

UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF

Zentrum für Operative Medizin

Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie und Orthopädie

Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. K.-H. Frosch

Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. F.T. Beil

Die Implantation eines Humeruskopfoberflächenersatzes bei Omarthrose – eine retrospektive Studie

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

vorgelegt von:

Tom Robert Thomas Jochen Wenk
aus Hamburg

Hamburg 2021

**Angenommen von der Medizinischen Fakultät am:
17.02.2022**

**Veröffentlicht mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg**

**Prüfungsausschuss, der Vorsitzende:
PD Dr. Christian Ries**

**Prüfungsausschuss, 2. Gutachter:
Prof. Dr. Wolfgang Rüther**

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1. Arbeitshypothese und Fragestellung	1
2. Einleitung	2
2.1 Omarthrose primär vs. sekundär	2
2.2 Therapeutische Optionen (konservativ vs. operativ)	6
2.3 Überlegungen zum endoprothetischen Gelenkersatz: Biomechanik des Schultergelenkes	8
2.4 Prothesenentwicklung und verschiedene Implantattypen	14
3. Material und Methoden	27
3.1 Studienpopulation	27
3.2 Ergebnisparameter	29
3.3 Statistische Auswertung	34
4. Ergebnisse	35
4.1 Studienpopulation	35
4.2 Ergebnisevaluation: Allgemeine Auswertung des patientenorientierten Fragebogens	38
5. Diskussion	57
6. Zusammenfassung	67
6.1 Zusammenfassung	67
6.2 Summary	68
7. Literaturverzeichnis	69
8. Anhang/ Patientenorientierter Fragebogen	81
9. Danksagung	91
10. Lebenslauf	92
11. Eidesstattliche Erklärung	93

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1a-c Standardröntgendiagnostik der Schulter am Beispiel einer rechten Schulter mit fortgeschrittener Ormathrose: a) true a.p. b) y-view c) axial	3
Abb. 2a-c Standardröntgendiagnostik der Schulter am Beispiel einer linken Schulter mit mäßiger Ormathrose: a) true a.p. b) y-view c) axial	3
Abb. 3 Schwere Ormathrose nach Samilson und Pietro mit kaudalem Humeruskopf-Osteophyt >7mm	4
Abb. 4 Skizze Einteilung der Glenoidmorphologie (modifiziert nach Walch et al. 1999)	6
Abb. 5a-c Schematische Darstellung des Inklinationswinkels des Humeruskopfes in der Frontalebene (modifiziert nach MedicalExpo Anatomical Shoulder™ Fa. Zimmer Biomet)	10
Abb. 6a-c Schematische Darstellung der humeralen Retroversion in der Sagittalebene (modifiziert nach MedicalExpo Anatomical Shoulder™ Fa. Zimmer Biomet)	11
Abb. 7 Schematische Darstellung des medialen und posterioren humeralen Offsets in der Transversalebene; D=Diaphysäre Humerusschaftachse, Z=Drehzentrum Humeruskopf, M=Mediales humerales Offset, P=Posteriores humerales Offset (modifiziert nach MedicalExpo Anatomical Shoulder™ Fa. Zimmer Biomet)	12
Abb. 8 Skizze „rocking horse“ Phänomen (modifiziert nach Pinkas et al. 2015)	14
Abb. 9 Der erste Schultergelenkersatz entwickelt von J. Porter Michaelis, implantiert von Jules Emile Péan in Paris 1893 (mit freundlicher Genehmigung des National Museum of Health and Medicine, Silver Spring, Maryland, USA)	15

Abb. 10a-b Monoblock-Schultergelenksendoprothese Typ Neer I:	
a) Originalprothese b) Prothese in situ im Röntgenbild (diese Abbildungen dienen Anschauungszwecken und erfolgen mit freundlicher Unterstützung der Stryker GmbH & Co. KG)	16
Abb. 11 Beispiel einer formschlüssigen Schulterprothese: Stanmore- Schulterprothese (mit freundlicher Genehmigung von OrthopaedicLIST.com)	17
Abb. 12a-b Beispiel einer der ersten inversen Schulterprothesen Typ Kessel:	
a) Zeichnung der Originalprothese b) Prothese in situ im Röntgenbild (mit freundlicher Genehmigung von OrthopaedicLIST.com)	18
Abb. 13 Monoblock-Schultergelenksendoprothese Typ Neer II (mit freundlicher Genehmigung von OrthopaedicLIST.com)	19
Abb. 14a-c Schulterprothese der zweiten Generation: Bio-Modular- Schulterssystem Fa. Biomet Merck: a) Prothesenschaft mit Kopf b) Glenoidkomponente c) Prothese in situ im Röntgenbild (mit freundlicher Genehmigung der Fa. Zimmer Biomet EMEA, Zug, Schweiz)	21
Abb. 15 Copeland Schulter (mit freundlicher Genehmigung der Fa. Zimmer Biomet EMEA, Zug, Schweiz)	22
Abb. 16 Durom® Shoulder Cup (Mit freundlicher Genehmigung der Fa. Zimmer Biomet EMEA, Zug, Schweiz)	23
Abb. 17 Schulterprothese der vierten Generation: Modell Anatomical (mit freundlicher Genehmigung der Fa. Zimmer Biomet EMEA, Zug, Schweiz)	24
Abb. 18 Beispiel einer aktuellen modularen anatomischen Schulterprothese: Typ Global Unite (mit freundlicher Genehmigung der Fa. DePuy Synthes, Warsaw, IN, USA)	25

Abb. 19 Beispiel einer aktuellen inversen Schulterprothese Typ: Delta Xtend (mit freundlicher Genehmigung der Fa. DePuy Synthes, Warsaw, IN, USA)	26
Abb. 20a-b Beispiel einer schaftlosen metaphysär verankerten Prothese Typ Global Icon: a) Prothese im virtuellen Humeruskopf b) Originalprothese (mit freundlicher Genehmigung der Fa. DePuy Synthes, Warsaw, IN, USA)	26
Abb. 21 Flow-Chart Diagramm	29
Abb. 22a-f Bewegungsausmaß Anteversion	30
Abb. 23a-f Bewegungsausmaß Abduktion	31
Abb. 24a-f Schürzenbindergriff	31
Abb. 25a-e Außenrotation mit Abduktion	32
Abb. 26 Primäre vs. sekundäre Omarthrose der Studienteilnehmer:innen	36
Abb. 27 Differenzierung der sekundären Omarthrose bei den Studienteilnehmer:innen	37
Abb. 28 Schulterfunktionalität: Anteversion	39
Abb. 29 Schulterfunktionalität: Abduktion	40
Abb. 30 Schulterfunktionalität: Schürzenbindergriff	40
Abb. 31 Schulterfunktionalität: Außenrotation mit Abduktion	41
Abb. 32 Schulterfunktionalität: Arbeitshöhe	42
Abb. 33 Einschränkungen bei den täglichen Verrichtungen	46
Abb. 34 Postoperative Arbeitsfähigkeit	47
Abb. 35 Postoperative Einschränkung bei Freizeitaktivitäten	48
Abb. 36 Subjektive Zufriedenheit der Patient:innen	49
Abb. 37 Subjektive Kraft im Vergleich präoperativ zu postoperativ	49
Abb. 38 Kaplan-Meier Kurve der Standzeit der Durom® Shoulder Cup	55
Abb. 39 Kaplan-Meier Kurve II der Standzeit der Durom® Shoulder Cup	56

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Klassifikation der Defektarthropathie (modifiziert nach Hamada et al.1990)	5
Tab. 2 Demographische Merkmale des Studienkollektivs	38
Tab. 3 Schulterfunktionalität	43
Tab. 4 Ruhe- und Belastungsschmerzen	45
Tab. 5 Minor-Komplikationen mit Weichteilrevisionen	51
Tab. 6 Major-Komplikationen mit Wechsel der Prothese	52
Tab. 7 Standzeit der Durom® Shoulder Cup	57

Abkürzungsverzeichnis

a.p.	anterior-posterior
Abb.	Abbildung
ADL	Activities of daily living
bds.	beidseits
BRMs	Biological response modifiers
bzw.	beziehungsweise
CT	Computertomographie
DMARDs	disease-modifying anti-rheumatic drugs
et al.	et alii
etc.	et cetera
Fa.	Firma
FAR	Finnish Arthroplasty Register
ggf.	gegebenenfalls
Gr.	Größe
MW	Mittelwert
m	Monate
M.	Musculus
MRT	Magnetresonanztomographie
n/N	Anzahl der Werte
NSAR	Nicht-steroidale Antirheumatika
OP	Operation
p	Signifikanz
p-Wert	Signifikanzwert
Prof. Dr. med.	Professor Doktor medicinae
RCT	Randomisierte kontrollierte Studie
SD	Standardabweichung

SE	Standardfehler
SEPR	Schulter- und Ellenbogenprothesenregister Deutschland
s.o.	siehe oben
sog.	sogenannter
Tab.	Tabelle
TEP	Totalendoprothese
u.a.	unter anderem
VAS	visuellen Analogskala
vgl.	vergleiche
y	Jahre
y-view	seitliche Röntgenaufnahme des Schultergelenkes
z.B.	zum Beispiel

1. Arbeitshypothese und Fragestellung

Die Funktion des glenohumeralen Gelenkes wird durch degenerative Veränderungen, seien sie primär (idiopathische Arthrose) oder sekundär (post-traumatisch, rheumatoide Arthritis etc.) eingeschränkt. Der Funktionsverlust und die mit der degenerativen Veränderung einhergehende Schmerzsymptomatik bedingt einen hohen subjektiven Leidensdruck. Der endoprothetische Ersatz des Schultergelenkes kann unter interindividueller Abwägung zu einer Schmerzlinderung und zu einer Funktionsverbesserung bzw. zu deren Erhalt führen.

Der zementierte Oberflächenersatz des glenohumeralen Gelenkes bei Omarthrose mittels Durom® Shoulder Cup (Fa. Zimmer, Winterthur, Schweiz) wurde seit 1997 in der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Rheumatologie des Klinikums Bad Bramstedt durchgeführt.

Das Ziel der vorliegenden, retrospektiven Arbeit war die Ergebnisevaluation nach endoprothetischem Gelenkersatz des Schultergelenkes mittels Durom® Shoulder Cup.

Mit Hilfe von patientenorientierten Fragebögen wurde der postoperative Erfolg nach endoprothetischem Schultergelenkersatz evaluiert. Die postoperative Schulterfunktionalität, die postoperativen Ruhe- oder Belastungsschmerzen sowie die Evaluation der Arbeitsfähigkeit bzw. der Teilhabe am Alltag („activities of daily living“ [ADL]) und die damit einhergehende subjektive Zufriedenheit der Patient:innen wurde analysiert. Des Weiteren wurde das subjektive Kraftniveau im präoperativen Vergleich geprüft. Die notwendigen Revisionen sowie die Standzeit des Implantates wurden untersucht. Abschließend wurden Unterschiede zwischen primärer und sekundärer Omarthrose im Hinblick auf Funktionalität und Standzeit des Implantates evaluiert.

2. Einleitung

2.1 Omarthrose primär vs. sekundär

Die Omarthrose bezeichnet den degenerativen Verschleiß des glenohumeralen Gelenkes. Sie entsteht durch ein Missverhältnis zwischen der Beanspruchung des Schultergelenkes und der anatomischen Beschaffenheit der einzelnen Gelenkanteile (Grifka und Kuster 2011). Man unterscheidet hierbei zwischen einer primären und einer sekundären Omarthrose. Die genauen Mechanismen der primären Omarthrose sind nach wie vor nicht geklärt, diskutiert wird ein multifaktorielles Geschehen (Grifka und Kuster 2011), wobei genetische Prädispositionen bekannt sind (Loughlin 2015). Die sekundäre Omarthrose kann beispielsweise durch entzündliche Erkrankungen der Membrana synovialis (z.B. rheumatoide Arthritis), eine Rotatorenmanschettendefektarthropathie, rezidivierende Schultergelenksluxationen, Humeruskopfnekrosen, Tumoren oder durch stattgehabte Frakturen (z.B. Humeruskopffrakturen und/oder Glenoidfrakturen) bedingt sein. Es kommt in der Folge zu schmerzhaften Bewegungseinschränkungen und Funktionseinschränkungen bzw. -verlust. Die Prävalenz der Omarthrose wird in der Literatur in Abhängigkeit der untersuchten Personengruppe mit unterschiedlichem Alter und Aktivitätslevel mit bis zu 30% angegeben (Mehl et al. 2018).

Vor der bildgebenden Diagnostik ist insbesondere eine ausführliche Anamnese mit qualitativer und quantitativer Erfassung der Schmerzsymptomatik u.a. mittels der visuellen Analogskala (VAS) wichtig (Hawker 2009). Zudem ist die Erfragung der bisherigen Therapie und der Einschränkung sowie die genaue körperliche Untersuchung mit Dokumentation des passiven und aktiven Bewegungsumfangs zur Einschätzung des Leidensdrucks notwendig (Tauber und Martetschläger 2019, Mehl et al. 2018).

Als bildgebende Diagnostik wird regelhaft die konventionelle Röntgendiagnostik des Schultergelenkes in drei Ebenen: anterior-posterior (true a.p.), lateral (y-view) und axial (Tauber und Martetschläger 2019) genutzt.

In **Abbildung 1a-c** ist die Standardröntgendiagnostik der Schulter am Beispiel einer rechten Schulter mit fortgeschrittener Omarthrose dargestellt.

