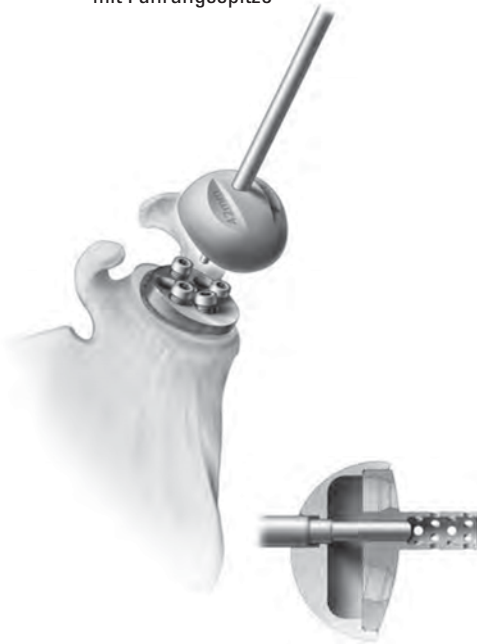


Abbildung 64d
Konischer
Glenosphäreneinsetzer



Abbildung 65
Verriegelungsschraube
der Glenosphäre



Methode B: Universal Glenosphäreneinsetzer mit Klemme (bei Nutzung der endgültigen Glenosphäre): Zur Befestigung der Klemme ist der Haken in die anteriore Aussparung der Glenosphäre zu setzen. Auf diese Weise wird eine Rotationskontrolle der Glenosphäre erzielt. Die Verriegelungsschraube kann entweder vor Montage der Klemme gesetzt werden oder nach deren Platzierung durch die Klemme hindurch eingebracht werden. Nach der Befestigung des Einsetzers an der Glenosphäre wird der Sechskantschraubendreher durch die Klemme hindurch in den Kopf der Verriegelungsschraube gesetzt. Auf diese Weise bleibt die Glenosphäre beim Setzvorgang in ihrer Position. Bei der Platzierung der Glenosphäre auf der Glenoidplatte dient die Verriegelungsschraube als Führung und sichert die korrekte Ausrichtung der Implantateinheit in Relation zum zentralen Gewindeloch bzw. Hohlzapfen mit Knochenersatzmaterial. Nach vollständiger und korrekter Platzierung der Glenosphäre wird die Schraube so weit eingebracht, dass diese eine Verriegelung der Einheit bewirkt (Abbildung 64b).

Methode C: Konischer Glenosphäreneinsetzer mit Führungsspitze: Montieren Sie den T-Griff an den Einsetzer und richten Sie diesen auf die Nord-Süd-Achse der Glenosphäre aus, um sicherzustellen, dass die Glenosphäre an der Glenoidplatte orientiert ist. Die Führungsspitze passt in die Basisplatte und unterstützt die korrekte Ausrichtung der Glenosphäre auf der Basisplatte. Sobald die Glenosphäre ordnungsgemäß auf der Basisplatte sitzt, wird die Glenosphäre manuell fixiert, um ihre korrekte Position beim Entfernen des Einsetzers zu sichern. Schlagen Sie den Glenosphäreneinsetzer nicht ein, nachdem die Glenosphäre auf der Basisplatte sitzt (Abbildung 64c).

Methode D: Der konische Glenosphäreneinsetzer: Setzen Sie den konischen Glenosphäreneinsetzer genauso auf wie den konischen Glenosphäreneinsetzer mit Führungsspitze. Dieses Einsetzinstrument sichert Rotationsstabilität und axiale Führung. Da das Instrument kanüliert ist, können Sie zur Unterstützung einen 1,5 mm Führungs- oder K-Draht in den Hohlzapfen der Glenoidplatte einführen (Abbildung 64d).

Hinweis: Beim Einschrauben der Verriegelungsschraube der Glenosphäre ist zu beachten, dass sich die Schraubenöffnung nicht auf dem Pol der Glenosphäre befindet, wodurch es so aussehen kann, als ob die Schraube außerhalb der Achse verläuft. Dies liegt daran, dass die Schraube senkrecht zur Basisplatte eingeschraubt wird, jedoch nicht senkrecht zur Öffnung der Glenosphäre (Abbildung 65).

