

Robert Hudek, Lars Victor von Engelhardt

Metal-back Glenoide in der anatomischen Schulterendoprothetik bei Glenoiddefekten und Standardpfannen

Eine sinnvolle Möglichkeit?

Zusammenfassung:

Bei der anatomischen Schulterendoprothese gilt es vor allem, an die Gefahr der späteren Glenoidlockerung zu denken. Dies gilt vor allem für die Versorgung jüngerer Patientinnen und Patienten mit Early-Onset-Arthrose. Dazu wurden in der Vergangenheit multiple Verankerungskonzepte vorgestellt, teilweise aber mit deutlich schlechteren Ergebnissen als bei herkömmlichen zementierten Polyethylenen. Moderne konvertierbare Implantate mit einem „Full-metal“ Glenoid und trabekulärer, metallischer Verzäpfung sind sehr vielversprechend und scheinen gegenüber zementierten Polyethylen-Pfannen deutliche Vorteile zu bieten. Insbesondere bei starker Retroversion und bikonkavem Glenoid (B2) können sie die Augmentation des Defektes vereinfachen. Zur präzisen Komponentenplatzierung und bei Fällen mit knöcherner Korrektur wird eine präoperative 3D-Planung dringend empfohlen.

Schlüsselwörter:

Schulterprothese, Early-Onset Arthrose, metallische Basisplatte, knöcherne Glenoidkorrektur, 3D-Planung

Zitierweise:

Hudek R, von Engelhardt LV: Metal-back Glenoide in der anatomischen Schulterendoprothetik bei Glenoiddefekten und Standardpfannen. Eine sinnvolle Möglichkeit?

OUP 2025; 14: 0103–0109

DOI 10.53180/oup.2025.0103-0109

Das Glenoid in der anatomischen Schulterprothese

1974 wurde von Charles Neer die erste Generation einer Schulter-Totalendoprothese mit Glenoidersatz vorgestellt [1]. Sie bestand aus einem Humerus-Monoblock System und einem zementierten, vollständig aus Polyethylen bestehenden Glenoid (PE). Aufgrund hervorragender klinischer Ergebnisse nahm die Anwendung zu und der Fokus verlagerte sich zunehmend auf die Überlebensraten der Im-

plantate. Als schwächstes Glied in der anatomischen Endoprothetik identifizierte man rasch die Glenoidlockerung [2]. Sie ist für 24 % aller Revisionen verantwortlich; radiologische Lockerungszeichen rund um das zementierte Glenoid findet man sogar in 90% der Fälle [3]. Die Ursachen für die Lockerung zementierter PE-Glenoide ist natürlich multifaktoriell und schließt deren Design, die Implantationstechnik, den Zement, patientenspezifische Charakteristika, die Funk-

tion der Rotatorenmanschette und auch Infekte ein. Um die Überlebensdauer zu verbessern, wurden im Laufe der Jahre etliche Designkonzepte und Materialien entwickelt: darunter vor allem unzementierte metallische, hybride und stufenförmige Glenoide. Eine neue Entwicklung stellen aktuell die sog. „Full-metal“ Glenoide mit Materialumkehr dar, die geeignet erscheinen, sowohl die Haltbarkeit am Glenoid zu verbessern, als auch die häufig nötigen knöchernen Korrek-

The metal-backed component for the standard and bone deficient glenoid in anatomical total shoulder arthroplasty

A useful option?

Summary: In anatomical shoulder arthroplasty, it is important to consider the risk of subsequent glenoid loosening. This applies particularly to the treatment of younger patients with Early-Onset-Osteoarthritis. Multiple anchoring concepts have been used in the past; however, some with poorer results than those with cemented polyethylenes. Modern, convertible implants with a “full-metal” glenoid and trabecular, metallic pegs seem promising and appear to have advantages over conventional systems with a cemented polyethylene. They can simplify bony augmentation of a glenoid defect, particularly in severe retroversion or biconcave glenoids (B2). Preoperative 3D-planning is strongly recommended to aid the surgeon in component placement and for augmentation purposes.

Keywords: Shoulder arthroplasty, early-onset osteoarthritis, metal backed glenoid, glenoid augmentation, 3D planning

Citation: Hudek R, von Engelhardt LV: The metal-backed component for the standard and bone deficient glenoid in anatomical total shoulder arthroplasty
OUP 2025; 14: 0103–0109. DOI 10.53180/oup.2025.0103-0109

turmöglichkeiten, z.B. bei starker Retroversion, Bi-Konkavität bei B2- oder B3-Glenoiden, zu vereinfachen.

Das Metal-back Glenoid

In der anatomischen, endprothetischen Versorgung einer Omarthrose ist die präzise Platzierung der Komponenten von entscheidender Bedeutung. Jedes einzelne Grad an Glenoid-Retro-/Anteversion sowie Varus-/Valgus-Angulation verschiebt das Rotationszentrum der Humeruskomponente um 0,5 mm [4]. Deshalb sollte die ursprüngliche Geometrie des Rotationszentrums und die Weichteilspannung möglichst exakt wiederhergestellt werden [5]. Die Ausrichtung des Glenoides bildet dabei die Basis für die Kraftvektoren des transversalen Muskelpaares (Subscapularis anterior vs. Infraspinatus/Teres minor posterior) sowie des koronaren Paares (Deltamuskel und den Kraftvektoren aus der Summe von Subscapularis, Infraspinatus und Teres minor distal des Drehzentrums) [5]. Eine Imbalance auf der Glenoidseite, der Humeruseite oder in den Kraftpaaren der Rotationsmanschette kann zu einer exzentrischen Belastung des Glenoides und damit zum berühmten „Rocking-horse“-Phänomen führen, das eine früh-