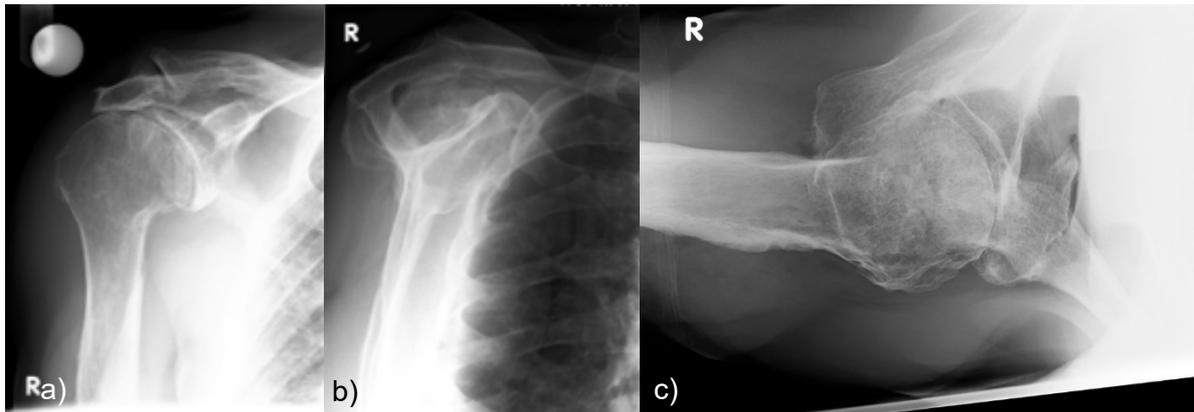


Abb. 1a-c Standardröntgendiagnostik der Schulter am Beispiel einer rechten Schulter mit fortgeschrittener Omarthrose: a) true a.p. b) y-view c) axial

In **Abbildung 2a-c** ist die Standardröntgendiagnostik der Schulter am Beispiel einer linken Schulter mit mäßiger Omarthrose dargestellt.

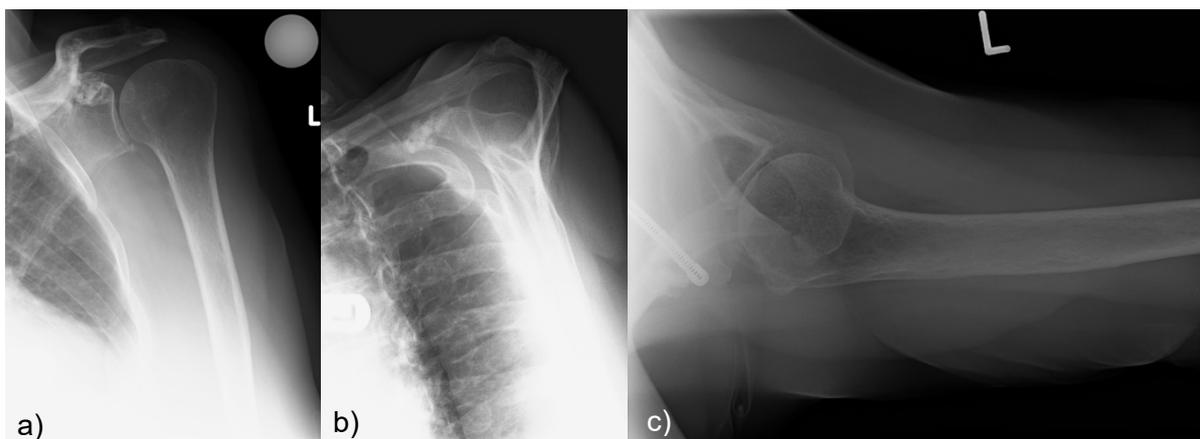


Abb. 2a-c Standardröntgendiagnostik der Schulter am Beispiel einer linken Schulter mit mäßiger Omarthrose: a) true a.p. b) y-view c) axial

Die Sonographie bietet zudem ergänzend die Möglichkeit der weichteiligen Beurteilung des Schultergelenkes (Strakowski und Visco 2019). Ergänzend kann als weiterführende Diagnostik eine Schnittbildgebung (MRT und/oder CT) verwendet werden (Cibulas et al. 2019).

In der konventionellen Röntgenaufnahme wird insbesondere auf die vier klassischen Arthrosezeichen - Gelenkspaltverschmälerung, subchondrale Sklerosierung, osteophytäre Anbauten und subchondrale Zysten - geachtet (Grifka und Kuster 2011).

Bei der Einteilung der Arthrose des glenohumeralen Gelenkes kommt der Größe des kaudalen Osteophyten am Humeruskopf eine wichtige Bedeutung zu. So wird der Verschleiß des Schultergelenkes nach Samilson und Prieto in drei Stadien unterteilt (Samilson und Prieto 1983): Leichte Omarthrose: Osteophyt <3mm; Mäßige Omarthrose: Osteophyt 3-7mm; Schwere Omarthrose: Osteophyt >7mm. Eine schwere Omarthrose nach Samilson und Pietro ist in **Abbildung 3** dargestellt.

Diese Einteilung wurde ursprünglich nur für Instabilitätsarthropathien angewandt, heute ist sie generell zur Klassifikation der Omarthrose gebräuchlich (Mehl et al. 2018).



Abb. 3 Schwere Omarthrose nach Samilson und Pietro mit kaudalem Humeruskopf-Osteophyt >7mm

In der konventionellen Röntgenaufnahme wird zudem die potenzielle Kranialisierung des Humeruskopfes, welche auf eine Rotatorenmanschettendefektarthropathie hinweist, geachtet. Die Defektarthropathie ist von der primären Omarthrose zu unterscheiden (Tauber und Martetschläger 2019).

Die Rotatorenmanschettendefektarthropathie wird nach Hamada in fünf Schweregrade eingeteilt (Hamada et al. 1990) [Tabelle 1].

Tab.1: Klassifikation der Defektarthropathie (modifiziert nach Hamada et al. 1990)

	Akromiohumorale Distanz	Azetabulisierung des korakoakromialen Bogens	Weitere Besonderheiten
1	>6mm		
2	<5mm		
3	<5mm	Azetabulisierung	
4	<5mm	a: Keine Azetabulisierung b: Azetabulisierung	Glenohumeraler Gelenkspalt verschmälert
5	<5mm		Humeruskopfnekrose, Kollaps

Um eine Omarthrose bereits in einem frühen Stadium zu erkennen, ist eine MRT-Diagnostik in Betracht zu ziehen. Hierbei zeigte sich allerdings die Sensitivität und Spezifität geringer als z.B. im Kniegelenk (Spencer et al. 2013). Die MRT-Diagnostik dient bei der Omarthrose insbesondere der Erkennung von Läsionen und der Beschaffenheit der Rotatorenmanschette (z.B. Atrophie, Verfettung). Zeigt sich eine behandlungsbedürftige fortgeschrittene Omarthrose ist der Zustand der Rotatorenmanschette wichtig, da sich hieraus Entscheidungskriterien für die Verwendung der jeweiligen Prothesenmodelle ergeben (Tauber und Martetschläger 2019).

Eine Computertomographie (CT) der Schulter kann zur Beurteilung des knöchernen Status vor einer möglichen Operation mit Ersatz des Schultergelenkes durchgeführt werden. Die knöcherne Glenoidmorphologie ist für die Auswahl des Prothesentyps (z.B. Oberflächenersatz, anatomische Prothese, inverse Prothese, augmentierte Prothese) mitentscheidend (Nyffeler et al. 2003, Tauber und Martetschläger 2019).

Die Einteilung der Glenoidmorphologie erfolgt nach Walch (Walch et al. 1999, Vo et al. 2017). In **Abbildung 4** ist die Einteilung nach Walch skizziert dargestellt.

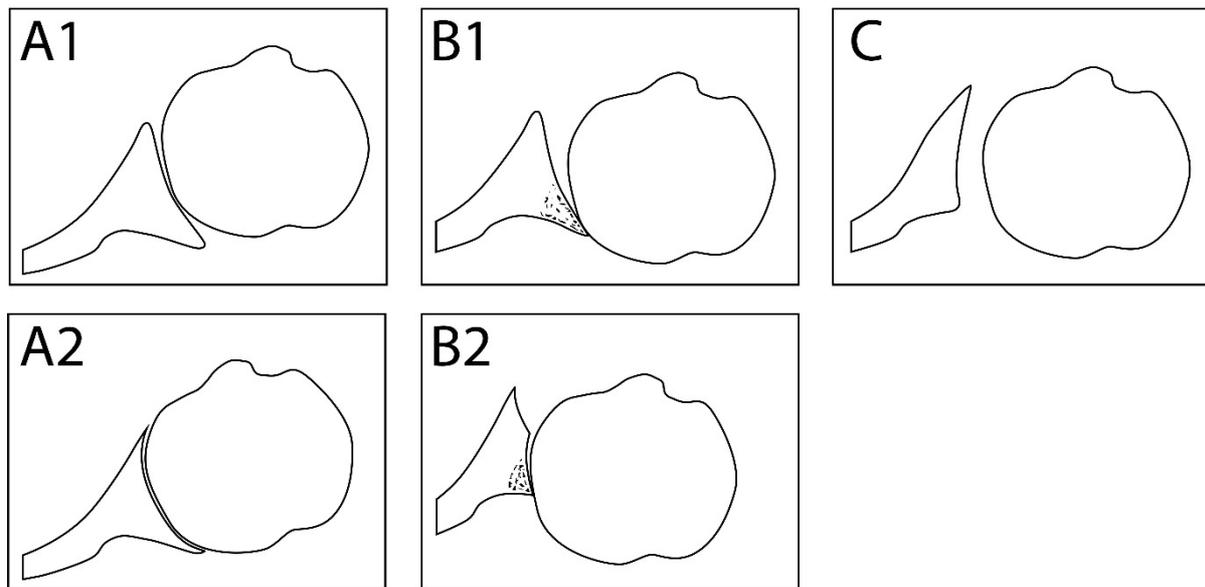


Abb. 4 Skizze Einteilung der Glenoidmorphologie (modifiziert nach Walch et al. 1999)

Bei Typ A ist der Humeruskopf zentriert und die sich daraus ergebenden Kräfte sind gleichmäßig auf die Oberfläche des Glenoids verteilt. Bei Typ A1 zeigt sich keine oder nur wenig zentrale Erosion, bei Typ A2 zeigt sich eine vermehrte zentrale Erosion. Bei Typ B ist der Humeruskopf im glenohumeralen Gelenk nach dorsal subluxiert und es zeigt sich eine asymmetrische Lastverteilung. Typ B1 zeigt eine Verengung des hinteren Gelenkspaltes mit subchondraler Sklerosierung. Typ B2 zeigt eine exzentrische posteriore Schalenbildung mit bikonkavem hinterem Glenoidverbrauch. Typ C beschreibt eine primär dysplastische glenoidale Morphologie mit mehr als 25° Retroversion (Walch et al. 1999).

2.2 Therapeutische Optionen (konservativ vs. operativ)

Es gibt verschiedene therapeutische Ansätze für die Omarthrose. Hierbei wird grundsätzlich zwischen konservativen und operativen Therapieoptionen unterschieden.

Die konservative Therapie umfasst unter anderem die Durchführung von Physiotherapie (Marinko et al. 2011), die physikalische Therapie mit Wärmetherapie

und Kurz- und Mikrowellenbestrahlung bei chronischen Schmerzen, Kryotherapie bei akuten aktivierten Arthrosen mit Gelenkschwellung und Überwärmung und die Einnahme von antiphlogistischen und analgetischen Medikamenten (Rüther und Lohmann 2014). Die Wirksamkeit der medikamentösen Arthrose-Schmerztherapie mittels nicht-steroidaler Antirheumatika (NSAR) konnte in mehreren großen randomisierten kontrollierten Studien (RCT) gezeigt und in Metaanalysen bestätigt werden (Nees und Schlitenwolf 2019). In der konservativen Therapie von sekundären Omarthrosen bei Erkrankungen aus dem rheumatoiden Formenkreis hat auch die medikamentöse antirheumatische Basistherapie mit disease-modifying anti-rheumatic drugs (DMARDs), Glucocorticoiden und biologic response modifiers (BRMs) eine wichtige Bedeutung und sollte leitliniengerecht zur Anwendung kommen (Upchurch und Kay 2012, Fiehn et al. 2018). Bei ausbleibender Beschwerdelinderung unter der genannten konservativen Therapie besteht ergänzend die Möglichkeit einer invasiven - allerdings nicht-operativen - Therapie mittels probatorischer Gelenkinjektion - z.B. Hyaluronsäure oder Kortisonpräparate (Merolla et al. 2011).

Ist die konservative Therapie ausgeschöpft und sind die alltäglichen Einschränkungen der Patient:innen durch die Schmerzsymptomatik und Funktionseinschränkung bzw. einen Ruhe- und Nachtschmerz spürbar erhöht, führt dies konsekutiv zu einer Reduktion der Lebensqualität. Oftmals werden regelmäßig Schmerzmittel eingenommen. In diesem Fall muss die operative Therapie erwogen werden.

In einem frühen Stadium der Omarthrose sollte insbesondere bei jüngeren Patient:innen die Möglichkeit einer gelenkerhaltenden operativen Therapie in Betracht gezogen werden. Die Arthroskopie des Schultergelenkes ist hier die Maßnahme der Wahl (Spiegl et al. 2014, Mitchell et al. 2016, Millett et al. 2018). Unter Berücksichtigung des bildgebenden und klinischen Befundes erfolgt die individuelle Therapie. Neben dem arthroskopischen Gelenkdebridement kommen u.a. die Chondroplastik, die Bizepssehnenotomie/-Tenodese sowie eine subakromiale Dekompression zur Anwendung. Auch die Möglichkeit der

Rotatorenmanschettenrekonstruktion sollte kritisch evaluiert werden, um die Symptome und Schulterfunktionalität zu optimieren (Van Thiel et al. 2010).