PROBEREPOSITION MIT HUMERUSADAPTERPLATTE UND -INLAY

Die +0 mm **Humerusprobeadapterplatte** wird auf den Humerusschaft gesetzt und mit der vormontierten Schraube festgezogen (*Abbildung 66*). **Es ist wichtig, dass die Humerusadapterplatte mit ihrer Markierungslinie an der lateralen Finne des Humerusschafts ausgerichtet wird.** Die +5 mm Probeadapterplatte kann bei Bedarf aufgesteckt werden. Für +10 mm und größeren Offset wird die +0 mm Humerusadapterplatte entfernt und die +10mm Probeplatte aufgesetzt. Um einen Offset von 15 mm oder größer (nur auf Anfrage) zu erreichen, wird die +5 mm Adapterplatte zusätzlich aufgesteckt. Die Kombination von Platten und Inlays können folgende Offsets ermöglichen: +0; +2,5; +5; +7,5; +10 und +12,5 mm und auf Anfrage können +15 und +17,5 mm bestellt werden. Es ist zu bedenken, dass die zusammengebauten Humeruskomponenten einen Humerushalswinkel von 145 Grad aufweisen, da das Inlay 12,5 Grad zum Schaftwinkel von 132,5 Grad hinzufügt (*Abbildung 67*).

Um das **Humerusprobeinlay** in die Probeplatte zu setzen, muss die Unterseite des asymmetrischen Inlays lotrecht auf die Probeplatte aufgesetzt und eingepresst werden, bis die C-Feder eingerastet ist. Zur Entkopplung der Proben wird die Spitze des **Probeinlayentferners** in die Aussparung des Probeinlays gesetzt und das Instrument wie ein Schlüssel gedreht, bis die Feder, die Humerusprobeinlay und Probeplatte verkoppelt, entkoppelt ist und dadurch das Inlay freigibt (*Abbildung 68*).



Abbildung 66
Humerusprobeplatte



Abbildung 67
Humerusprobeplatte
und Probeinlay

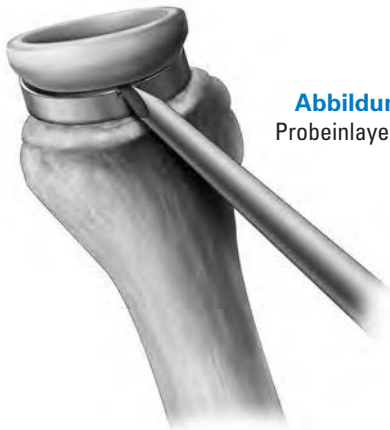


Abbildung 68
Probeinlayentferner



Abbildung 69
Einsetzen des
definitiven Glenoids und
der Schraube

Die Stabilität des Konstrukts wird durch eine Probereposition beurteilt, in der die Schulter durch den kompletten Bewegungsumfang bewegt wird. Während wohl jeder Operateur seine eigene Vorgehensweise hat, um die Stabilität zu überprüfen, führen wir die Probereposition wie folgt durch:

1. Nach Reposition und mit seitlich gelagertem Arm sollten lateraler Deltoideus und angrenzende Sehnen unter Spannung stehen. Bei constrained Implantaten wird für die Reposition mehr Zug beim Reponieren benötigt, als bei nicht «constrained» Implantaten.
2. Durch Vorwärtsheben und Abspreizen sollte einerseits die Stabilität des Implantats und andererseits die freie Beweglichkeit ohne Kontakt mit knöchernen Strukturen überprüft werden.
3. Innenrotation und Außenrotation sollten mit dem Humerus in 0 und 90 Grad Abduktion durchgeführt werden, um die Stabilität zu überprüfen. Auch wenn maximale Außenrotation ein posteriores Impingement verursachen könnte, sollte dies nicht zur Instabilität führen.
4. Mit dem Arm in seitlich hängender Position sollte kein Anzeichen von Impingement auftreten, das zur Distraction der Implantate führen könnte.

Sollte nach der Probereposition zusätzliche Stabilität benötigt werden, stehen «constrained» Inlays (mit identischem Offset) zur Verfügung. Obwohl «constrained» Inlays bessere Stabilität bieten, ist zu berücksichtigen, dass Sie den möglichen Bewegungsumfang einschränken. Bei zu geringer Spannung kann diese durch erhöhte Humerusplatten und Inlays bis zu 12,5 mm korrigiert werden. Werden die Probekomponenten gewechselt, sollten weitere Repositionen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die gewünschte Stabilität erreicht wurde. Sollte die Spannung selbst bei Verwendung der flachsten Komponenten zu hoch sein, ist der Humerusprobeschaff zu entfernen und ein Nachresizieren nötig.

EINSETZEN DER ENDGÜLTIGEN IMPLANTATE

Das Humerusprobeinlay, die Humerusprobeadapterplatte und die Probeglenosphäre werden entfernt. Das finale Glenosphärenimplantat wird auf die gleiche Art und Weise wie die Probeglenosphäre implantiert. Die Glenosphäre wird mit der Glenosphärenverriegelungsschraube gesichert (*Abbildung 69*).