zeitige Lockerung begünstigt [2]. So führen selbst kleine Unterschiede im Inklinationswinkel des Glenoides (6°) zu signifikant erhöhten, exzentrischen Scherbelastungen [2]. Angesichts der Komplexität bei der Implantation ist die Glenoidlockerung das relevanteste Problem der anatomischen Schulterendoprothetik und gleichzeitig einer der häufigsten Revisionsgründe. Die möglichst stabile Verankerung der Glenoidkomponente im arthrotischen Glenoid spielt dabei eine zentrale Rolle. Multiple Designkonzepte haben alle zum Ziel, die Lockerungsraten der Glenoidkomponente zu senken. Bereits vor längerer Zeit wurden erste metallische Basisplatten entwickelt, die fest mit dem Glenoid verschraubt oder verzapft wurden und auf die ein PE aufgebracht wird. Hiermit sollten die Lockerungsraten gesenkt werden. Die metallische Fixation der Glenoidkomponente erfolgte bspw. mit einer Basisplatte, bei der das Einwachsen über ein Titan-Plasmaspray und Hydroxyl-Appatit-Beschichtung erfolgen sollte (Abb. 1).

Neben diesen Möglichkeiten gab es hierbei einige Metal-back Polyethylen-Modelle, die den zementierten Voll-PE Glenoiden unterlegen waren

[3]. So gab es bei einigen Implantaten Berichte zu einem erheblichen PE-Abrieb, einer Lösung des Polyethylens oder einem Komponentenbruch. Daher wurde die Anwendung der Metal-back Glenoide, auch wenn nicht alle Hersteller betroffen waren, deutlich reduziert [6–9]. Aktuell erleben metallische Basisplatten eine Renaissance. Vor allem deshalb, weil moderne Designs aus „Trabecular metal“ (TM) eine hervorragende Osteointegration zeigen und darüber hinaus sehr gute Standzeiten aufweisen. Sie scheinen diesbezüglich den zementierten all-PE Glenoiden überlegen zu sein [10, 11]. Insbesondere bei jüngeren Patientinnen und Patienten sind die Revisionsraten im mittleren Follow-up (> 6 Jahre) bei den metallischen Basisplatten mit modernem Design und TM deutlich besser (1,7%) als diejenigen bei zementierten Polyethylenen (8,3%) [11].

Implantationstechnik

Der möglichst weitestgehende Erhalt des subchondralen Knochens am Glenoid ist wichtig für den Halt des Implantats. Bei einer übermäßigen Retroversion der Pfanne und/oder einem bikonkavem Glenoid sowie einer statischen, hinteren Humeruskopf-Sub-

luxation sollte ein exzessives, exzentrisches Fräsen zur Implantation der Glenoidkomponente aber vermieden werden, da ansonsten die Haltbarkeit abnimmt. Glenoidkomponenten, die mit mehr als 15° Retroversion implantiert werden, zeigten eine 5-fach höhere Osteolyse rund um den zentralen Zapfen [12]. Biomechanische Arbeiten zeigten, dass eine Glenoid-Retroversion um etwa 15° das Maximum ist, das noch erfolgreich durch ein exzentrisches Fräsen intraoperativ korrigiert werden kann [13]. Somit sind die Möglichkeiten zur knöchernen Korrektur einer Glenoiddeformität limitiert. Zum einen wird durch exzessives Fräsen der subcortikale Knochen durchbrochen, zum anderen wird der Durchmesser des knöchernen Aufnahmelagers verringert, je weiter nach medial gefräst wird. Daher wird die Stabilität eines zementierten Polyethylens empfindlich gestört. In schweren Fällen ist daher eine Korrektur und Wiederherstellung der „normalen“ Anatomie oft gar nicht mehr möglich. Durch progressives Fräsen nach medial ergeben sich weitere, potentielle Nachteile: So kann zu starkes „Medialisieren“ mit der Glenoidfräse zu einer kleineren Glenoidkomponente führen, die dann zu Passungenauigkeiten zwischen Humeruskopfgröße und Glenoid führen kann. Des Weiteren führt eine zu starke Medialisierung zu einer nachlassenden Spannung der Rotatorenmanschette, die in der Folge funktionelle Defizite und Instabilitäten hervorrufen kann. Zuletzt kann ein zu starkes Abtragen von Knochen am Glenoid auch zum Einbruch der Komponente in durch die knöchernen Pfannenbegrenzung führen [14].

„Full-metal“ Glenoid und Materialumkehr

Die Verwendung metallischer Basisplatten hat in der Theorie gegenüber einem zementierten PE erhebliche Vorteile. Aus der Literatur wissen wir, dass die Bindungskraft zwischen PE und Knochen bei zementierter Prothese zum Zeitpunkt Null am stärksten ist; Allerdings zeigen sich bereits röntgentransparente Zonen rund um das Glenoid (radiolucent lines, RLL) an der Knochen-Zement-Verbindung schon zum Zeitpunkt Null, also un-