Bei fortgeschrittener Omarthrose - vornehmlich bei älteren Patient:innen - ist die Implantation einer Schultergelenkendoprothese zu erwägen. In einem Markov-Entscheidungsmodell zeigte sich, dass die bevorzugte Behandlungsstrategie einer Omarthrose bei Patient:innen unter 47 Jahren zunächst die operative Therapie mittels einer Arthroskopie (s.o.) der Schulter ist. Hingegen war die bevorzugte Behandlungsstrategie für Patient:innen, älter als 66 Jahre, die primäre Implantation einer Schultergelenksendoprothese. Für Patient:innen zwischen 47 Jahren und 66 Jahren zeigen sich beide Behandlungsoptionen als vertretbar (Spiegl et al. 2014).

In einer Studie von Baumgarten et al. aus 2018 zeigte sich, dass die Implantation einer Schultergelenksendoprothese bei Patient:innen mit einer Omarthrose zu einer signifikanten Verbesserung der Lebensqualität und in einem geringeren Ausmaß auch zu einer Verbesserung des Aktivitätsniveaus führt (Baumgarten et al. 2018). Auch Carter et al. konnten zeigen, dass die Implantation einer Schultergelenksendoprothese bei Omarthrose zu einer signifikanten Verbesserung der Funktionalität, zur Reduktion von Schmerzen und zu einer signifikanten Verbesserung des allgemeinen körperlichen Wohlbefindens führt (Carter et al. 2012). Cho et al. zeigten, dass auch eine signifikante Verbesserung des psychologischen Status und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität ab drei Monaten nach Implantation einer Schultergelenksendoprothese bei einer Omarthrose zu beobachten ist (Cho et al. 2017).

2.3 Überlegungen zum endoprothetischen Gelenkersatz: Biomechanik des Schultergelenkes

Das Schultergelenk ist eines der komplexesten Gelenke des menschlichen Körpers und setzt sich aus fünf Einzelgelenken zusammen: Sternoklavikulargelenk, Akromioklaviculargelenk, Glenohumeralgelenk, skapulothorakales Gleitlager und subakromialer Raum (Jansen et al. 2001). Die Beweglichkeit des Schultergelenkes ist

das Ergebnis der Bewegung im Glenohumeralgelenk und dem skapulothorakalen Gleitlager (Veeger und van der Helm 2007). Die Hauptbewegung findet im Glenohumeralgelenk statt. Hierbei handelt es sich um ein Kugelgelenk, das aus der Schulterpfanne (Glenoid) und dem Humeruskopf besteht (Jansen et al. 2001, Wirth und Mutschler 2009). Das Größenverhältnis des Glenoids zum Humeruskopf wird mit 1:3 bis 1:4 angegeben (Grifka und Kuster 2011, Wirth und Mutschler 2009).

Das Glenohumeralgelenk bietet eine größere Bewegungsfreiheit als jedes andere Gelenk des menschlichen Körpers, weist hierdurch jedoch auch eine geringere Stabilität als andere Gelenke des menschlichen Körpers auf (Murray et al. 2013).

Die technischen Konzepte der für den endoprothetischen Gelenkersatz verwendeten Implantate orientieren sich an der ursprünglichen Anatomie der gesunden Schulter und haben als Ziel, diese so genau wie möglich zu reproduzieren (Liem et al. 2007, Jun et al. 2016).

Seit den 1990er Jahren konnte durch computergestützte Messungen der Geometrie des Schultergelenkes damit begonnen werden Schulterendoprothesen zu entwickeln, die der natürlichen Anatomie näherkamen (Mattei et al. 2015).

Die in der Folge entwickelten Schulterprothesen wurden zunächst in verschiedenen Größen, dann nahezu stufenlos konstruiert (Habermeier und Ebert 1999).

Eine ungenaue Auswahl oder falsche Positionierung der Komponenten der Schulterprothese kann zu einer schlechten Reproduktion des Schultergelenkes und dadurch zu einem schlechten postoperativen Ergebnis führen (Youderian et al. 2014). Hierbei stellten sich die Inklination, die Retroversion und das Offset als wichtigste geometrischen Variationsmöglichkeiten des Humeruskopfes heraus (Boileau und Walch 1997).

Die Inklination beschreibt die Neigung des Humeruskopfes zur Humerusschaftachse in der Frontalebene (**Abbildung 5a-c**). Diese schwankte in einer Studie von Hertel et al. zwischen 128° und $145,5^\circ$ (Hertel et al. 2002).

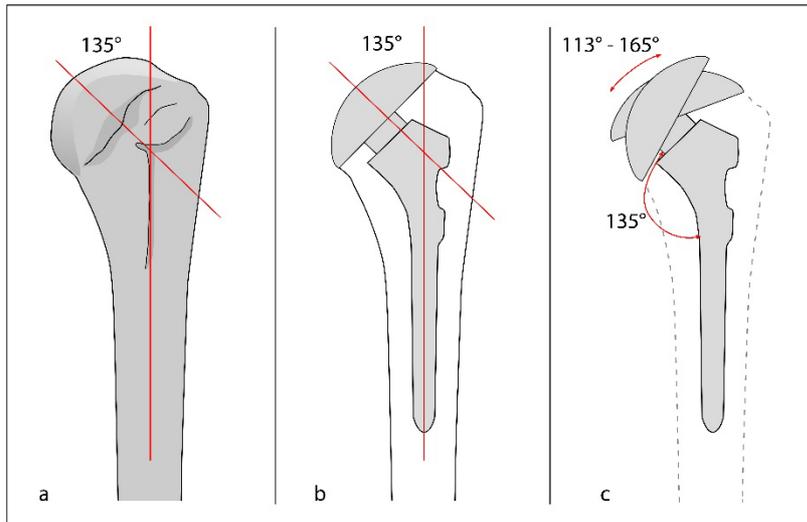


Abb. 5a-c Schematische Darstellung des Inklinationswinkels des Humeruskopfes in der Frontalebene (modifiziert nach MedicalExpo Anatomical Shoulder™ Fa. Zimmer Biomet)

In **Abbildung 5a** ist der physiologischen Inklinationswinkel zwischen der Humerusschaftachse und dem Humeruskopf dargestellt. In **Abbildung 5b** ist die Positionierung der humeralen Komponente einer Schultergelenksendoprothese in physiologischer Inklination und in **Abbildung 5c** die Variationsmöglichkeiten der humeralen Inklination in Abhängigkeit vom verwendeten Implantat abgebildet.

Die Retroversion beschreibt die nach posterior gerichtete humerale Gelenkfläche relativ zur Trochlea humeri Achse und betrug in einer Studie von Pearl und Volk von 1995 zwischen 10° und 55° (Pearl und Volk 1995). Die Retroversion ist in **Abbildung 6a-c** schematisch dargestellt.

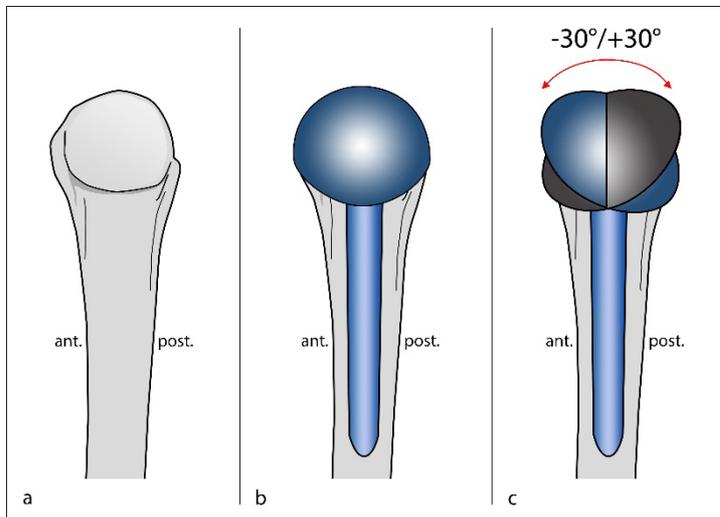


Abb. 6a-c Schematische Darstellung der humeralen Retroversion in der Sagittalebene (modifiziert nach MedicalExpo Anatomical Shoulder™ Fa. Zimmer Biomet)

In **Abbildung 6a** ist der physiologische Retroversionswinkel von medial aus betrachtet in der Sagittalebene dargestellt. In **Abbildung 6b** ist die Positionierung der humeralen Komponente einer Schultergelenksendoprothese mit Prothesenschaft in neutraler Stellung und in **Abbildung 6c** die Variationsmöglichkeiten von -30° bis $+30^\circ$ aus der natürlichen Retroversion heraus abgebildet.

Der Begriff Offset beschreibt den Abstand des Drehzentrums des Humeruskopfes zur Humerusschaftachse (Liem et al. 2007). Hierbei wird zwischen medialem und posteriorem Offset unterschieden (**Abbildung 7**). Das mediale Offset liegt nach einer Studie von Hertel et al. von 2002 zwischen 1,7mm und 11,5mm und das posteriore Offset zwischen -3mm und 5,3mm (Hertel et al. 2002).

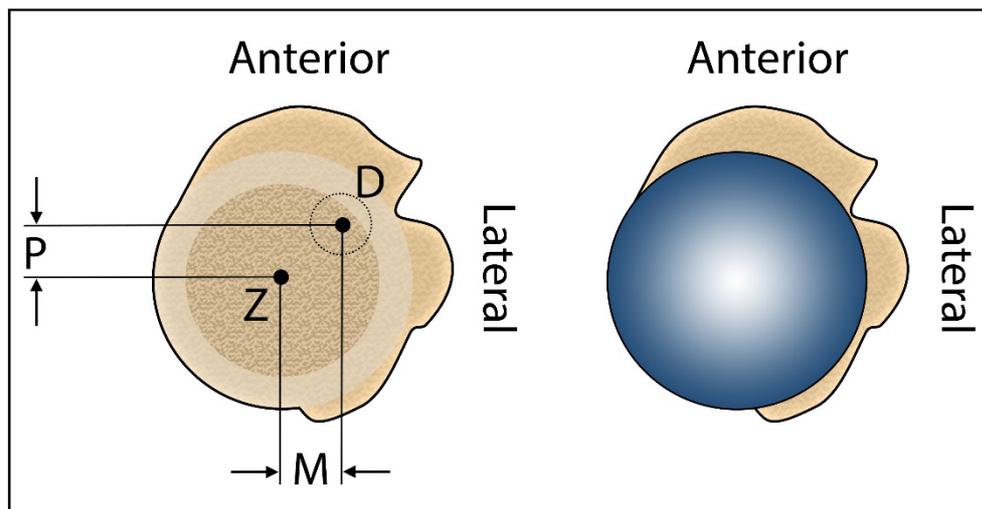


Abb. 7 Schematische Darstellung des medialen und posterioren humeralen Offsets in der Transversalebene; D=Diaphysäre Humerusschaftachse, Z=Drehzentrum Humeruskopf, M=Mediales humerales Offset, P=Posteriores humerales Offset (modifiziert nach MedicalExpo Anatomical Shoulder™ Fa. Zimmer Biomet)

Der Radius des Humeruskopfes betrug in der Studie von Hertel et al. zwischen 19mm und 30mm in der Frontalebene und zwischen 17mm und 26mm in der Sagittalebene, die Kopfhöhe betrug zwischen 12,5mm und 22mm (Hertel et al. 2002).

Die Cavitas glenoidalis ist flach und meist birnenförmig (Jansen et al. 2001). Die durchschnittliche Breite beträgt 25-26mm und die durchschnittliche Höhe 35-38mm (Jansen et al. 2001, Pinkas et al. 2015).

Die Inklination des Glenoids ist der Winkel zwischen der Neigung der Cavitas glenoidales in der superior-inferioren Richtung relativ zur Tangente des Margo medialis scapulae und beträgt durchschnittlich zwischen -2,2mm und 4,2mm (Pinkas et al. 2015). Die Glenoidretroversion ist der Winkel zwischen der glenoidalen Artikulationsfläche senkrecht zur Achse der Spina scapulae und beträgt durchschnittlich 2-7° Retroversion (Pinkas et al. 2015, Jansen et al. 2001).

Aufgrund der komplexen Anatomie kann eine intraoperative Abweichung verschiedenste ungewünschte Veränderungen der Gelenkanatomie mit sich bringen. Die Überdimensionierung der Humeruskopfkomponente im Rahmen des endoprothetischen Gelenkersatzes um nur 5mm kann das Bewegungsausmaß um 23-30° reduzieren (Harryman et al. 1995). Ein Offsetzunahme von 8mm in anteriorer oder posteriorer Richtung führt zu einer signifikanten Abnahme des passiven Bewegungsumfangs (Williams et al. 2001).

Eine zu inferiore Positionierung der Humeruskopfkomponente induziert ein Impingement und limitiert die Abduktionsfähigkeit, während eine zu superiore Positionierung der Humeruskopfkomponente das Subluxationsrisiko erhöht (Terrier et al. 2010). Ein zu großer Inklinationswinkel der Glenoidkomponente kann wiederum zu einem Impingement führen (Favre et al. 2008).