Der Arm wird nun in Extension gelagert und der Schaft einschläger an den Probeschaf geschraubt. Der Probeschaf kann nun entfernt werden, um anschließend das Zementieren vorzubereiten. **Mit einem zementpflichtigen Schaft (eine Größe kleiner als Bohrer und Raspel) erreichen Sie einen 1,5 mm Zementmantel proximal und ein Minimum von 2 mm distal. Alternativ kann der proximale Humerus eine Größe größer als der Probeschaf aufgeraspelt werden (die Raspeln sind distal konisch, um diese Technik zu ermöglichen), so dass ein Implantat in Größe des Probeschafs implantiert werden kann. Dies ermöglicht einen 1,5 mm proximalen Zementmantel und eine exakte Passform (line-to-line fit) distal.** Sollte proximal nicht ausreichend Knochen vorhanden sein, um die größere Raspel vollständig zu versenken, gewährleistet auch ein minimaler Zementmantel ausreichend Stabilität. Die Zementierung erfolgt in der bevorzugten Technik des Operateurs (*Abbildung 70*). Mit dem Schaft einschläger wird der Schaft eingeschlagen, bis er mit der Knochenoberfläche abschließt.

Die finale Humerusadapterplatte wird mit der **Reverse Drehmomentschraube** (*Abbildung 71*) an den Humerusschaft gesetzt.

Tipp: Führen Sie die Drehmomentschraube durch die Humerusadapterplatte, bevor Sie diese mit dem Schaft verbinden. Dies erleichtert das Eindrehen in das Gewinde.

Schlagen Sie leicht mit einem Hammer auf den angesetzten T-Handgriff, um sicherzustellen, dass der Schraubendreher fest mit der Schraube verbunden ist. Eine unzureichende Verbindung des UHMWPE Zapfens im Schraubenkopf mit dem Schraubendreher kann dazu führen, dass der abgerissene superiore Anteil des Schraubenkopfs nicht im Drehmomentschraubendreher verbleibt.

Es ist wichtig, die Humerus Adapterplatte genau zu orientieren, d. h. die Markierung der Platte ist an der lateralen Finne des Schafts auszurichten. Die Verbindung der Platte mit dem Schaft erfolgt durch kräftiges Drehen des auf den superioren Teil der Schraube gesetzten Schraubendrehers. Dabei wird das Drehmoment mit dem modularen Reverse Replikatorhandgriff gegenüber dem Knocheninterface bzw. der Montagebank kompensiert. Der superiore Schraubenanteil reißt bei 11 Nm vom Rest der Schraube ab und verbleibt im Schraubendreher (Einmalartikel).



Abbildung 70
Zementieren des
Schaftimplantats



Abbildung 71
Anziehen der
Drehmomentschraube

oder

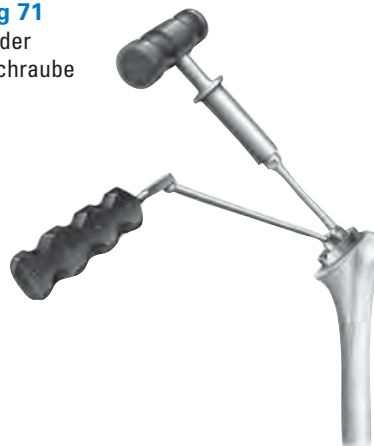


Abbildung 72
Implantation des
endgültigen Inlays



oder



Das finale Humerusinlay wird auf die Humerusadapterplatte gesetzt, indem die asymmetrischen Verbindungsstücke aneinander ausgerichtet werden **und die Lippe des Inlays unter den superioren Rand der Humerusplatte geschoben wird**. Wie beim Probeeinsetzen ist es wichtig zu beachten, dass die zusammengebauten Humeruskomponenten einen Halswinkel von 145 Grad erhalten, da der Humeruskeil 12,5 Grad zu den 132,5 Grad vom Schaft hinzufügt. Schließlich wird der Verankerungszapfen des Humerusinlays mit der Aussparung in der Adapterplatte nach dem „Druckknopfprinzip“ verkoppelt. Schlagen Sie hierzu mit der korrespondierenden Größe des **Einschlagaufsatzes** das Humerusinlay ein (*Tabelle 6*). Das Humerusinlay wird soweit eingeschlagen, bis es bündig auf der Humerusadapterplatte aufsitzt (*Abbildung 72*).

Tabelle 6
Einschlagaufsatz

Größe	Farbe des Einschlagaufsatzes
38	Blau
42	Gelb
46*	Orange

* nur auf Anfrage

Nun sollte die Humeruskomponente auf die Glenosphäre reponiert und der Bewegungsumfang und die Stabilität getestet werden, um die Ergebnisse der Probereposition zu bestätigen. Sind die Prüfungen abgeschlossen, kann der Wundverschluss durchgeführt werden.