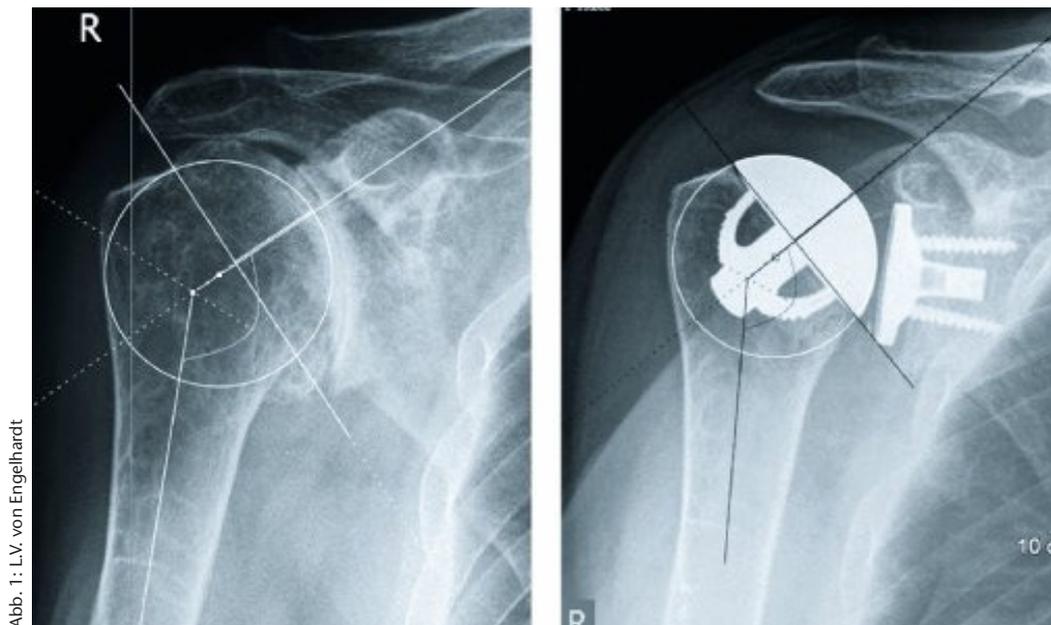


Abb. 1: L.V. von Engelhardt

Abbildung 1 Links das präoperative Röntgenbild einer fortgeschrittenen Omarthrose und eingezeichneten Messungen zur Implantationsplanung und rechts das postoperative Bild mit einer Totalendoprothese mit metallischer („metal-backed“) Basisplatte am Glenoid, das mit 2 Schrauben und einem zentralen Zapfen fixiert ist. Auf die metallische Basisplatte wird ein PE aufgesetzt, auf dem die metallische Kalotte des Humerus gleitet. Das Implantat (T.E.S.S., BIOMET, France) war auch in der Metal-back-Variante in unseren Untersuchungen überzeugend, allerdings ist es nicht mehr erhältlich.

mittelbar im postoperativen Röntgenbild. Diese Beobachtung legt nahe, dass eine zementbasierte Fixierungstechnik nicht optimal sein kann [15, 16]. Hingegen sollte bei unzementierten Komponenten und robuster Primärstabilität durch das fortschreitende Einwachsen des Knochens über die Zeit eine zunehmende Stabilität erreicht werden, was die Überlebensdauer verbessern sollte. Ein weiterer Vorteil besteht in den Möglichkeiten der Konversion zu einer inversen Prothese. Das PE kann im Revisionsfall entfernt und die verbleibende Basisplatte kann, sofern sie fest eingewachsen ist, eine Glenosphäre für die Konversion aufnehmen, ohne der Knochensubstanz Flurschäden zuzufügen, die oft bei der Entfernung zementierter PE-Komponenten entstehen.

In der Vergangenheit scheiterten die Bemühungen um eine zementfreie, metallische Verankerung auch an Materialproblemen, die sich durch einen hohem PE-Abrieb zwischen metallischer Basisplatte und metallischen Humeruskopf auszeichneten [3]. So zeigte das PE zwischen diesen beiden metallischen Komponenten teilweise erhebliche Erosionen [17].

Ein völlig neues Konzept ist die komplette Materialumkehr am Glenoid: dieses besteht nun vollständig aus Metall („Full-metal“), die Humeruskopf-Komponente besteht aus PE (Abb. 2a, b). Dadurch soll erreicht werden, dass am Glenoid mit der trabkulären Implantatrückfläche eine hohe Primärstabilität und Osteointegration erreicht wird. Durch die Materialumkehr am Humerus, dessen Kalotte nun aus einem Polyethylen besteht, wird das weichere Polyethylen nun nicht mehr zwischen zwei metallischen Komponenten „aufgerieben“ und „eingeklemmt“. Der Langzeitverlauf muss nun noch zeigen, ob die Standzeiten dieses neuen Designs erwartungsgemäß tatsächlich überlegen sind. Bei sekundärer Insuffizienz der Rotatorenmanschette lässt sich die metallische Basisplatte zur Konversion auf eine Inverse-Prothese nutzen; eine schaftlose Implantation am Humerus schon die Knochensubstanz. Vor allem jüngere Patientinnen und Patienten mit Early-Onset Arthrose könnten von diesem neuen Konzept profitieren, da sie im Langzeitverlauf einem erhöhten Risiko für Glenoidlockerungen ausgesetzt sind.