Die Glenoidlockerung ist eine der häufigsten Komplikationen in der Schulterendoprothetik (Ewerbeck et al. 2007, Franta et al. 2007, Martin et al. 2005, Tammachote et al. 2009).

In einer Review-Studie konnte Cofield 1984 bereits aufzeigen, dass eine zu superiore Positionierung der humeralen Komponente im Verhältnis zum Glenoid infolge einer Rotatorenmanschettendefektarthropathie zu einer glenoidalen Lockerung beiträgt (Cofield 1984). Franklin et al. beschrieben in einer Studie von 1988, dass die exzentrische Druckbelastung in Folge einer nicht zentrierten Stellung der humeralen Komponente zum Glenoid zu einem „rocking horse“ Phänomen führt (Franklin et al. 1988). Bei der exzentrischen Belastung wirkt auf der einen Seite des Glenoids eine vermehrte Druckbelastung und auf der anderen Seite eine vermehrte Zugbelastung. Dies kann dann in der Folge zur Glenoidlockerung führen und tritt insbesondere beim „Overstuffing“ oder bei einer Rotatorenmanschettendefektarthropathie auf (Pinkas et al. 2015).

Das „rocking horse“ Phänomen ist in **Abbildung 8** dargestellt.

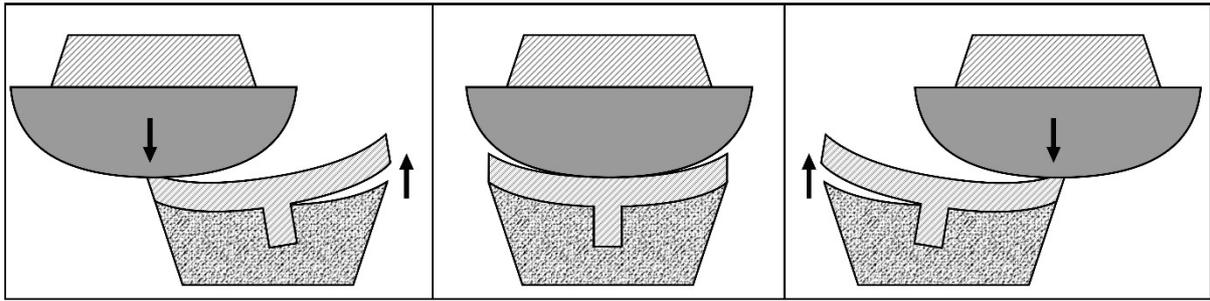


Abb. 8 Skizze „rocking horse“ Phänomen (modifiziert nach Pinkas et al. 2015)

Die Anatomie und Biomechanik des Schultergelenkes findet idealerweise beim endoprothetischen Gelenkersatz Berücksichtigung.

2.4 Prothesenentwicklung und verschiedene Implantattypen

Am Ende des 19. Jahrhunderts führte der deutsche Chirurg Themistocles Gluck mit verschiedenen Materialien u.a. Holz, Glas, Aluminium, vernickeltem Stahl und Elfenbein Tierversuche durch, um einen Ersatz für verschiedene Gelenke zu entwickeln (Eynon-Lewis et al. 1992). In den Publikationen von Gluck konnten bis einschließlich 1891 insgesamt fünf Fälle eines Gelenkersatzes aus Elfenbein (drei Kniegelenke, ein Ellenbogengelenk und ein Handgelenk), alle vorgenommen bei Gelenktuberkulose, dokumentiert werden. Drei Gelenke waren bei Veröffentlichung bereits entfernt, ein Kniegelenk und das Handgelenk waren 1891 noch implantiert, obwohl bei beiden eine Fistelbildung bestand (Wessinghage 1991, Brand et al. 2011). Gluck entwickelte 1891 zudem die erste Schulterprothese aus Elfenbein. Eine Dokumentation über die Implantation einer Schulterprothese an lebenden Menschen blieb jedoch aus (Bankes und Emery 1995).

Die erste dokumentierte Implantation eines Schultergelenkersatzes erfolgte am 11. März 1893 durch den französischen Chirurgen Jules Emile Péan in Paris

(**Abbildung 9**). Entwickelt wurde der Gelenkersatz von dem Zahnarzt J. Porter Michaelis basierend auf den Erkenntnissen von Themistocles Gluck (Lugli 1978, Loew 2010). Implantiert wurde der Schultergelenkersatz bei einem 37-jährigen Bäcker, dessen Schultergelenk durch Tuberkulose zerstört war. Der Schaft bestand aus einem Platinzylinder und der Kopf aus einem in Paraffin gehärtetem Gummiball.



Abb. 9 Der erste Schultergelenkersatz entwickelt von J. Porter Michaelis, implantiert von Jules Emile Péan in Paris 1893 (mit freundlicher Genehmigung des National Museum of Health and Medicine, Silver Spring, Maryland, USA)

Initial zeigte sich eine rasche Genesung des Patienten mit einer gesteigerten Beweglichkeit, allerdings musste die Prothese nach mehreren Revisionsoperationen bei Fistelbildungen und bei Bildung einer langstreckigen knöchernen Ossifikation letztendlich zwei Jahre nach primärer Implantation explantiert werden (Bankes und Emery 1995). In den darauffolgenden über 50 Jahren blieb der Schultergelenkersatz Einzelfällen vorbehalten. Hierbei wurden Prothesen aus unterschiedlichen Materialien individuell angefertigt und meist bei destrukturierenden Tumoren oder Infektionen implantiert (Loew 2010).

Eine wirkliche Weiterentwicklung in der Schultergelenksendoprothetik geht auf das Jahr 1951 zurück, als Charles S. Neer eine Monoblock-Schultergelenksprothese aus Vitallium zur Behandlung proximaler Humerusfrakturen entwickelte (Mattei et al. 2015). Die erste Implantation dieser Prothese, Typ Neer I (**Abbildung 10**), erfolgte 1953 (Kunz und Hagen 2002). In der Folge wurde diese Prothese auch bei Humeruskopfnekrosen verwendet. In einer Studie, die Neer 1970 veröffentlichte, berichtete er von einer 90%igen Rate guter oder erfolgreicher Ergebnisse bei 43 untersuchten Patient:innen (Neer CS 2nd 1970).

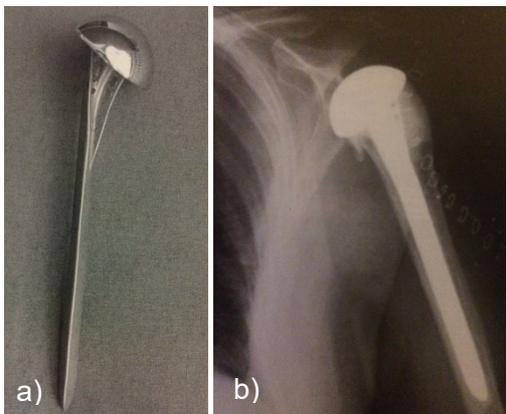


Abb. 10a-b Monoblock-Schultergelenksendoprothese Typ Neer I: a) Originalprothese b) Prothese in situ im Röntgenbild (diese Abbildungen dienen Anschauungszwecken und erfolgen mit freundlicher Unterstützung der Stryker GmbH & Co. KG)

In den 1970er und 1980er Jahren versuchten verschiedene Forschungsgruppen in Europa und in den Vereinigten Staaten das inzwischen erfolgreiche Konzept der formschlüssigen Hüftgelenksendoprothesen auf die Schulter anzuwenden (Mattei et al. 2015).

So entwickelten Lettin und Scales bereits im Jahr 1969 eine formschlüssige Prothese, die Stanmore-Schulterprothese, mit einem Schaft aus einer Chrom-Kobalt-Legierung (**Abbildung 11**). Dieser wurde in den Markraum des Humerus einzementiert und mündete über einem taillierten Hals in einem sphärischen Kopf. Eine Pfannenkomponente, ebenfalls mit einer Chrom-Kobalt-Legierung, wurde mit Metallzapfen im Glenoid befestigt.

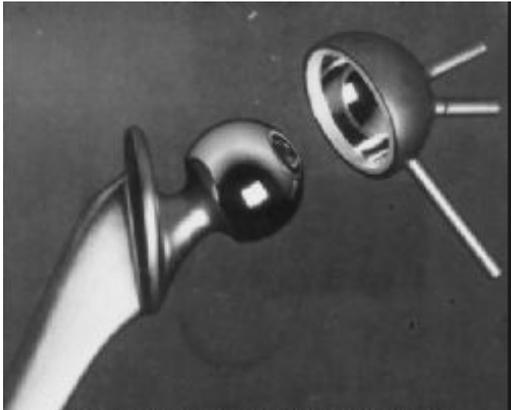


Abb. 11 Beispiel einer formschlüssigen Schulterprothese: Stanmore-Schulterprothese (mit freundlicher Genehmigung von OrthopaedicLIST.com)

Diese Konstruktion, die dem Prinzip einer Hüftgelenksendoprothese sehr ähnelte, führte jedoch zu einer Lateralisation des Rotationszentrums und damit zu einer schlechten Beweglichkeit. Zudem führte die ungünstige Hebelwirkung zu einer vermehrten Scherbelastung der Glenoidkomponente, dies hatte eine hohe Lockerungsraten zur Folge (Loew 2010). In einer Studie von Lettin et al. von 1982 zeigte sich bei insgesamt 50 Stanmore-Prothesen, implantiert in einem 8-Jahres-Zeitraum (1969-1977), dass bereits neun Prothesen explantiert wurden, sieben auf Grund von glenoidalen Lockerungen (Lettin et al. 1982).

Um nun die Fixation der Prothesen an der Skapula zu verbessern und dadurch die Lockerungsrate zu minimieren, wurden in den 1970er Jahren verschiedene Prothesendesigns entwickelt, die die normale Anatomie mit dem Kugel- und Pfannenprinzip umkehrten, die ersten so genannten inversen Schulterprothesen (Loew 2010).

Zudem sollte hierdurch die Beweglichkeit des Schultergelenkes verbessert und die Kraft gesteigert werden, ohne das Risiko von Dislokationen und Lockerungen zu erhöhen (Flatow und Harrison 2011).

Zu den ersten Chirurgen, die diese inverse Schulterprothese implantierten, gehörten Reeves und Jobbins 1972, Kölbel und Friedebold 1973 sowie Kessel 1973 (Kölbel und Friedebold 1973, Loew 2010, Flatow und Harrison 2011). Die verschiedenen inversen Schulterprothesen unterschieden sich insbesondere in der glenoidalen Fixierung. Bei der inversen Schulterprothese von Kessel erfolgte die Verankerung der Glenoidkomponente, einem gestielten Metallkopf mit einem Schraubgewinde, im Zentrum der Schulterpfanne (**Abbildung 12**). Die Humeruskomponente aus Polyethylen wurde in den proximalen Humerus einzementiert und proximal befand sich eine Schnapppfanne zur gekoppelten Verbindung mit dem Kopf. Mit diesem Design wurde das Drehzentrum lateralisiert (Loew 2010, Flatow und Harrison 2011).

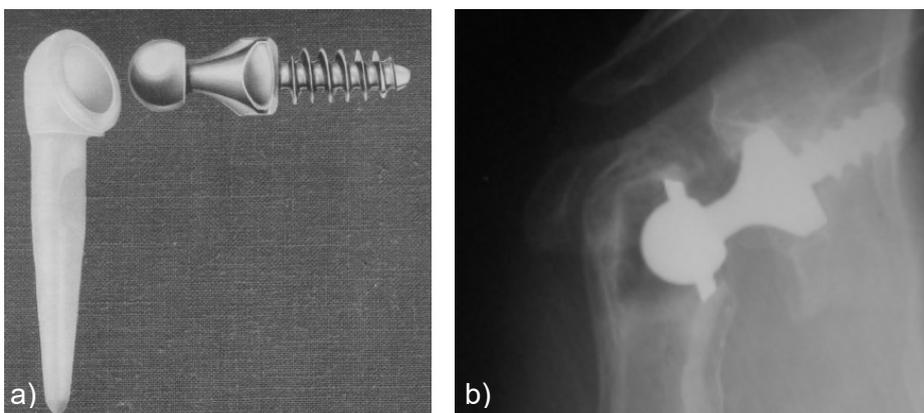


Abb. 12a-b Beispiel einer der ersten inversen Schulterprothesen Typ Kessel: a) Zeichnung der Originalprothese b) Prothese in situ im Röntgenbild (mit freundlicher Genehmigung von OrthopaedicLIST.com)

Die Ergebnisse waren jedoch nicht überzeugend. In einer schwedischen Publikation aus dem Jahr 1992 war die Revisionsrate nach fünf Jahren bei sechs von 23 Patient:innen mit einer rheumatoiden Arthritis relativ hoch und auch das funktionelle Ergebnis zeigte keine gute postoperative Verbesserung (Broström et al. 1992).

1972 modifizierte Neer sein Prothesendesign der Monoblock-Schultergelenksendoprothese und fügte eine glenoidale Komponente aus Polyethylen

hinzu, Typ Neer II (**Abbildung 13**), um die Schulterprothese auch bei glenohumeralen Arthrosen implantieren zu können (Walch et al. 2010).



Abb. 13 Monoblock-Schultergelenkendoprothese Typ Neer II (mit freundlicher Genehmigung von OrthopaedicLIST.com)

In einer 1982 durchgeführten Studie von Neer et al. mit 250 totalen Schultergelenkendoprothesen, bei der sowohl Patient:innen mit entzündlich-degenerativen als auch posttraumatischen Omarthrosen teilnahmen, wurde eine sehr hohe Zufriedenheitsrate dokumentiert und über hervorragende funktionelle Ergebnisse berichtet (Neer CS 2nd et al. 1982).