Alternativ können auch Schaft, Platte und Inlay zuerst an der mitgelieferten **Montagebank** zusammengesetzt werden und dann als Einheit in den Humerus einzementiert werden. Der Nachteil dieser Technik ist, dass späteres Probereponieren nicht möglich ist, daher sollte sie nur angewendet werden, wenn sich der Operateur bezüglich der Höhe der Adapterplatte und des Inlays basierend auf den vorherigen Probedurchgängen sicher ist. Der Vorteil dieser Technik ist, dass die Schulter reponiert werden und der Operateur mit dem Wundverschluss beginnen kann, während der Zement aushärtet.

WUNDVERSCHLUSS DELTOPEKTORAL

Wenn die Subscapularissehne während des Zugangs abgetrennt wurde, wird sie jetzt wieder angenäht. Wie die Sehne wieder befestigt wird, entscheidet der Operateur. Im Allgemeinen kann nach der Methode einer Tenotomie vorgegangen werden. Die Wiederherstellung wird entweder als Sehne-zu-Sehne oder Sehne-zu-Knochen mit einem #2 nichtresorbierbaren Faden durchgeführt. Aufgrund des relativ großen Totraums und des Potentials für eine Hämatombildung wird empfohlen, eine Drainage einzusetzen. Nach Verschluss des deltopektoralen Intervalls folgen das subkutane Weichteilgewebe und die Haut. Die obere Extremität wird dann verbunden und in einer Schlinge gelagert.

WUNDVERSCHLUSS SUPEROLATERAL

Zur Minimierung des Risikos einer postoperativen Hämatombildung sollte eine Drainage eingesetzt werden. Das anteriore Deltoid sollte direkt mit #2 nichtresorbierbaren Fäden durch Bohrlöcher an das anteriore Akromium rekonstruiert werden. Der Spalt zwischen dem anterioren und mittleren Deltoid sollte mit resorbierbaren Fäden vernäht werden. Die subkutane Gewebeschicht und die Haut werden verschlossen. Die obere Extremität wird dann verbunden und in einer Schlinge gelagert.

Eine Röntgenkontrolle wird für gewöhnlich noch im Operationssaal durchgeführt, um die Position und Ausrichtung der Implantate zu dokumentieren. Die einzelnen Ansichten entscheidet der Operateur.

ENTFERNEN DER GLENOSPHÄRE

Sollte die Glenosphäre entfernt werden müssen, wird der Glenosphärenentferner in die anteriore und posteriore Kerbe der Unterseite der Glenosphäre eingehakt, um diese von der Basisplatte abzuhebeln (*Abbildung 73*), nachdem die Glenosphärenschraube mit dem Schraubendreher entfernt wurde.



Abbildung 73
Entfernen der
Glenosphäre

POSTOPERATIVE REHABILITATION

Das Rehabilitationsprogramm kann am selben Tag der Operation oder am ersten postoperativen Tag vorsichtig begonnen werden. Alle Patienten sollten mit aktiven Bewegungen des Ellbogens, Handgelenks und der Hand beginnen. Es sollten Bewegungen der Schulter, bestehend aus passiven Vorwärtsanheben, Außenrotationen basierend auf der intraoperativen Bewertung und Innenrotationen zur Brustwand durchgeführt werden. Zusätzlich können am ersten postoperativen Tag isometrische Deltoid-Kräftigungsübungen begonnen werden. Die Patienten sollten angewiesen werden, diese Übungen fünf bis sechs Mal am Tag in kurzen Intervallen von jeweils bis zu zehn Minuten durchzuführen.

Einige Operateure bevorzugen es, die Patienten ohne direkte Schulterrehabilitation für einen Zeitraum von drei bis vier Wochen in einer Schlinge zu behandeln. **Es ist sehr wichtig, dass das Pflegepersonal beim Aufheben von Bett oder Stuhl nicht am operierten Arm des Patienten zieht, da dies zur Dislokation führen könnte.**

Das Tragen der Schlinge wird nach sechs Wochen eingestellt. Wenn Bedenken bezüglich der Stabilität des Gelenks bestehen, ist eine längere Tragedauer der Schlinge indiziert. Nach Entfernung der Schlinge sollten aktive und unterstützt aktive Bewegungsübungen begonnen werden. Die Innenrotation hinter den Rücken kann ebenfalls zu diesem Zeitpunkt begonnen werden. Isometrische Innen- und Außenrotation werden über sechs Wochen verstärkt. Schonende Widerstandsübungen zur Stärkung des Deltoids und der Rotatorenmanschette beginnen 10 bis 12 Wochen postoperativ. Ist die Schlinge entfernt, wird der Patient instruiert, die alltägliche Bewegungen des Oberarms zu steigern.