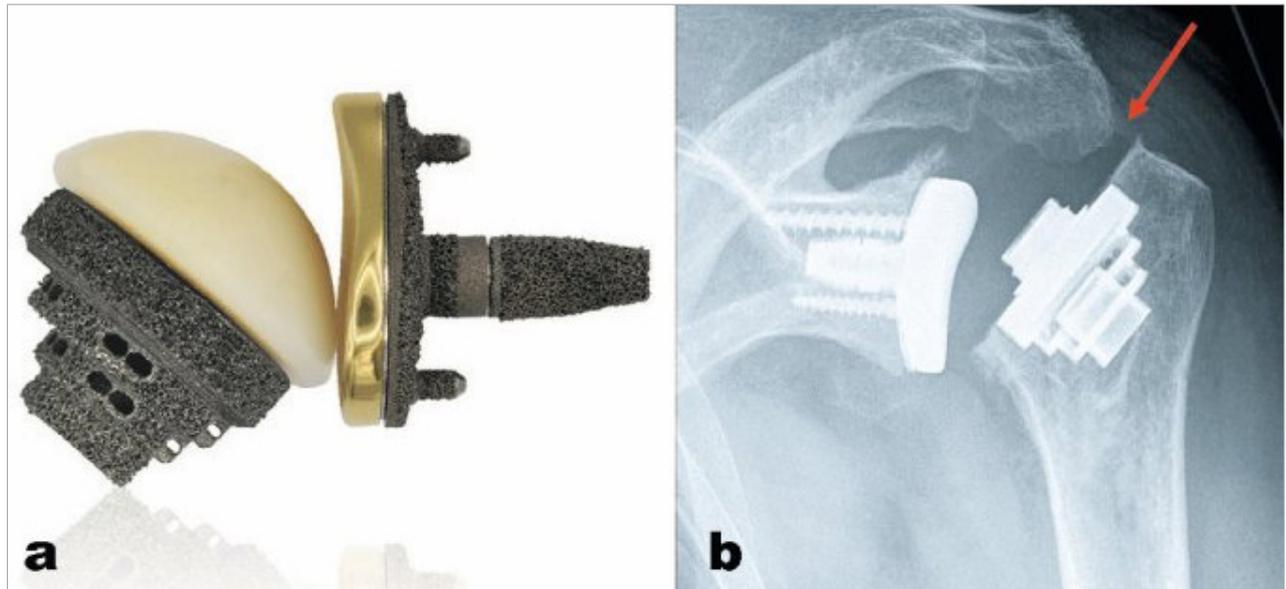


Abb. 2–5: R. Hudek

Abbildung 2 Aktuelle, schaftlose anatomische Prothese mit „Full-metal“ Glenoid (a) mit entsprechenden postoperativen Röntgenbild (b). Die Verankerung am Glenoid und der Humerusmetaphyse erfolgt über poröses Trabecular-Metal (TM), das eine hohe Osteointegration aufweist. Das Glenoid (gold) besteht aus einem metallischen Träger, dem eine keramische Beschichtung aufgedampft ist. Der Humeruskopf (Materialumkehr) besteht aus einem Polyethylen (PE), das der elliptischen Form der nativen Kalotte nachempfunden ist. Die Verankerung in der Metaphyse erfolgt schaftlos (TM). Das anatomische System im Bild ist auf Invers konvertierbar (nicht abgebildet), indem man das aufgesteckte Glenoid (gold) von der Basisplatte löst und eine Glensphäre (aus PE) aufsetzt, während das korrespondierende Inlay humeralseitig durch den Wechsel der PE-Kalotte auf ein metallisches Inlay erfolgt (Permedica Spa, Merate (LC), Italien). Im postoperativen Röntgenbild ist das PE der Humeruskalotte röntgentransparent. Deshalb ist es nur als Schatten im oberen Teil der Kalotte knapp zu erkennen (Pfeil).

Early-Onset Arthrose

Die Früh-Arthrose der Schulter, auch bekannt als „Early-Onset Arthrose“ (EOA), ist eine besondere Form der Schulterarthrose, die bereits in jungen Jahren auftritt [18, 19]. Während die klassische, primäre Omarthrose ihren Häufigkeitsgipfel typischerweise rund um das 70. Lebensjahr hat [20–22], erkranken Patientinnen und Patienten mit EOA schon etwa ab dem 40. Lebensjahr [18]. Dabei gibt es keine einheitliche Definition für das Alter: Patientinnen und Patienten mit weniger als 50–60 Jahren gelten im Allgemeinen als „jünger“ [18, 23, 24]. Auch wenn die Entstehung der Omarthrose als multifaktoriell anzusehen ist, gilt das Lebensalter als ganz wesentlicher Risikofaktor [25]. Zusätzlich werden prädisponierende, externe Faktoren wie Entzündungen oder Traumata als ursächlich für den Abbau und Verlust von Gelenkknorpel angesehen. Die Omarthrose wird also in primäre (unspezifische) und sekundäre (spezifische) Formen unterteilt, je nachdem, ob es eine erkennbare Ursache gibt oder nicht. Während Letzteres bei jüngeren Patientinnen und Patienten

weitaus häufiger vorkommt, liegt die Prävalenz der primären Omarthrose in der Altersgruppe der 40– bis 55-Jährigen zwischen 2 und 10% [18, 26] bei allerdings steigender Tendenz [27].

Die EOA geht in der Regel mit einer statischen, posterioren Dezentrierung des Humeruskopfes einher (Abb. 3 a–c) [18, 28, 29]. Obwohl einige Risikofaktoren, wie bspw. ein hoher BMI, inhalatives Rauchen, Bluthochdruck, Polyarthrit etc., in Zusammenhang mit der EOA gebracht wurden [18], konnte für die EOA bisher keine hinreichende Ursache ermittelt werden. Neben den genannten Risikofaktoren scheint insbesondere das Aktivitätsniveau mit exzentrischer Schulterbelastung die Entwicklung einer EOA zu begünstigen [18]. Diese hohen Belastungen treten hauptsächlich beim Kraftsport und beim Bankdrücken auf. Walch et al. beschrieben die statische Dezentrierung bei jungen Patientinnen und Patienten als eine prä-arthrotische Deformität mit Subluxation des Humeruskopfes, der eine posteriore Glenoiderosion vorausgeht [19]. Diese früheste Form der osteoarthritischen Entwicklung wur-

de als sog. „B0“-Glenoid bezeichnet [28]. Es bleibt unklar, ob die Dezentrierung eine Glenoidretroversion verursacht oder andersherum – ein klassisches „Henne-Ei“-Problem. Neben den o.g. Risikofaktoren scheint auch der Umfang und der antero-posteriore (AP) Durchmesser des Thorax einen Einfluss auf die Entwicklung der EOA zu haben: je größer der Umfang und AP-Durchmesser des Thorax, desto häufiger wurde in einer kürzlich vorgestellten Studie eine EOA-Arthrose beobachtet [30]. Vermutet werden auch dynamische Faktoren, im Besonderen eine unausgeglichene Muskelbalance der Rotatorenmanschette. Dies konnte allerdings in Untersuchungen mit Volumenbestimmung der Muskulatur der Rotatorenmanschette nicht bestätigt werden [30].