In einer Studie an insgesamt 73 evaluierten Schulterprothesen Typ Neer II beschrieb Cofield eine sehr gute Schmerzreduktion und auch eine deutlich verbesserte postoperative Beweglichkeit der Schulter. Das Ausmaß der Steigerung der Beweglichkeit konnte in direktem Zusammenhang mit dem ursprünglichen Ausmaß des präoperativen Rotatorenmanschettendefektes gesetzt werden (Cofield 1984).

Die Langzeitergebnisse einer Studie von Torchia et al. zeigte bei 113 nachuntersuchten Schulter-Totalendoprothesen Typ Neer II bei Patient:innen mit primären Omarthrosen, sekundären Omarthrosen bei rheumatoider Arthritis und auch posttraumatischen Omarthrosen eine Standzeit der Schulterprothese von 93% nach zehn Jahren. Bei 83% der Patient:innen konnte eine Schmerzreduktion erzielt werden. Das Ausmaß der Steigerung der Beweglichkeit war mit dem Ergebnis der Cofield-Studie von 1984 vergleichbar. In der röntgenologischen Diagnostik zeigte sich jedoch

bei 44% eine eindeutige Lockerung der zementierten glenoidalen Komponente (Torchia et al. 1997).

1975 entwickelte Zippel in Hamburg/Deutschland den ersten Oberflächenersatz des Humeruskopfes in Form eines Blechhutes von 1mm Wanddicke, dieser wurde mit einer transossären Schraube fixiert (Fink et al. 2001, Copeland 2006). Ende der 1970er begannen Steffee und Moore in den Vereinigten Staaten die kleinen Größen, die für den Ersatz der Oberfläche des Femurkopfes vorgesehen waren, auf den Humeruskopf zu implantieren (Copeland 2006, Loew 2010).

1981 wurde durch Jónsson et al. ein Oberflächenersatz für den Humeruskopf entwickelt (Fa. Scandimed, Typ Scan), der erstmalig in größerer Anzahl nur die humerale Gelenkoberfläche in Form einer hemisphärischen Metallkappe ersetzte (Copeland 2006, Loew 2010, Habermeyer und Ebert 1999). Diese wurde auf den Humeruskopf zementiert befestigt. Jónsson beschrieb von 1981 bis 1985 die Implantation von 26 „Cup-Prothesen“ bei Patient:innen mit einer rheumatoiden Arthritis (Jónsson et al. 1986). Die Idee hierbei war, die ursprüngliche Anatomie des Schultergelenkes zu erhalten (Werner und Hedtmann 2007). Es zeigten sich ermutigende Ergebnisse, insbesondere zeigte sich bei den Patient:innen eine deutliche Minderung der Schmerzen bei Bewegung und in Ruhe (Jónsson et al. 1986). In einer Studie von 1993 beschrieben Rydholm und Sjögren jedoch bei 72 nachuntersuchten Oberflächenersatzendoprothesen, Typ Scan, bei bestehender rheumatoider Arthritis eine Lockerungsrate von 25%, eine proximale Migration der Kappenprothesen von 38% und eine zentrale Erosion des Glenoids von 22%, durchschnittlich 4,2 Jahren nach Implantation der Prothese (Rydholm und Sjögren 1993).

Basierend auf der Schulter-Totalendoprothesen Typ Neer II entwickelten Dines und Warren 1984 eine modulare Schulterprothese, diese zählt zu den Schulterendoprothesen der zweiten Generation (**Abbildung 14**). Die Schulterprothese besteht aus einem variablen Kopf und einem variablen Schaft (Mattei et al. 2015, Walch et al. 2010, Loew 2010).

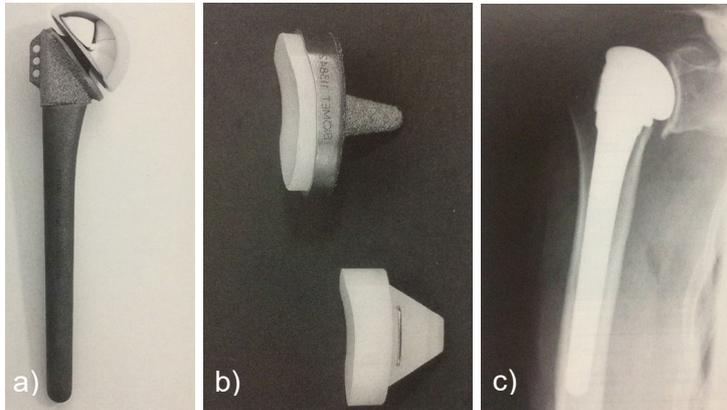


Abb. 14a-c Schulterprothese der zweiten Generation: Bio-Modular-Schulterssystem Fa. Biomet Merck: a) Prothesenschaft mit Kopf b) Glenoidkomponente, c) Prothese in situ im Röntgenbild (mit freundlicher Genehmigung der Fa. Zimmer Biomet EMEA, Zug, Schweiz)

In einer Studie von Moeckel et al. zeigten sich bei 20 von 22 mittels modularer Schulterprothese versorgter proximalen Humerusfraktur ein gutes oder ausgezeichnetes Ergebnis. Zwei Patient:innen mussten jedoch operativ revidiert werden (Moeckel et al. 1992).

1985 erfolgte die Weiterentwicklung der inversen Prothesensysteme durch Paul Grammont. Er entwickelte die Delta-Prothese (Gschwend et al. 2013). Auch bei dieser Prothese ist das Kugel- und Pfannenprinzip vertauscht. Im Unterschied zu den ersten inversen Prothesen ist bei der Delta-Prothese jedoch das Drehzentrum des Gelenkes nicht lateralisiert und es wurde auch nicht versucht, das Drehzentrum der normalen Anatomie wiederherzustellen, sondern das Drehzentrum wurde nach medial und kaudal verlagert, so dass zum einen weniger Scherkräfte auf die Glenoidkomponente einwirken und zum anderen bei einer Rotatorenmanschetten-Defektarthropathie durch eine Optimierung des Hebelarmes der M. deltoideus die fehlende

Rotatorenmanschette zumindest partiell in der Funktion ersetzen kann (Grammont et al. 1987, Boileau 2011).

Gute funktionelle Resultate und Standzeiten, insbesondere bei Rotatorenmanschettenrupturen, haben zu einer zunehmenden Verbreitung dieses Prinzips, dem sogenannten Grammont-Prinzip, geführt (Baulot et al. 2011). In den Folgejahren kam es zu verschiedenen Weiterentwicklungen in technischen Details (Renaud et al. 2001).

Durch Copeland erfolgte ab 1986 die Weiterentwicklung des Oberflächenersatzes des Glenohumeralgelenkes (**Abbildung 15**). Copeland ersetzte sowohl die Oberfläche der humeralen Seite als auch die der glenoidalen Seite, jeweils mit einer zementfreien Komponente, um ein mögliches Versagen an der Knochen-Zement-Schnittstelle auszuschließen (Copeland 2006).



Abb. 15 Copeland Schulter (mit freundlicher Genehmigung der Fa. Zimmer Biomet EMEA, Zug, Schweiz)

Die Humeruskopfkomponente des zementfreien Oberflächenersatzes Typ Mark I bestand aus einem Cup mit einem kurzen zentralen Zapfen zur primären Fixierung im Knochen mit einer von lateral eingebrachten Schraube, die Glenoidkomponente bestand aus Polyethylen (Levy et al. 2004). Die Grundidee war, dass wenn nur die Oberfläche des Humeruskopfes ersetzt wird, die Anatomie in Bezug auf Offset, Retroversion und Inklination ohne komplizierte Instrumentierung wiederhergestellt werden kann (Levy und Copeland 2004). Zudem sah man einen großen Vorteil durch

die knochen sparende Operationsweise, insbesondere in Bezug auf Revisionseingriffe (Copeland 2006, Werner und Hedtmann 2007).

Ab 1990 veränderte Copeland das Prothesendesign (Typ Mark II) und entfernte die von lateral eingebrachte Schraube und fügte eine Metallunterlage in die glenoidale Komponente ein (Levy und Copeland 2004).

Ab 1993 fügte Copeland eine Hydroxylapatitbeschichtung des Oberflächenersatzes hinzu (Typ Mark III) (Levy und Copeland 2004, Copeland 2006).

Copeland schlussfolgerte in einer Studie von 2006, dass der Oberflächenersatz des Humeruskopfes mindestens vergleichbar mit den Resultaten einer Totalendoprothese ist, mit Vorteilen insbesondere für jüngere Patient:innen (Copeland 2006).

Seit April 1997 erfolgte die Implantation der unter Mitwirkung von Herrn Prof. Dr. med. W. Rütter entwickelten Kappenprothese zum Ersatz der Oberfläche des Humeruskopfes Modell Durom® Shoulder Cup (**Abbildung 16**), unter anderem in der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Rheumatologie im Klinikum Bad Bramstedt (Fuerst et al. 2007). Die Idee war, die destruierte Oberfläche des Humeruskopfes mit nur minimalem Knochenverlust zu ersetzen (Fink et al. 2004).



Abb. 16 Durom® Shoulder Cup (Mit freundlicher Genehmigung der Fa. Zimmer Biomet EMEA, Zug, Schweiz)

In zwei Studien von Fink et al. 2004 und von Fuerst et al. 2007 wurden frühe Ergebnisse, zwei und fünf Jahre nach Implantation einer Durom® Shoulder Cup, bei

Patient:innen mit einer rheumatoiden Arthritis veröffentlicht. Die Resultate waren ermutigend (Fink et al. 2004, Fuerst et al. 2007).

In den 1990er Jahren ermöglichten computergestützte Messungen der proximalen Humerusgeometrie die Entwicklung der dritten Generation der Schulterprothese durch Walch und Boileau (Walch et al. 2010). Diese zeichnete sich durch die Individualität der Humerusschaftkomponente in verschiedenen Größen mit den vier geometrischen Variationsmöglichkeiten Inklination, Reklination, mediales und posteriores Offset aus (Boileau und Walch 1997). In einer Studie von Khan et al. von 2009 zeigte sich bei 24 Schulterprothesen Typ Aequalis der Fa. Tornier, die ab 1996 implantiert wurden, nach mindestens zehn Jahren eine 100% Überlebensrate für die humerale Komponente und eine 92% Überlebensrate für die glenoidale Komponente (Khan et al. 2009).

Schulterprothesen der vierten Generation realisieren das Prinzip der anatomischen Rekonstruktion durch Modularität mit dreidimensional stufenlos einstellbarer Inklination und Retroversion (Habermeyer und Ebert 1999). In **Abbildung 17** ist, beispielhaft für eine Schulterprothese der vierten Generation, das Modell Anatomical der Firma Zimmer Biomet dargestellt.



Abb. 17 Schulterprothese der vierten Generation: Modell Anatomical (mit freundlicher Genehmigung der Fa. Zimmer Biomet EMEA, Zug, Schweiz)

In einer Studie von Irlenbusch et al. von 2012 konnte gezeigt werden, dass durch eine nun umfangreichere Variabilität der Humeruskopfkomponente das Drehzentrum des Schultergelenkes und damit die natürliche Anatomie besser rekonstruiert werden

konnte (Irlenbusch et al. 2012). In **Abbildung 18** ist, beispielhaft für eine modulare anatomische Schulterprothese mit variabler Humeruskopfkomponente, das Modell Global Unite der Firma Depuy Synthes dargestellt.



Abb. 18 Beispiel einer aktuellen modularen anatomischen Schulterprothese: Typ Global Unite (mit freundlicher Genehmigung der Fa. DePuy Synthes, Warsaw, IN, USA)

In einer Studie von Gruber et al. zeigen sich bei den inversen Schulterprothesen mittelfristig gute Ergebnisse (Gruber et al. 2017). In einer Review-Studie von Petrillo et al. von 2017 zeigen sich insgesamt eine deutlich verbesserte postoperative Funktionalität und eine Reduzierung der Schmerzsymptomatik, jedoch zeigte sich auch ein recht hoher Prozentsatz von Komplikationen (Petrillo et al. 2017).

In **Abbildung 19** ist, beispielhaft für eine aktuelle inverse Schulterprothese, die inverse Schulterprothese Typ Delta Xtend der Firma DePuy Synthes dargestellt.



Abb. 19 Beispiel einer aktuellen inversen Schulterprothese Typ: Delta Xtend (mit freundlicher Genehmigung der Fa. DePuy Synthes, Warsaw, IN, USA)

In den letzten Jahren wurden zunehmend schaftlose bzw. metaphysär verankerte Kurzschaftprothesen etabliert. In aktuellen Studien von 2020 zeigt sich eine hohe Primärstabilität mit niedrigen Revisionsraten (Quental et al. 2020, Erickson et al. 2020). In **Abbildung 20** ist, beispielhaft für eine schaftlose metaphysär verankerte Prothese, die Schultergelenksendoprothese Typ Global Icon der Firma DePuy Synthes dargestellt.