TIPPS UND TRICKS

Primär:

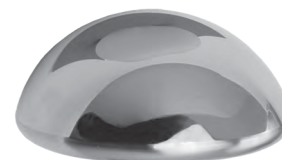
- Bei der Vorbereitung des Kiel-Glenoids, sollte mit einem Bohrer oder Rongeur der verbliebene kortikale Knochen entfernt werden.
- Um sicherzustellen, dass der Schraubendreher vor dem Anziehen der Drehmomentschraube wirklich fest sitzt, geben Sie mit dem Hammer einen leichten Schlag auf den T-Handgriff.

Reverse:

- Die Glenosphärenschraube sollte senkrecht zur Glenoidplatte eingeschraubt werden, nicht zur Glenosphäre.
- Stellen Sie sicher, dass die Probeplatte so ausgerichtet ist, dass die Markierung der Platte an der lateralen Finne des Schafts ausgerichtet ist.
- Die Lippe des Inlays sollte inferior ausgerichtet sein.
- Wenn die Glenosphärenschraube quietscht, bevor der Schraubenkopf im Loch der Glenosphäre versunken ist, stoppen Sie den Vorgang. Dies ist ein Indiz für den falschen Sitz der Glenosphäre auf der Glenoidplatte.

EQUINOXE IMPLANTEÜBERSICHT

Artikelnummer	Beschreibung
300-01-07	Humerusschaft, Press-Fit, Ø 7 mm, L 100 mm
300-01-09	Humerusschaft, Press-Fit, Ø 9 mm, L 105 mm
300-01-11	Humerusschaft, Press-Fit, Ø 11 mm, L 110 mm
300-01-13	Humerusschaft, Press-Fit, Ø 13 mm, L 115 mm
300-01-15	Humerusschaft, Press-Fit, Ø 15 mm, L 120 mm
300-01-17	Humerusschaft, Press-Fit, Ø 17 mm, L 125 mm
306-01-08	Humerusschaft, zementiert, lang, Ø 8 mm, L 175 mm
306-02-08	Humerusschaft, zementiert, lang, Ø 8 mm, L 215 mm
306-02-10*	Humerusschaft, zementiert, lang, Ø 10 mm, L 200 mm
306-02-12*	Humerusschaft, zementiert, lang, Ø 12 mm, L 200 mm
300-10-15	Replikatorplatte, 1,5 mm
300-10-45	Replikatorplatte, 4,5 mm
300-20-02	Drehmomentschraubenset, Primär
310-01-38	Humeruskopf, flach, Ø 38 mm
310-01-41	Humeruskopf, flach, Ø 41 mm
310-01-44	Humeruskopf, flach, Ø 44 mm
310-01-47	Humeruskopf, flach, Ø 47 mm
310-01-50	Humeruskopf, flach, Ø 50 mm
310-01-53	Humeruskopf, flach, Ø 53 mm
310-02-38	Humeruskopf, mittel, Ø 38 mm
310-02-41	Humeruskopf, mittel, Ø 41 mm
310-02-44	Humeruskopf, mittel, Ø 44 mm
310-02-47	Humeruskopf, mittel, Ø 47 mm
310-02-50	Humeruskopf, mittel, Ø 50 mm
310-02-53	Humeruskopf, mittel, Ø 53 mm
310-03-47	Humeruskopf, hoch, Ø 47 mm
310-03-50	Humeruskopf, hoch, Ø 50 mm
310-03-53	Humeruskopf, hoch, Ø 53 mm
314-01-02	Glenoid, Kiel alpha, S
314-01-03	Glenoid, Kiel alpha, M
314-01-04	Glenoid, Kiel alpha, L
314-01-13	Glenoid, Kiel beta, M
314-01-14	Glenoid, Kiel beta, L
314-02-02	Glenoid, Zapfen alpha, S
314-02-03	Glenoid, Zapfen alpha, M
314-02-04	Glenoid, Zapfen alpha, L
314-02-13	Glenoid, Zapfen beta, M
314-02-14	Glenoid, Zapfen beta, L
314-02-15*	Glenoid, Zapfen beta, XL
314-13-02	Glenoid, Cage alpha, S
314-13-03	Glenoid, Cage alpha, M
314-13-04	Glenoid, Cage alpha, L
314-13-13	Glenoid, Cage beta, M
314-13-14	Glenoid, Cage beta, L
314-13-15*	Glenoid, Cage beta, XL