Diagnostik bei der Early-Onset Arthrose

Zusätzlich zur klinischen Untersuchung, bei der typischerweise eine sekundäre Schultersteife diagnostiziert wird, können Röntgenaufnahmen in 3 Projektionen (True-AP, Outlet, Axial) die Omarthrose schnell er-

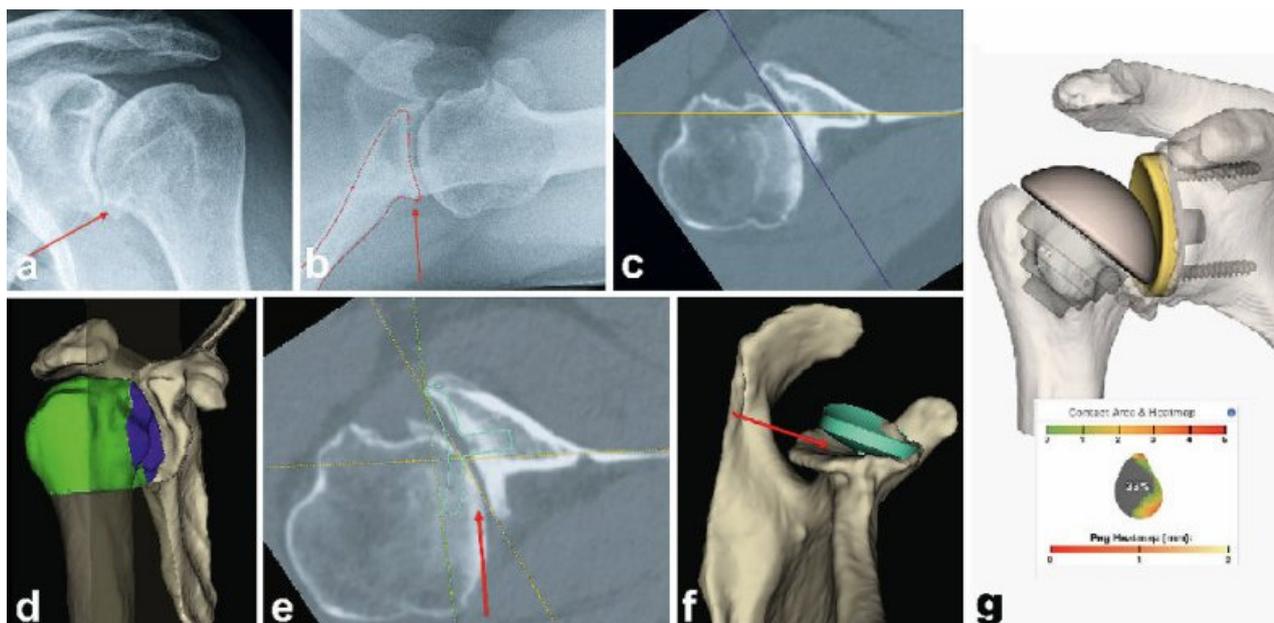


Abbildung 3 a Röntgenbild bei Early-Onset Arthrose der Schulter bei einem 54-jährigen Patienten. Eine osteophytäre Aufwerfung am kaudalen Pol der Kalotte am Übergang zur Metaphyse (Pfeil) deutet auch schon in Frühstadien auf eine bestehende Omarthrose hin. Der Gelenkspalt ist noch teilweise erhalten. **b** Allerdings steht der Humerus in der axialen Projektion bereits deutlich nach posterior dezentriert. Zudem zeigt sich eine ausgeprägte Retroversion des Glenoids. **c** Die exakte Messung des Retroversionswinkels erfolgt in der Schichtbildgebung, idealerweise mit einer 3D-CT. Man erkennt das Ausmaß der Retroversion zwischen der Scapula-Ebene (gelbe Linie) und der Glenoid-Ebene (blaue Linie) von hier 31° . Zudem zeigt die Early-Onset Arthrose ein bi-konkaves Glenoid (B2). **d** Die Rekonstruktion des Schultergelenkes in 3D veranschaulicht die Subluxation des Humerus nach dorsal (grün) hinter die Scapula-Ebene (grau). Die Scapula-Ebene schneidet in einer normalen anatomischen Situation den Humerus in 2 gleich große Hälften. In diesem Fall hingegen, liegt nahezu der gesamte Humeruskopf (95 %) hinter dieser Ebene. Nur der blau eingefärbte Anteil des Humerus steht vor der Scapula-Ebene. **e** Die Pfannenkomponente (grün) kann in der 3D-Planung virtuell platziert werden. Dabei wird auf eine Korrektur des Retroversionswinkels (orange, gepunktete Linie) geachtet, damit der Humerus wieder in das Drehzentrum des Glenoides rücken kann. Die orthograde Platzierung der Glenoidkomponente mit Ausgleich der Retroversion zurück auf knapp 90° (grün gepunktete Linie), die wieder auf eine ausgeglichene Glenoidneigung von 90° anstrebt, zeigt den fehlenden Knochen an der dorsalen Kante des Glenoides (Pfeil). Ein zu aggressives Fräsen des vorderen Glenoidanteils zum Ausgleich des Winkels ist aus Stabilitätsgründen nicht sinnvoll. Ein zu starkes Lateralisieren kann hingegen zum sog. „overstuffing“ mit nachfolgender Schultersteife und Schmerzen führen. **f** In der 3D-Ansicht der virtuellen Planung kann man den knöchernen Defekt deutlich erkennen (Pfeil). Wenn die Glenoidkomponente orthograd platziert wird, schwebt die hintere Glenoidkante in der „Luft“ (Pfeil). Um einen knöchernen Kontakt zum nativen Glenoid zu erzielen, muss dieses Volumen mithilfe eines knöchernen Allografts, der aus dem Humeruskopf entnommen wird, aufgebaut werden. Alternativ stehen auch metallisch augmentierte Implantate zur Verfügung, die diesen Defekt füllen können. (c–f: Planungssoftware Blueprint®, Stryker, Duisburg, Germany) **g** Mit einer präoperativen 3D-Planung kann das Implantat virtuell platziert werden. Dabei lassen sich Implantatgrößen und Neigungswinkel an Glenoid und Humerus im Vorfeld exakt bestimmen (Planungssoftware Permedica S.p.A., Merate, Italy)