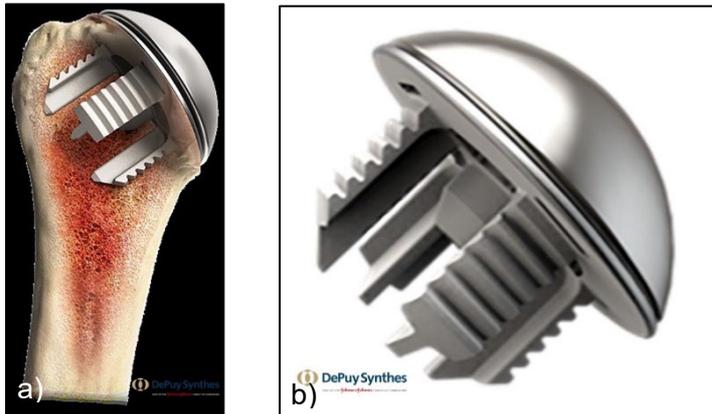


Abb. 20a-b Beispiel einer schaftlosen metaphysär verankerten Prothese Typ Global Icon: a) Prothese im virtuellen Humeruskopf b) Originalprothese (mit freundlicher Genehmigung der Fa. DePuy Synthes, Warsaw, IN, USA)

Die modernere Schulterendoprothetik ist durch eine Vielzahl von unterschiedlichen Prothesentypen gekennzeichnet, die sich durch Form, Verankerungsprinzipien, Oberflächenbeschaffenheit, Materialien und Tribologie voneinander unterscheiden (Loew 2010).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl die anatomischen als auch die inversen Schulterendoprothesensysteme zuverlässig gute klinische und radiologische Ergebnisse erzielen. Langzeitvalidiert sind jedoch nur die Schaftendoprothesen, bei den Kurz- bzw. schaftfreien Endoprothesensystemen fehlt es noch an Langzeitstudien (Krukenberg et al. 2018).

3. Material und Methoden

3.1 Studienpopulation

Die vorliegende Studie wurde in Übereinstimmung mit den ethischen Grundsätzen der 2013 überarbeiteten Fassung (World Medical Association 2013) der Deklaration von Helsinki durchgeführt (Rickham 1964). Die ethische Genehmigung wurde von der lokalen Ethikkommission der Ärztekammer Hamburg (Registrierungsnummer: PV5037) erteilt. Alle in der Studie eingeschlossenen Patient:innen unterschrieben eine Einwilligungserklärung.

Alle Patient:innen, die im Klinikum Bad Bramstedt zwischen 1997 bis 2015 eine Oberflächenersatzendoprothese des Humeruskopfes vom Typ Durom® Shoulder Cup (Fa. Zimmer Biomet EMEA, Zug, Schweiz) implantiert bekamen, wurden mittels Aktenrecherche ermittelt. Hierbei wurde unter anderem analysiert, ob die Patient:innen an einer primären oder sekundären Omarthrose litten.

Als Ausschlusskriterium wurde zunächst das Versterben der Patient:innen sowie eine dementielle Erkrankung, die eine eigenständige Beantwortung des Fragebogens nicht zulässt, definiert.

Insgesamt wurden 266 Patient:innen ermittelt, die eine Oberflächenersatzendoprothese des Humeruskopfes vom Typ Durom® Shoulder Cup erhielten. Die Akten der Patient:innen wurden ausgewertet und die Patient:innen bekamen einen standardisierten Fragebogen per Post zugeschickt (s. Anhang). Hierfür wurden die Kontaktdaten der Patient:innen mit Hilfe der örtlichen Meldeämter gegengeprüft. 81 Patient:innen waren bereits verstorben und bei vier Patient:innen war eine dementielle Erkrankung diagnostiziert. Diese 85 Patient:innen wurden daher von der Studie ausgeschlossen.

Des Weiteren wurden Patient:innen mit einer beidseitig implantierten Durom® Shoulder Cup von der Studie ausgeschlossen (n=13), um die operierte Seite und somit das postoperative Ergebnis eindeutig zuordnen und analysieren zu können.

Von den verbliebenen 168 Patient:innen nahmen 39 Patient:innen nicht an der Studie teil. Von diesen Patient:innen beantworteten 30 den Fragebogen nicht, neun Patient:innen waren unbekannt verzogen.

Insgesamt konnten 129 Patient:innen (76,8%) mit implantierter Durom® Shoulder Cup in die Studie eingeschlossen werden (**Abbildung 21**).

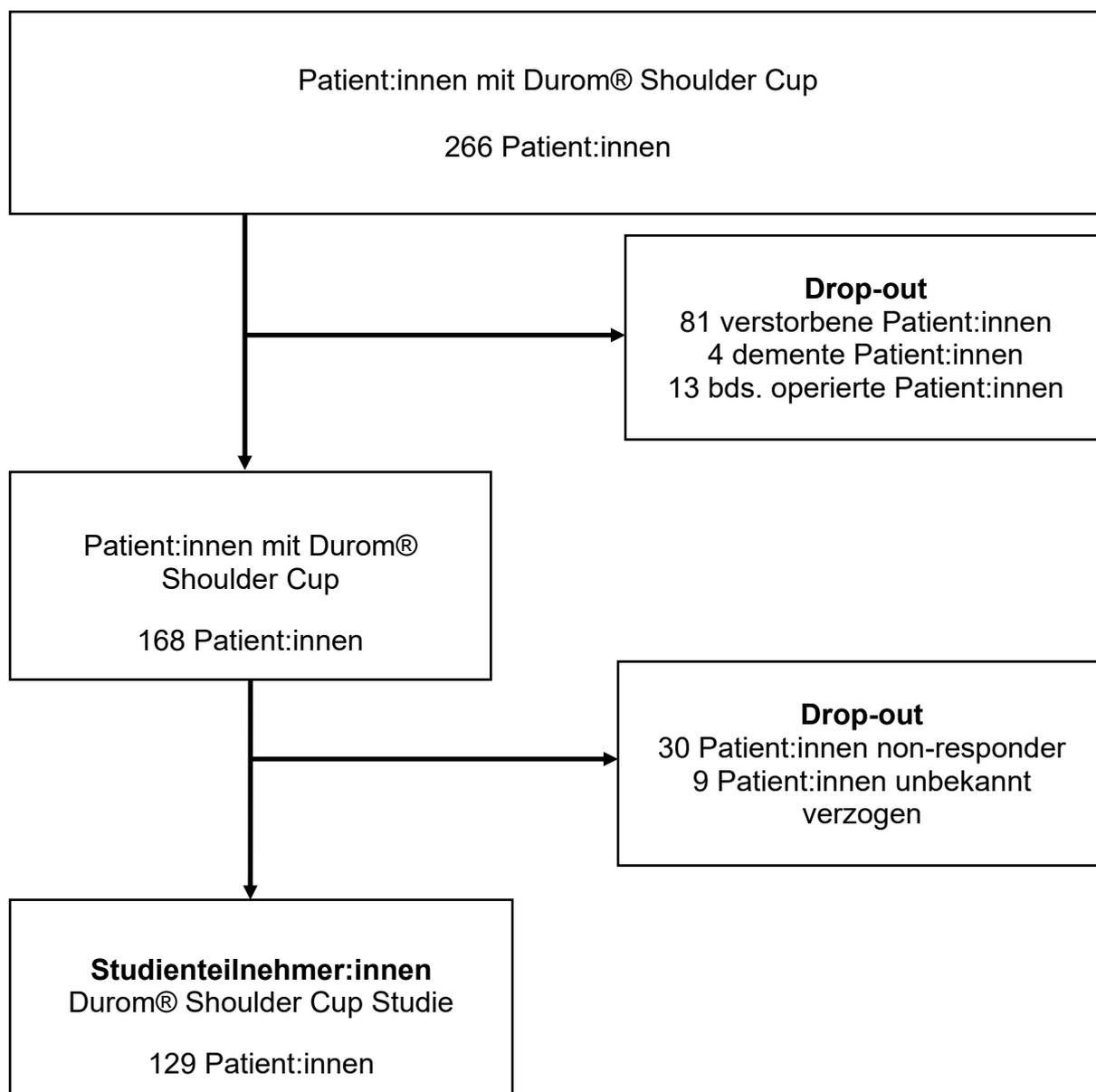


Abb. 21 Flow-Chart Diagramm

3.2 Ergebnisparameter

Der patientenorientierte Fragebogen in der vorliegenden Studie umfasste insgesamt sieben Untersuchungsschwerpunkte. Diese werden im Folgenden detailliert erläutert.

1. Schulterfunktionalität

Die Überprüfung des Bewegungsausmaßes erfolgte anhand von Bewegungen, die von den Patient:innen nach Bildvorlage reproduziert werden sollten. Ziel war es hierbei, durch möglichst wenige und einfach nachvollziehbare Bewegungen das komplette Bewegungsausmaß des operierten Schultergelenkes zu überprüfen. Dies erfolgte mittels der folgenden vier Bewegungsübungen:

Der erste Bildverlauf diente der Überprüfung der Anteversion (**Abbildung 22a-f**).

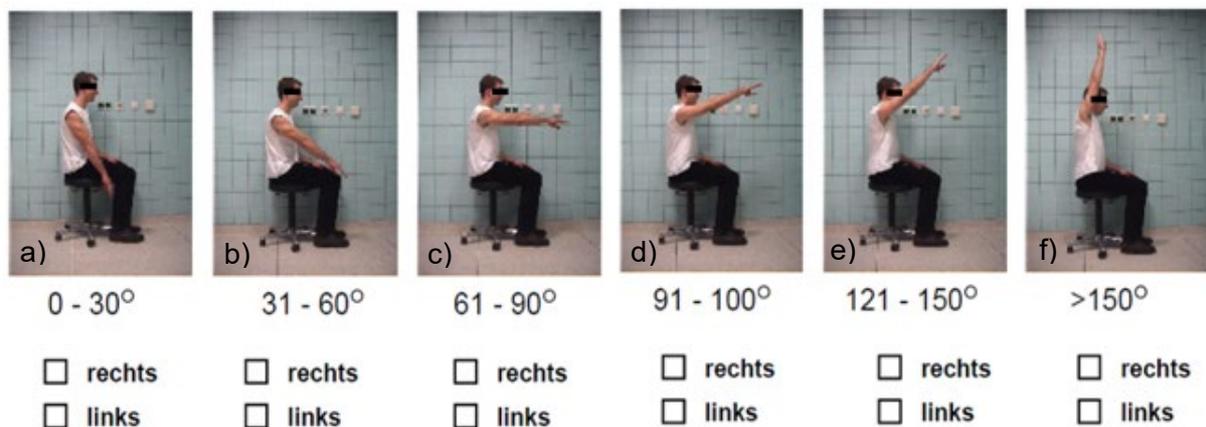


Abb. 22a-f Bewegungsausmaß Anteversion

Eine Anteversion >120° wurde als gutes Ergebnis und eine Anteversion von ≤60° als schlechtes Ergebnis definiert.

Mit Hilfe des zweiten Bildverlaufes wurde die Abduktion überprüft (**Abbildung 23a-f**).

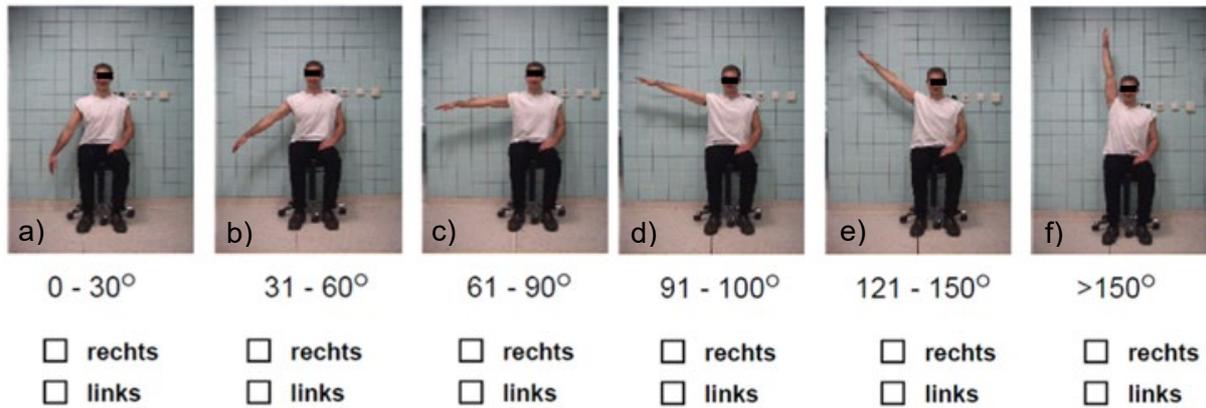


Abb. 23a-f Bewegungsausmaß Abduktion

Eine Abduktion >120° wurde als gutes Ergebnis und eine Abduktion von ≤60° als schlechtes Ergebnis definiert.

Anhand des dritten Bildverlaufes wurde die kombinierte Innenrotation und Retroversion des Schultergelenkes geprüft (sog. „Schürzenbindergriff“)

(**Abbildung 24a-f**).