Artikelnummer	Beschreibung	
320-10-00	Humerusadapterplatte, 0 mm	
320-10-05	Humerusadapterplatte, 5 mm	
320-10-10	Humerusadapterplatte, 10 mm	
320-10-15*	Humerusadapterplatte, 15 mm	
320-38-00	Humerusinlay, Ø 38 mm, 0°	
320-38-03	Humerusinlay, Ø 38 mm, 2,5°	
320-38-10	Humerusinlay, constrained, Ø 38 mm, 0°	
320-38-13	Humerusinlay, constrained, Ø 38 mm, 2,5°	
320-42-00	Humerusinlay, Ø 42 mm, 0°	
320-42-03	Humerusinlay, Ø 42 mm, 2,5°	
320-42-10	Humerusinlay, constrained, Ø 42 mm, 0°	
320-42-13	Humerusinlay, constrained, Ø 42 mm, 2,5°	
320-46-00*	Humerusinlay, Ø 46 mm, 0°	
320-46-03*	Humerusinlay, Ø 46 mm, 2,5°	
320-46-10*	Humerusinlay, constrained, Ø 46 mm, 0°	
320-46-13*	Humerusinlay, constrained, Ø 46 mm, 2,5°	
320-20-18	Kompressionsschraube, Verschlusskappe, Ø 4,5 mm, L 18 mm	
320-20-22	Kompressionsschraube, Verschlusskappe, Ø 4,5 mm, L 22 mm	
320-20-26	Kompressionsschraube, Verschlusskappe, Ø 4,5 mm, L 26 mm	
320-20-30	Kompressionsschraube, Verschlusskappe, Ø 4,5 mm, L 30 mm	
320-20-34	Kompressionsschraube, Verschlusskappe, Ø 4,5 mm, L 34 mm	
320-20-38	Kompressionsschraube, Verschlusskappe, Ø 4,5 mm, L 38 mm	
320-20-42	Kompressionsschraube, Verschlusskappe, Ø 4,5 mm, L 42 mm	
320-20-46	Kompressionsschraube, Verschlusskappe, Ø 4,5 mm, L 46 mm	
320-01-38	Glenosphäre, 38 mm	
320-01-42	Glenosphäre, 42 mm	
320-01-46*	Glenosphäre, 46 mm	
320-15-05	Glenosphärenschraube	
320-15-01	Glenoidplatte, Reverse	
320-20-00	Drehmomentschraubenset, Reverse	

EQUINOXE INSTRUMENTENÜBERSICHT

PRIMÄR SCHULTER INSTRUMENTE

Artikelnummer	Beschreibung	
301-03-01	Handgriff für Humerusraspel	
301-03-10	Retrotorsionslehre	
301-07-01	Hammer	
301-07-10	Schafteinschläger/-entferner	
301-07-20	Schaftschutz, groß	
301-07-30	T-Handgriff, groß	
301-07-50	Handgriff für Schraubendreher	
301-07-60	Schaftschutz, klein	
301-07-70	T-Handgriff, klein	
301-07-80	Handgriff für Schraubendreher, Ratsche	
301-10-10	Drehmomentschraubendreher	

Artikelnummer Beschreibung

- 301-01-07 Humerusraspel, Ø 7 mm
- 301-01-09 Humerusraspel, Ø 9 mm
- 301-01-11 Humerusraspel, Ø 11 mm
- 301-01-13 Humerusraspel, Ø 13 mm
- 301-01-15 Humerusraspel, Ø 15 mm
- 301-01-17 Humerusraspel, Ø 17 mm
- 301-10-00 Handgriff für Gabel, Replikator-/Humerusadapterplatte
- 301-10-35 Gabel für Replikatorplatte



- 311-01-01 Sägelehre anatomisch



- 311-01-10 Sägelehre 132,5°



- 311-01-20 Humeruskopf Größentester



- 311-05-01 Entferner für Humeruskopf



Humerusschaftfräser, Ø 7mm bis Ø 17 mm



Ausrichtlehre für Humeruskopf, Ø 38 mm bis Ø 53 mm



- Humerusprobekopf, flach
- Humerusprobekopf, mittel
- Humerusprobekopf, hoch



- 311-07-05 Einschläger für Humeruskopf/Glenoid



- 311-07-07 Aufsatz für Einschläger, Humeruskopf



EQUINOXE INSTRUMENTENÜBERSICHT

Artikelnummer	Beschreibung
311-07-06	Aufsatz für Einschläger, Glenoid
315-01-02	Probeglenoid, Kiel, S
315-01-03	Probeglenoid, Kiel, M
315-01-04	Probeglenoid, Kiel, L
315-07-30	Haltepin für Bohrlehre, zentraler Zapfen
315-07-40	Haltepin für Bohrlehre, äußere Zapfen
315-09-04	Zement Verdichter, Kiel, S
315-09-05	Zement Verdichter, Kiel, M/L
315-09-06	Zement Verdichter, zentraler Zapfen
315-09-08	Zement Verdichter, äußere Zapfen
315-12-02	Probeglenoid, Zapfen, S
315-12-03	Probeglenoid, Zapfen, M
315-12-04	Probeglenoid, Zapfen, L
315-12-05*	Probeglenoid, Zapfen, XL
315-25-00	Handgriff für Glenoidfräser, modular, kanüliert
315-25-11*	Glenoidfräser, modular, mit Führungsspitze, XS
315-25-12	Glenoidfräser, modular, mit Führungsspitze, S
315-25-13	Glenoidfräser, modular, mit Führungsspitze, M
315-25-14	Glenoidfräser, modular, mit Führungsspitze, L
315-25-15*	Glenoidfräser, modular, mit Führungsspitze, XL