fassen. Typischerweise sind kräftige Männer betroffen, ein großer Thoraxumfang und bullig wirkende Oberkörper werden bei der betroffenen Patientengruppe häufig beobachtet [30]. Frühe knöchernen Veränderungen am Übergang von Kalotte zu kaudaler Humerus-Metaphyse können als erste radiologische Anzeichen einer Omarthrose gelten (Abb. 3a). Bei Verdacht auf eine EOA sollte sich auf jeden Fall eine Schnittbildgebung anschließen. Dabei gibt die MRT einerseits Hinweise für die Retroversion der Pfanne und die relative Position des Humerus zum Glenoid. Andererseits liefert sie wertvolle Hinweise für die Integrität und eine mögliche Muskelatrophie der Rotatorenmanschette. Diese Merkmale

sind vor allem für eine spätere Implantatwahl wichtig, denn bei insuffizienter Rotatorenmanschette kommt eine anatomische Prothese nicht mehr in Frage, was aber bei der EOA selten der Fall ist. Bei fortgeschrittenem Befund und hohem Leidensdruck muss eine endoprothetische Versorgung mit der Patientin/dem Patienten diskutiert werden. Zur Prothesenplanung empfiehlt sich eine CT, um die knöchernen Anatomie im Rahmen einer 3D-Planung zu erfassen (Abb. 3c). Moderne Planungssoftware ist bei fast allen Prothesenherstellern verfügbar und gilt mittlerweile als Standard in der endoprothetischen Versorgung (Abb. 3e–g). Bei der Planung geht es vor allem um die Morphologie des Glenoides und

die Dezentrierung des Humerus nach posterior. Die 3D-Planung identifiziert knöchernen Defekte der Pfanne, so dass diese vor der Operation passgenau geplant werden können (Abb. 3e–g). Mit der Planung lassen sich entweder anatomisch augmentierte Glenoide zur Defektfüllung verwenden, oder knöchernen Korrekturen mithilfe von Full-metal Glenoiden planen (Abb. 3f, g).

Endoprothese bei der jungen Patientin/ dem jungen Patienten

Das junge Alter ist ein gewichtiges Argument gegen die Implantation einer Prothese. Wenn der Leidensdruck aber zunimmt und eine endoprotheti-

sche Versorgung vorgesehen ist, so sollten möglichst knochensparende Implantate verwendet werden, da mit Revisionsoperationen in der Zukunft zu rechnen sein wird. Die Industrie liefert auch konvertierbare Systeme, die eine anatomische in eine inverse Prothese wechseln lassen, ohne dabei den eingewachsenen Schaft- bzw. die Basisplatte wechseln zu müssen. In der Regel ist bei der EOA die Rotatorenmanchette erhalten. Somit ist eine anatomische Prothese meist das Implantat der Wahl. Bei Defekten an der Rotatorenmanchette mit fettiger Atrophie der Muskulatur wird eine inverse Prothese bevorzugt. Moderne Implantate sind humeralseitig in der Regel als Kurzschaft oder auch als schaftlose Versionen zu erhalten. Diesbezüglich ist zu bemerken, dass die Ergebnisse kurzer Schäfte oder schaftloser Implantate im mittleren Follow-up sehr gut und mit den Ergebnissen älterer Schaftimplantate vergleichbar sind [31]. Als eine denkbare Alternative ist die Verwendung einer Hemiprothese zu diskutieren, weil hiermit das Problem der Glenoidlockerung generell umgangen wird. Allerdings stellt sich bei Hemiprothesen bereits nach 5 Jahren regelhaft eine schmerzhafte Glenoiderosion ein, die schließlich in eine Wechseloperation mündet [32]. Möglicherweise stellen neuartige Oberflächen aus Pyrocarbon bei Hemiprothesen eine neuartige Möglichkeit dar, Erosionen zu verringern (Abb. 5a, b) [33]. Auch wenn im mittleren Follow-up (5 Jahre) sehr gute Ergebnisse ohne relevante Glenoiderosionen berichtet werden [34], müssen Langzeitstudien zunächst zeigen, ob solche Pyrocarbon-Kalotten auch langfristig weniger Glenoiderosionen verursachen als Hemiprothesen mit metallischen oder keramischen Kalotten.