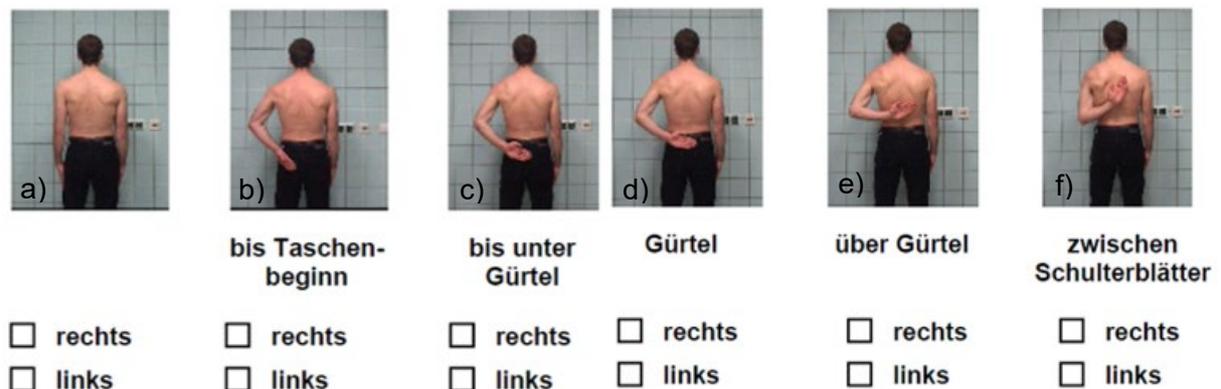


Abb. 24a-f Schürzenbindergriff

Die Verschränkung des Armes hinter dem Rücken bis mindestens oberhalb des Gürtels wurde als gutes Ergebnis (**Abbildung 24e** und **24f**) gewertet. Die Verschränkung des Armes hinter dem Rücken nur bis maximal zur Höhe der Hosentasche (**Abbildung 24a** und **24b**) wurde hingegen als schlechtes Ergebnis definiert.

Im vierten Bildverlauf (**Abbildung 25a-e**) wurde die Außenrotation mit Abduktion überprüft.

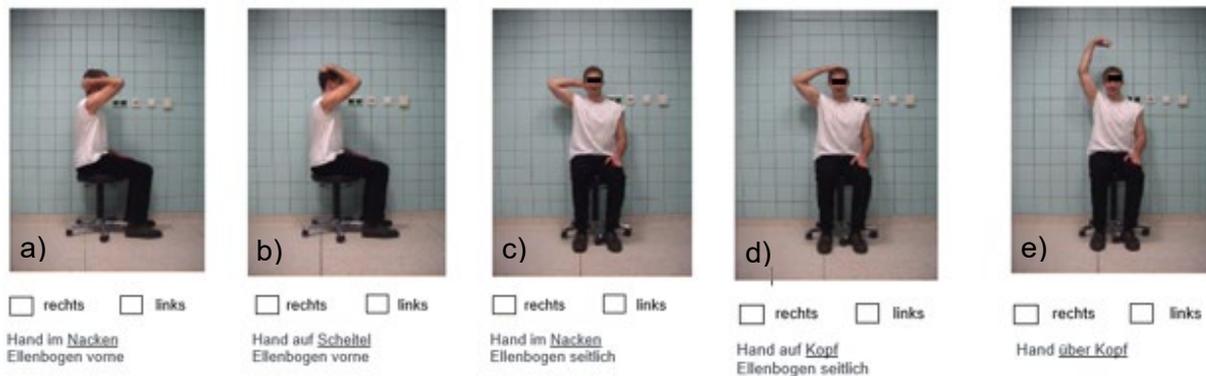


Abb. 25a-e Außenrotation mit Abduktion

Das Heben der Hand bis zum Kopf mit gleichzeitigem seitlichem Weghalten des Ellenbogens (**Abbildung 25d** und **25e**) wurde als gutes Ergebnis definiert. Die nicht erreichte Außenrotation (**Abbildung 25a** und **25b**) wurde als schlechtes Ergebnis definiert.

Zudem wurden mittels einer ordinalen 5-Punkt-Bewertungsskala die Höhe, in der die Patient:innen mit der operierten Schulter postoperativ maximal arbeiten konnten, von „hoch bis zur Taille“ bis „hoch bis über den Kopf“ erfragt. Eine erreichte Arbeitshöhe ab Kopfhöhe wurde als gutes Ergebnis und eine Arbeitshöhe bis maximal zur Brust als schlechtes Ergebnis gewertet.

Die dargestellte Methode basierte auf der Selbsteinschätzung der Patient:innen und diente der Objektivierung der Schulterfunktion.

2. Ruhe- und Belastungsschmerzen

Die Patient:innen sollten zunächst auf einer Nominalskala angeben, ob in der operierten Schulter noch Schmerzen bestünden. Der Schmerz wurde dann auf einer Nominalskala bestehend aus drei Kategorien unterschieden in: nächtlicher Schmerz, Schmerz in Ruhe und Schmerz bei Bewegung. Wenn Schmerzen angegeben wurden, erfolgte die detaillierte Quantifizierung auf einer nominellen Analogskala von 0 (starker Schmerz) bis 15 (schmerzfrei). Für die statistische Auswertung erfolgte in einem

zweiten Schritt die Umrechnung in eine nominelle Analogskala von 0 (kein Schmerz) bis 10 (maximaler Schmerz). Des Weiteren wurde die Einnahme von Analgetika erfragt und nach opiathaltigen Analgetika und nicht-opiathaltigen Analgetika unterschieden. Zudem sollten die Patient:innen auf einer Skizze eines menschlichen Skelettes markieren, wo der Schmerz lokalisiert ist.

3. Arbeitsfähigkeit bzw. Teilhabe am Alltag („Activities of Daily Living“ [ADL])

Die Patient:innen sollten zunächst auf einer Nominalskala angeben, ob durch die operierte Schulter Einschränkungen bei den täglichen Verrichtungen (ADL) bestünden.

Des Weiteren wurden die Patient:innen gebeten, zur Ermittlung der etwaigen Aktivitätsbeeinträchtigung durch die operierte Schulter, Einschränkungen (Kategorien = Beruf und Freizeit) subjektiv auf einer ordinalen 5-Punkt-Bewertungsskala von „voll funktionsfähig“ bis „keine Arbeit oder Aktivität möglich“ anzugeben. Hierbei wurde „keine Arbeit oder Aktivität möglich“ sowie „starke Beeinträchtigung“ als schlechtes Ergebnis gewertet und „kaum Einschränkungen“ sowie „voll einsatzfähig“ als gutes Ergebnis.

4. Subjektive Zufriedenheit der Patient:innen

Am Ende des Fragebogens wurde die Zufriedenheit der Patient:innen mit dem operativen Eingriff und dem Gesamtergebnis auf einer 3-Punkte-Ordinalskala („sehr zufrieden“, „zufrieden“ und „unzufrieden“) gemessen.

5. Subjektives Kraftniveau

Zur Ermittlung des subjektiven Kraftniveaus wurden die Patient:innen gebeten, im Vergleich zu präoperativ auf einer ordinalen 4-Punkt-Bewertungsskala von „viel besser“ bis „gleich/schlechter“ das Kraftniveau anzugeben. Zudem wurden die Patient:innen aufgefordert, auf einer visuellen Analogskala von 0 Prozent bis 100

Prozent die Kraft der operierten Schulter mit der nicht operierten Schulter zu vergleichen.

Des Weiteren sollten die Patient:innen dokumentieren, wie viel Gewicht sie anhand von 1kg Tetra Packs für fünf Sekunden 90° abduzieren konnten.

6. *Komplikationen der Durom® Shoulder Cup*

Die Informationen über die operativen Revisionen basieren auf den Angaben der Patient:innen in den Fragebögen und, soweit vorhanden, auf den Informationen in den Akten der Patient:innen. Eine Revisionsoperation wurde als Komplikation gewertet. Hierbei wurde zwischen Revisionsoperationen, in denen ein Prothesenwechsel erfolgte (Major-Komplikation) und Weichteilrevisionen ohne Prothesenwechsel (Minor-Komplikation) unterschieden.

Bei den Prothesenwechseloperationen wurde zudem zwischen einem Wechsel einer Durom® Shoulder Cup auf eine Durom® Shoulder Cup einer anderen Größe, dem Wechsel einer Durom® Shoulder Cup auf eine inverse Schulterprothese und dem Wechsel einer Durom® Shoulder Cup auf eine anatomische Totalendoprothese unterschieden.

7. *Standzeit der Durom® Shoulder Cup*

Das Ende der Standzeit wurde als der Zeitpunkt definiert an dem die Durom® Shoulder Cup gewechselt wurde.

3.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit dem Statistikprogramm SPSS (Version 25.0, Fa. IBM) durchgeführt. Die Werte der deskriptiven Statistik wurden als Mittelwert und Standardabweichung ausgedrückt. Nominale Daten wurden als Zahlen mit den entsprechenden Prozentwerten beschrieben. Für die inferenzstatistischen Analysen wurden intervallskalierte Variablen mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests auf Normalverteilung geprüft. Um auf signifikante Unterschiede zwischen Patient:innen mit primärer und sekundärer Omarthrose zu prüfen, wurde bei normalverteilten Variablen der T-Test für unabhängige Stichproben und für nicht normalverteilte Variablen der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Wurden Unterschiede auf dem Nominalskalenniveau untersucht, wurde der Chi²-Test zur Unterscheidung zwischen den Gruppen angewendet. Zur Prüfung von statistischen Zusammenhängen wurde die Korrelation nach Pearson für intervallskalierte und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman für ordinalskalierte Variablen berechnet. Ein Korrelationskoeffizient kann die Werte zwischen -1 und 1 annehmen. Ein Wert nahe der 0 beschreibt einen schwachen bis keinen Zusammenhang, während Werte die näher an -1 oder 1 liegen einen stärkeren Zusammenhang zwischen den Variablen beschreiben. In der Regel beschreibt eine Korrelation ab 0,2 einen schwachen bis mäßigen, ab 0,5 einen deutlichen und ab 0,8 einen hohen bzw. starken Zusammenhang.

Zudem wurde mit einer Kaplan-Meier Kurve die Prothesenstandzeit dokumentiert. Anhand der Kaplan-Meier Überlebenstabellen wurden sowohl die globale als auch die nach Diagnose aufgeschlüsselte Standzeit der Durom-Cup Prothese ermittelt. Im Anschluss wurde mittels des Log-rank-Tests die Standzeit zwischen primärer und sekundärer Omarthrose statistisch verglichen. Die statistische Signifikanz wurde für alle Berechnungen auf einen zweiseitigen p-Wert von <0,05 festgelegt.

4. Ergebnisse

4.1 Studienpopulation

129 Patient:innen konnten insgesamt in diese retrospektive Studie eingeschlossen werden (vgl. Flow-Chart Diagramm **Abbildung 21**). Bei 58 Patient:innen (45%) bestand eine primäre Omarthrose, bei 71 Patient:innen (55%) bestand eine sekundäre Omarthrose (**Abbildung 26**).

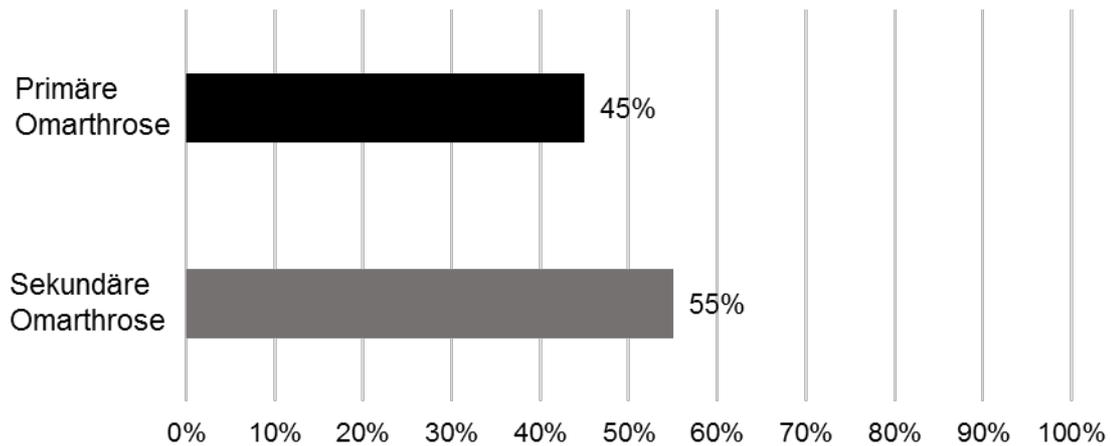


Abb. 26 Primäre vs. sekundäre Omarthrose der Studienteilnehmer:innen

Von den Patient:innen mit sekundärer Omarthrose litten 52 Patient:innen (73,2%) an einer rheumatoiden Arthritis. Bei sechs Patient:innen (8,5%) lag eine sekundäre posttraumatische Omarthrose vor, bei fünf Patient:innen (7%) eine sekundäre Omarthrose bei Rotatorenmanschettenruptur (Cuff-Arthropathie) und bei drei Patient:innen (4,2%) lag eine sekundäre Omarthrose bei idiopathischer Humeruskopfnekrose vor.

Bei jeweils einem/r Patient:in bestand eine sekundäre Omarthrose bei Psoriasisarthritis, Morbus Bechterew, Chondromatose, Hämochromatose und tenosynovialen Riesenzelltumor, diese wurden unter sonstige sekundäre Omarthrosen (7,1%) in der folgenden Grafik zusammengefasst (**Abbildung 27**).