Artikelnummer **Beschreibung**

- 315-26-01 Tiefenlehre, Cage Glenoid
- 315-30-02 Spider Glenoid Einsetzer, alpha, S
- 315-30-03 Spider Glenoid Einsetzer, alpha, M
- 315-30-04 Spider Glenoid Einsetzer, alpha, L
- 315-30-13 Spider Glenoid Einsetzer, beta, M
- 315-30-14 Spider Glenoid Einsetzer, beta, L
- 315-30-15 Spider Glenoid Einsetzer, beta, XL
- 315-27-02 Bohrlehre, Glenoid, zentraler Zapfen, links
- 315-27-03 Bohrlehre, Glenoid, zentraler Zapfen, rechts
- 315-27-04 Bohrlehre, Glenoid, äußere Zapfen, links
- 315-27-05 Bohrlehre, Glenoid, äußere Zapfen, rechts
- 315-27-17 Entfernungsinstrument für zentralen Zapfen
- 315-27-18 Entfernungsinstrument für äußeren Zapfen
- 315-27-06 Bohrlehre, Glenoid, Kiel
- 315-27-40 Haltepin für Bohrlehre, äußere Zapfen
- 315-27-60 Bohrer für Glenoid, zentraler Zapfen/Kiel, modular
- 315-27-61 Bohrer für Glenoid, Kiel, kurz, modular
- 315-27-62 Bohrer für Glenoid, äußere Zapfen, modular
- 315-27-63 Bohrer für Glenoid, zentraler Zapfen, modular, kanüliert
- 315-35-11* Glenoidfräser, modular, kanüliert, Primär, XS
- 315-35-12 Glenoidfräser, modular, kanüliert, Primär, S
- 315-35-13 Glenoidfräser, modular, kanüliert, Primär, M
- 315-35-14 Glenoidfräser, modular, kanüliert, Primär, L
- 315-35-15* Glenoidfräser, modular, kanüliert, Primär, XL



- 317-01-02 Humeruskopf Retraktor

- 317-01-03 Darrach Retraktor

EQUINOXE INSTRUMENTENÜBERSICHT

Artikelnummer	Beschreibung
---------------	--------------

317-01-04	Zweipunkt Retraktor
-----------	---------------------

317-01-05	Einpunkt Retraktor
-----------	--------------------

317-01-06	Hohmann Retraktor
-----------	-------------------

317-01-08	Wolfe Retraktor
-----------	-----------------

317-20-01	Gegabelter Retraktor, klein
-----------	-----------------------------

317-20-03	Delta Retraktor
-----------	-----------------

REVERSE SCHULTER INSTRUMENTE

321-01-07	Probeschaft, Humerus, Ø 7 mm
321-01-09	Probeschaft, Humerus, Ø 9 mm
321-01-11	Probeschaft, Humerus, Ø 11 mm
321-01-13	Probeschaft, Humerus, Ø 13 mm
321-01-15	Probeschaft, Humerus, Ø 15 mm
321-01-17	Probeschaft, Humerus, Ø 17 mm

321-01-25	Glenosphäreneinsetzer, konisch
-----------	--------------------------------

321-01-26	Glenosphäreneinsetzer, lang
-----------	-----------------------------

321-01-27	Glenosphäreneinsetzer, Stange
-----------	-------------------------------

321-01-28	Handgriff für Glenosphäreneinsetzer, Stange
-----------	---

321-01-29	Glenosphäreneinsetzer, Klemme, universal
-----------	--

321-02-15	Glenosphärenentferner
-----------	-----------------------

321-01-38	Probeglenosphäre, Ø 38 mm
-----------	---------------------------

321-01-42	Probeglenosphäre, Ø 42 mm
-----------	---------------------------

321-01-46*	Probeglenosphäre, Ø 46 mm
------------	---------------------------



Artikelnummer	Beschreibung
321-07-05	Einschläger für Humerusinlay/Glenoidplatte
321-07-10	Spongiosafräse für Hohlzapfen
321-07-38	Aufsatz für Einschläger, Humerusinlay, Ø 38 mm
321-07-42	Aufsatz für Einschläger, Humerusinlay, Ø 42 mm
321-07-46*	Aufsatz für Einschläger, Humerusinlay, Ø 46 mm
321-10-00	Probeadapterplatte mit Schraube, 0 mm
321-10-05	Probeadapterplatte, 5 mm
321-10-11	Probeadapterplatte mit Schraube, 10 mm
321-10-35	Gabel für Humerusadapterplatte
301-10-00	<i>(zu verwenden mit Handgriff für Gabel, Replikator-/Humerusadapterplatte)</i>
321-15-04	Bohrlehre für Kompressionsschrauben, winkelvariabel
321-20-00	Bohrerset, 2 mm, 3,2 mm
321-15-08	Sechskantschraubendreher, Ø 3,5 mm
321-15-09	Tiefenmesser, Glenoidplatte
321-15-11	Probeinlayentferner
321-15-13	Aufsatz für Einschläger, Glenoidplatte