Die sog. Full-metal Glenoide stellen gerade für die jüngere Patientin/den jüngeren Patienten mit Indikation zur Totalendoprothese eine interessante Alternative dar, weil sie durch die metallische Verankerung im Glenoid (TM) eine höhere Haltbarkeit vermuten lassen. Im Revisionsfall kann auf eine inverse Prothese durch Wechsel der Komponenten über Steckverbindungen konvertiert werden.

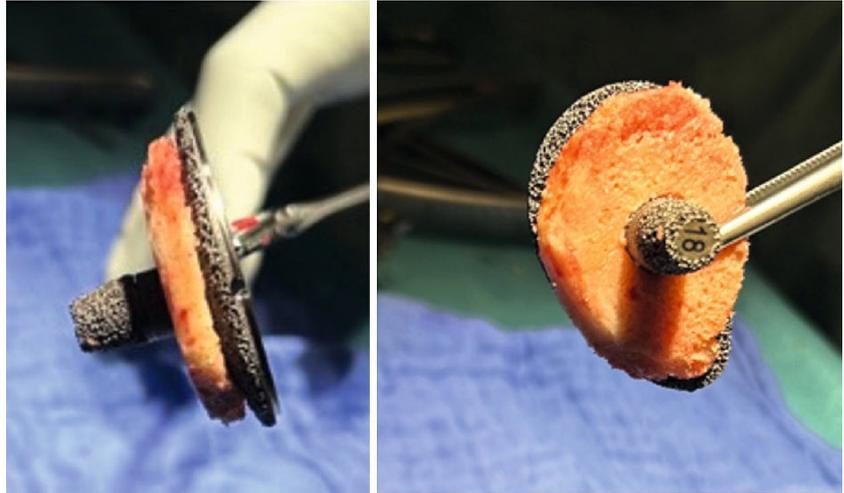


Abbildung 4 Mit einem spongiösen Knochenblock augmentierte Pfannenkomponente. Bei der Pfanne handelt es sich um eine sog. „Full-metal“ Glenoidprothese, d.h. die Pfanne ist vollständig aus Metall. Der Knochenblock wurde aus dem resezierten Humeruskopf entnommen und wird unter die Basisplatte platziert, um den knöchernen Defekt, der zwischen nativem Glenoid und der metallischen Pfanne entsteht, biologisch aufzubauen. Der Knochenblock ist schräg geschnitten und trägt dorsal stärker auf als ventral (im Bild nicht sichtbar) um den dorsalen Defekt auszugleichen.

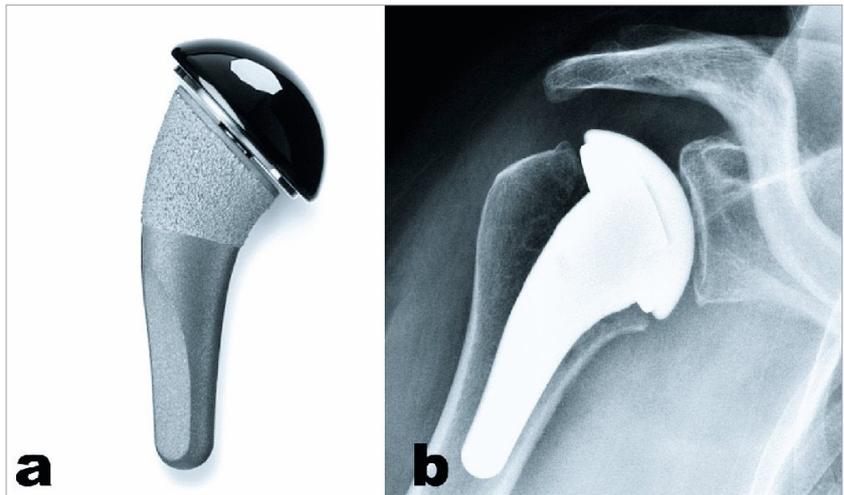


Abbildung 5 Eine Alternative beim jungen Patienten stellt die Implantation einer Hemiprothese mit Pyrocarbonkalotte dar. **a** im Bild eine Kurzschaftprothese mit der typischen schwarzen Kalotte aus Pyrocarbon. **b** Röntgenbild der Hemiprothese bei einem 51-jährigen Patienten nach Humeruskopfnekrose und ohne relevante Glenoiderosion. Durch eine zusätzliche metallische Trägerplatte zwischen Schaft und Pyrocarbon neigt das Implantat aber zum „Overstuffing“ [34] (Stryker GmbH & Co. KG, Duisburg, Deutschland, Modell Tornier Flex Pyrocarbon).

Da sich die präoperative Glenoidretroversion sowohl bei der Hemiarthroplastik, als auch bei der Totalendoprothese negativ auf die klinischen Ergebnisse auswirkt, sollten Knochen deformitäten wie die Retroversion des Glenoides möglichst korrigiert werden. Bei einer Retroversion zwischen 15–20° kann der vordere Pfannenrand gefräst und damit die Retroversion reduziert werden. Fallabhängig liegt der ideale Wert für die anzustrebende Re-

troversion bei 0–10°. Allerdings muss ein exzessives, exzentrisches Fräsen unbedingt vermieden werden. Eine Korrektur durch Fräsen von über 15° führt in der Regel zu einem inadäquaten Verlust des Knochenstocks. Vor allem bei bi-konkaven Glenoiden oder B2-Glenoiden spielt das eine wesentliche Rolle [35], da die B2-Glenoide mit hinterer Subluxation des Humeruskopfes bei anatomischen Prothesen schlechtere Ergebnisse liefern, als an-

dere Glenoidtypen. So wird durchschnittlich von 20 % Lockerungen und 12 % Revisionen bei B2-Glenoiden berichtet [36].