EQUINOXE INSTRUMENTENÜBERSICHT

Artikelnummer	Beschreibung
321-15-20	Pin für Bohrlehre, Glenoidplatte
321-15-22	Montagebank, universal
321-15-23	Montagebank, Einsatz, Primär/Reverse
321-15-30	Bohrlehre für Glenoidplatte, superolateral, modular, links
321-15-31	Bohrlehre für Glenoidplatte, superolateral, modular, rechts
321-15-32	Bohrlehre für Glenoidplatte, deltopektoral, modular, links
321-15-33	Bohrlehre für Glenoidplatte, deltopektoral, modular, rechts
321-25-01	Glenoidfräser, modular, Reverse, Starter
321-25-38	Glenoidfräser, modular, Reverse, Ø 38 mm
321-25-42	Glenoidfräser, modular, Reverse, Ø 42 mm
321-25-46*	Glenoidfräser, modular, Reverse, Ø 46 mm
321-35-01	Glenoidfräser, modular, kanüliert, Reverse, Starter
321-35-38	Glenoidfräser, modular, kanüliert, Reverse, Ø 38 mm
321-35-42	Glenoidfräser, modular, kanüliert, Reverse, Ø 42 mm
321-35-46*	Glenoidfräser, modular, kanüliert, Reverse, Ø 46 mm
321-38-00	Probeinlay, Ø 38 mm, 0 mm
321-38-03	Probeinlay, Ø 38 mm, 2,5 mm
321-38-10	Probeinlay, constrained, Ø 38 mm, 0 mm
321-38-13	Probeinlay, constrained, Ø 38 mm, 2,5 mm
321-42-00	Probeinlay, Ø 42 mm, 0 mm
321-42-03	Probeinlay, Ø 42 mm, 2,5 mm
321-38-10	Probeinlay, constrained, Ø 42 mm, 0 mm
321-38-13	Probeinlay, constrained, Ø 42 mm, 2,5 mm
321-46-00*	Probeinlay, Ø 46 mm, 0 mm
321-46-03*	Probeinlay, Ø 46 mm, 2,5 mm
321-46-10*	Probeinlay, constrained, Ø 46 mm, 0 mm
321-46-13*	Probeinlay, constrained, Ø 46 mm, 2,5 mm



Exactech verfügt über ein umfangreiches Netz an Distributoren rund um den Globus.
Weitere Informationen über Exactech Produkte in Ihrem Land erhalten Sie auf www.exac.com

Zusätzliche Gebrauchsinformationen finden Sie in den Packungsbeilagen der Systemkomponenten. Für weitere Produktinformationen kontaktieren Sie bitte unseren Kundendienst:

Exactech Deutschland GmbH
Werftstraße 193
24143 Kiel

Tel.: +49 (0) 431 - 99 02 93 0
Fax: +49 (0) 431 - 99 02 93 29
E-Mail: info@exactech.de
Web: www.exactech.de

Das in dieser Broschüre beschriebene System kann in anderen Ländern unter anderen Namen erhältlich sein. Alle Urheberrechte, angemeldete und eingetragene Warenzeichen sind Eigentum der Exactech, Inc. Die Broschüre ist für den alleinigen Gebrauch von Exactech Mitarbeitern und Ärzten bestimmt. Sie darf ohne die ausdrückliche, schriftliche Genehmigung von Exactech Inc. nicht weitergegeben, vervielfältigt oder veröffentlicht werden. ©2013 Exactech.

Exactech, als Hersteller dieses Produkts, praktiziert keine Medizin und ist nicht für die Empfehlung einer geeigneten OP-Technik für einen einzelnen Patienten verantwortlich. Dies sind rein informative Richtlinien und jeder Chirurg muss die Eignung dieser Richtlinien auf der Grundlage seiner medizinischen Ausbildung und Erfahrung beurteilen. Vor Gebrauch dieses Systems sollte sich der Chirurg in der Packungsbeilage über umfassende Warnhinweise, Vorsichtsmaßnahmen, Indikationen, Kontraindikationen und Nebenwirkungen informieren.

 Das CE-Zeichen ist nur gültig, wenn auf dem Produktetikett ein CE-Zeichen angegeben ist.
2797

**Exactech**[®]
Surgeon focused. Patient driven.