In einer computergestützten Untersuchung wurde der Effekt der Glenoidkorrektur auf die Knochenqualität für verschiedene Versionswinkel untersucht. So wurde bei Patientinnen und Patienten mit einem B2-Glenoid die Retroversion virtuell korrigiert. Bei Korrekturen von über 10° wurde ein signifikanter Verlust des verbleibenden Knochens, vor allem in der Region des vorderen Glenoides festgestellt [37]. Diese Ergebnisse zeigen, dass bei B2-Glenoiden eine Augmentation des Defektes erforderlich ist, um die Gelenklinie adäquat wiederherzustellen. Ein humerales Autograft kann zur Defektfüllung gut verwendet werden. Die häufigste Komplikation betrifft dabei die Inkorporation des Grafts. Auch wenn einige Autorinnen und Autoren über eine gute Osteointegration zwischen 83–100% berichten [38–40], zeigt eine Übersichtsarbeit hingegen hohe Komplikationsraten zwischen 11–71 % und Revisionsraten zwischen 17–29%, wenn die Augmentation in Kombination mit zementierten PE durchgeführt wurde [41]. Ein weiterer, möglicher Vorteil der Full-metal Glenoide liegt dabei in der relativ einfachen Möglichkeit zur knöchernen Defektaugmentation. Durch die hohe kompressive Primärstabilität lassen sich knöchernen Defekte am Glenoid mit einem spongiösen Autograft, der aus dem Humeruskopf entnommen wird, auffüllen. Das Graft wird entweder direkt am Glenoid oder auf der Basisplatte angebracht und kann so zusammen mit der Basisplatte im Defekt eingepresst werden. Alternativ können auch knöchernen Allografts oder metallische Augmente den Defekt zementfrei ausgleichen. Ob über die Zeit eine ausreichende Osteointegration erreicht wird, muss sich noch in Langzeituntersuchungen bestätigen (Abb. 4).

Zusammenfassung

Die anatomische Endoprothese ist eine etablierte Möglichkeit zur Behandlung der fortgeschrittenen Omarthrose mit reproduzierbaren, hervorragenden

funktionellen Ergebnissen. Die Rotatorenmanschette und deren Muskulatur müssen dazu intakt sein. Bei der Implantation sollte die native, prä-arthrotische Gelenklinie nach Möglichkeit wiederhergestellt werden. Dabei ist die Implantationstechnik von besonderer Bedeutung: Sie muss sehr präzise erfolgen, da schon geringe Abweichungen in der Position der Komponenten zu hohen exzentrischen Belastungen auf das Glenoid führen. Dies begünstigt eine frühzeitige Lockerung. Insgesamt ist die Glenoidlockerung die häufigste Komplikation und neben der Rotatorenmanschetteninsuffizienz der häufigste Revisionsgrund bei anatomischen Schulterendoprothesen. Deshalb muss besonders bei jüngeren Patientinnen und Patienten (< 60 Jahre) eine Lockerung in der Zukunft antizipiert werden. Patientinnen und Patienten mit einer Glenoidretroversion (bikonkav bzw. B2/B3-Glenoid) und humeraler Subluxation stellen eine besonders schwer zu behandelnde Patientengruppe dar. Dies liegt zum einem daran, dass sie im Rahmen der Early-Onset Arthrose häufig eine starke Retroversion des Glenoides aufweisen. Dies macht knöchernen Korrekturen am Glenoid unter Anwendung von Autografts oder anderen Augmenten erforderlich. Zum anderen muss das Risiko einer Glenoidlockerung durch eine stabile und dauerhafte Verankerung minimiert werden. Dies kann einerseits durch die generelle Vermeidung einer Pfannenimplantation bei der jungen Patientin/dem jungen Patienten erfolgen (Pyrocarbon-Hemiprothese), andererseits kann bei fortgeschrittenem Glenoidverschleiß ein modernes Implantat mit Full-metal Glenoid und Materialumkehr (Glenoid aus Metall, Humeruskalotte aus PE) verwendet werden. Dies kann sowohl die knöchernen Korrektur am Glenoid erleichtern, als auch langfristig für eine hohe Stabilität und Osteointegration sorgen.

Grundsätzlich sollten nach Möglichkeit immer knochensparende und konvertierbare Systeme zum Einsatz kommen, da Revisionseingriffe dadurch erleichtert werden. Eine präzise, präoperative 3D-Planung und die

Möglichkeit zur chirurgischen Korrektur knöcherner Pfannendefekte sollte heute zum Standardrepertoire einer modernen schulterchirurgischen Versorgung gehören.

Interessenkonflikte:

R. Hudek: keine angegeben.

L.V. v. Engelhardt: Aufwandsentschädigungen für Vorträge, Einsätze als Instruktor bei Operationskursen, Hospitationskursen, dem fachlichen Austausch und Beratungen von den Firmen Corin, Microport, Fx Solutions und Arthrex.

Das Literaturverzeichnis zu diesem Beitrag finden Sie auf: www.online-oup.de.



Foto: privat

Korrespondenzadresse

Priv.-Doz. Dr. med. Robert Hudek
ATOS Klinik Fleetinsel Hamburg
Admiralitätstr. 3–4
20459 Hamburg
robert.hudek@atos.de



Foto: privat

Prof. Dr. med.
Lars Victor von Engelhardt
Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie
und Sportmedizin, Klinikum Peine
Akademisches Lehrkrankenhaus
31226 Peine &
Universität Witten/Herdecke
58455 Witten