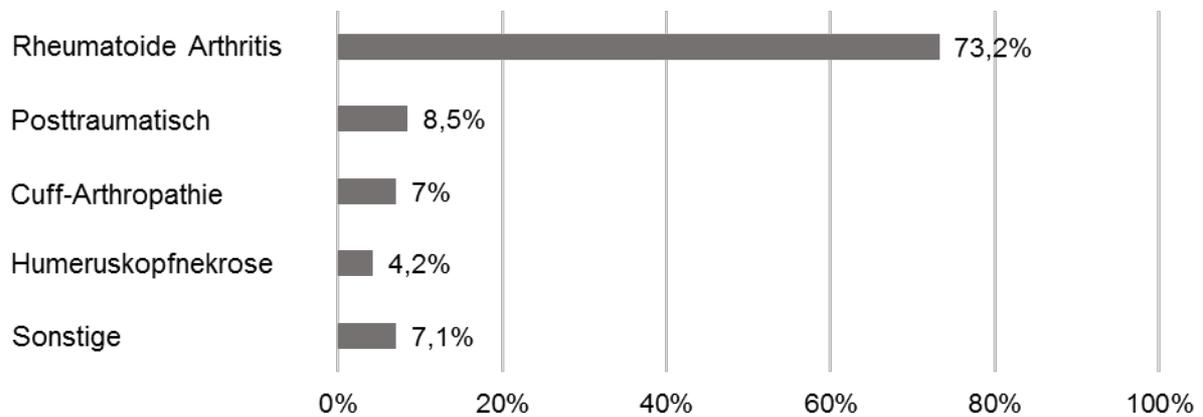


Abb. 27 Differenzierung der sekundären Omarthrosen bei den Studienteilnehmer:innen

Die Studienpopulation bestand aus 93 Frauen (72,1%) und 36 Männern (27,9%). Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation betrug 66,2 Jahre (SD \pm 10,9 Jahre).

Die Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose waren zum Zeitpunkt der Operation 8,3 Jahre jünger als die Patient:innen mit einer primären Omarthrose. Die Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose waren zum Zeitpunkt der Operation 62,4 Jahre (SD \pm 11,4 Jahre) alt, die Patient:innen mit primärer Omarthrose waren zum Zeitpunkt der Operation 70,8 Jahre (SD \pm 8,3 Jahre) alt.

Bei 81 Patient:innen (62,8%) erfolgte die Operation der rechten Schulter und bei 48 Patient:innen (37,2%) erfolgte die Operation der linken Schulter. 114 Patient:innen machten Angaben zu ihrer dominanten Seite, hierunter waren neun Patient:innen (7,9%) Linkshänder:innen und 105 Patient:innen (92,1%) Rechtshänder:innen. Von den neun Linkshänder:innen wurden acht Patient:innen (88,9%) an der linken Schulter und eine Patientin (11,1%) an der rechten Schulter operiert. Von den 105 Patient:innen, die eine Rechtshändigkeit angaben, wurden 69 Patient:innen (65,7%) an der rechten Schulter und 36 Patient:innen (34,3%) an der linken Schulter operiert.

Die demographischen Daten sind in **Tabelle 2** dargestellt.

Tab. 2 Demographische Merkmale des Studienkollektivs

Diagnosen, n (%)	129 (100)
Primäre Omarthrose	58 (45)
Sekundäre Omarthrose	71 (55)
Auf Grund von:	
- Rheumatoider Arthritis	52 (73,2)
- Posttraumatischer Omarthrose	6 (8,5)
- Rotatorenmanschettenruptur (Cuff-Arthropathie)	5 (7)
- Humeruskopfnekrose	3 (4,2)
- Sonstige	5 (7,1)
Geschlecht, n (%)	129 (100)
- Weiblich	93 (72,1)
- Männlich	36 (27,9)
Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation, MW (SD)	66,2 (±10,9)
Durchschnittsalter der Patient:innen mit primärer Omarthrose zum Zeitpunkt der Operation, MW (SD)	70,8 (±8,3)
Durchschnittsalter der Patient:innen mit sekundärer Omarthrose zum Zeitpunkt der Operation, MW (SD)	62,4 (±11,4)
Operierte Schulter, n (%)	129 (100)
- Rechte Schulter	81 (62,8)
- Linke Schulter	48 (37,2)
Dominante Seite, n (%)	114 (100)
- Rechte Seite	105 (92,1)
- davon OP rechts	69 (65,7)
- davon OP links	36 (34,3)
- Linke Seite	9 (7,9)
- davon OP links	8 (88,9)
- davon OP rechts	1 (11,1)

4.2 Ergebnisevaluation: Allgemeine Auswertung des patientenorientierten Fragebogens

1. Schulterfunktionalität

101 Patient:innen machten eine Angabe zur Anteversion im Fragebogen (vgl. **Abbildung 22; Abbildung 28** und **Tabelle 3**).

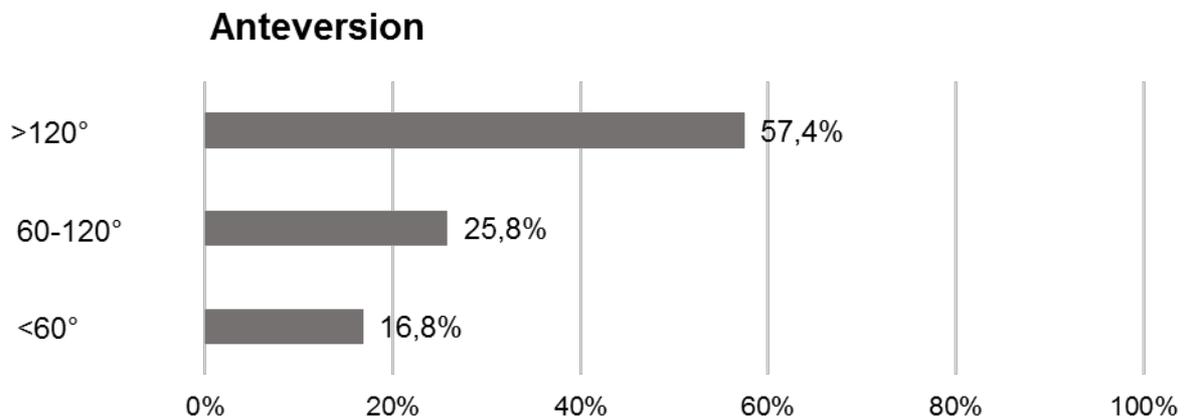


Abb. 28 Schulterfunktionalität: Anteversion

58 Patient:innen (57,4%) gaben eine Anteversion der Schulter von >120° an, 26 Patient:innen (25,8%) protokollierten eine Anteversion zwischen 60-120° und 17 Patient:innen (16,8%) berichteten, keine Anteversion >60° durchführen zu können. Hierbei zeigte sich kein signifikanter statistischer Unterschied zwischen Patient:innen mit einer primären und sekundären Omarthrose (**p=0,626**).

102 Patient:innen machten eine Angabe zur Abduktion im Fragebogen (vgl.

Abbildung 23; Abbildung 29 und Tabelle 3).

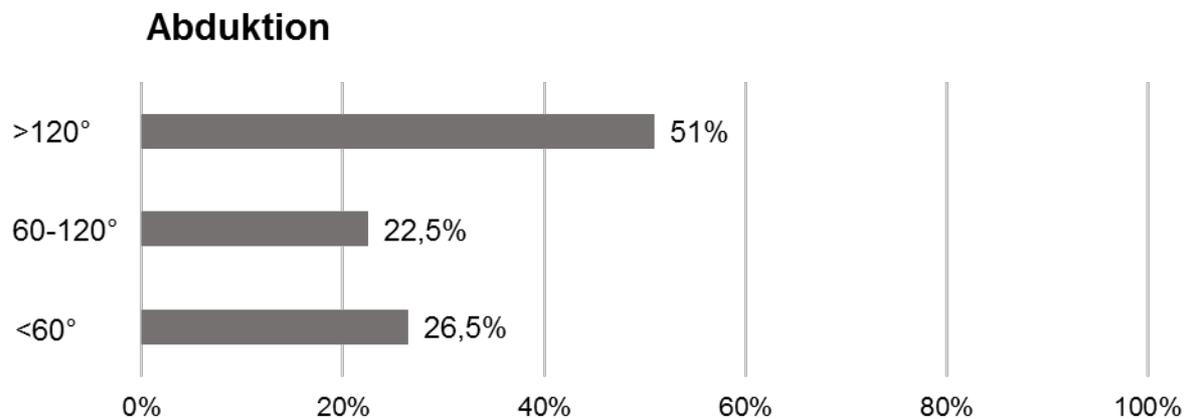


Abb. 29 Schulterfunktionalität: Abduktion

Hierunter gaben 52 Patient:innen (51%) eine Abduktion der Schulter >120° an, 23 Patient:innen (22,5%) protokollierten eine Abduktion zwischen 60-120° an und 27 Patient:innen (26,5%) berichteten, keine Abduktion >60° durchführen zu können. Hierbei zeigte sich insbesondere bei den Patient:innen kein signifikanter statistischer Unterschied zwischen Patient:innen mit einer primären und sekundären Omarthrose (**p = 0,081**).

102 Patient:innen machten eine Angabe zur Durchführung des Schürzenbindergriffes im Fragebogen (vgl. **Abbildung 24; Abbildung 30 und Tabelle 3**).

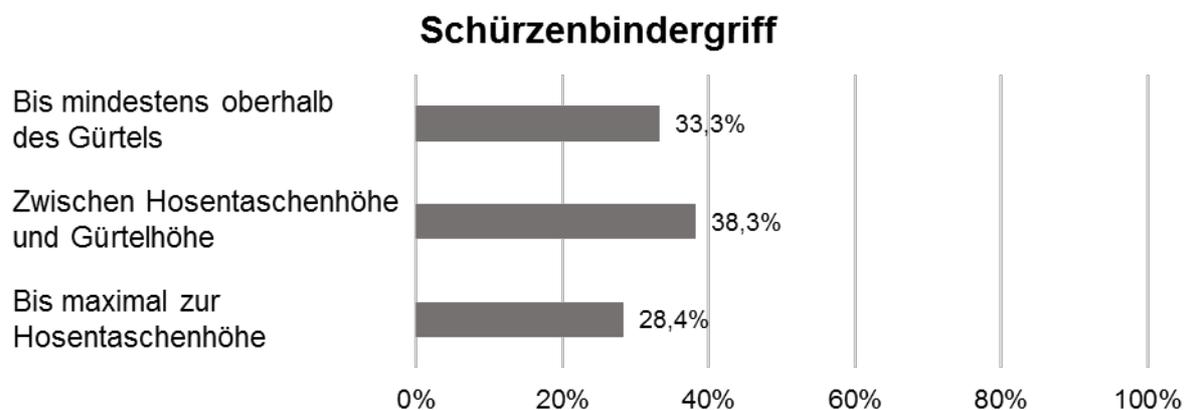


Abb. 30 Schulterfunktionalität: Schürzenbindergriff

Hierunter gaben 34 Patient:innen (33,3%) an, den Schürzenbindergriff bis mindestens oberhalb des Gürtels durchführen zu können, 39 Patient:innen (38,3%) protokollierten, den Schürzenbindergriff bis unter den Gürtel oder bis zur Gürtelhöhe durchführen zu können und 29 Patient:innen (28,4%) berichteten, den Schürzenbindergriff nicht oder bis maximal bis zur Höhe der Hosentasche durchführen zu können. Hierbei zeigte sich kein signifikanter statistischer Unterschied zwischen Patient:innen mit einer primären und sekundären Omarthrose ($p=0,997$).

87 Patient:innen machten eine Angabe zur Bewegungstestung Außenrotation mit Abduktion im Fragebogen (vgl. **Abbildung 25**, **Abbildung 31** und **Tabelle 3**).

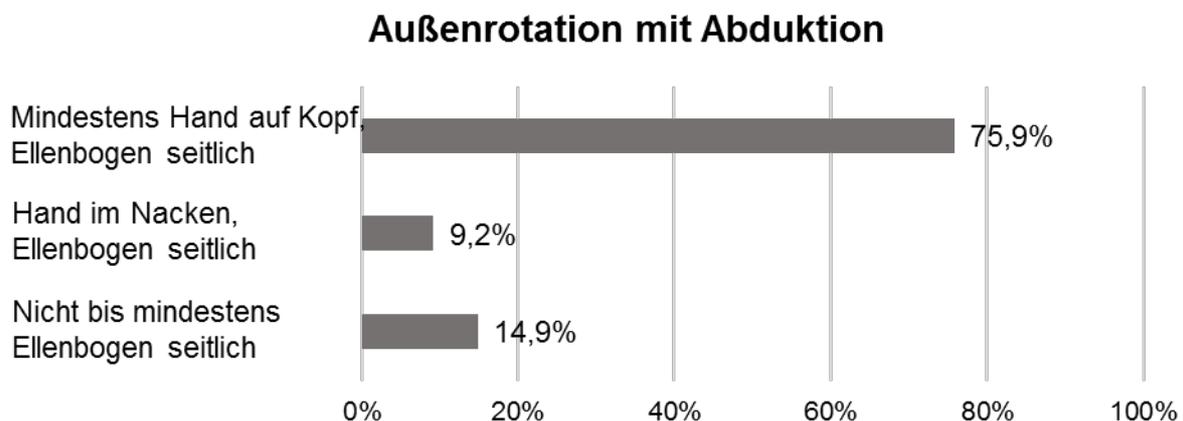


Abb. 31 Schulterfunktionalität: Außenrotation mit Abduktion

Hierunter gaben 66 Patient:innen (75,9%) an, die Außenrotation mit Abduktion mindestens bis „Hand auf Kopf und Ellenbogen seitlich“ durchführen zu können, acht Patient:innen (9,2%) protokollierten, die Außenrotation mit Abduktion bis „Hand im Nacken, Ellenbogen seitlich“ durchführen zu können und 13 Patient:innen (14,9%) berichteten, die Außenrotation mit Abduktion nicht mindestens bis „Ellenbogen seitlich“ durchführen zu können. Hierbei zeigte sich kein signifikanter statistischer Unterschied zwischen Patient:innen mit einer primären und sekundären Omarthrose ($p=0,545$).

113 Patient:innen machten eine Angabe zur möglichen Arbeitshöhe im Fragebogen

(Abbildung 32, Tabelle 3).

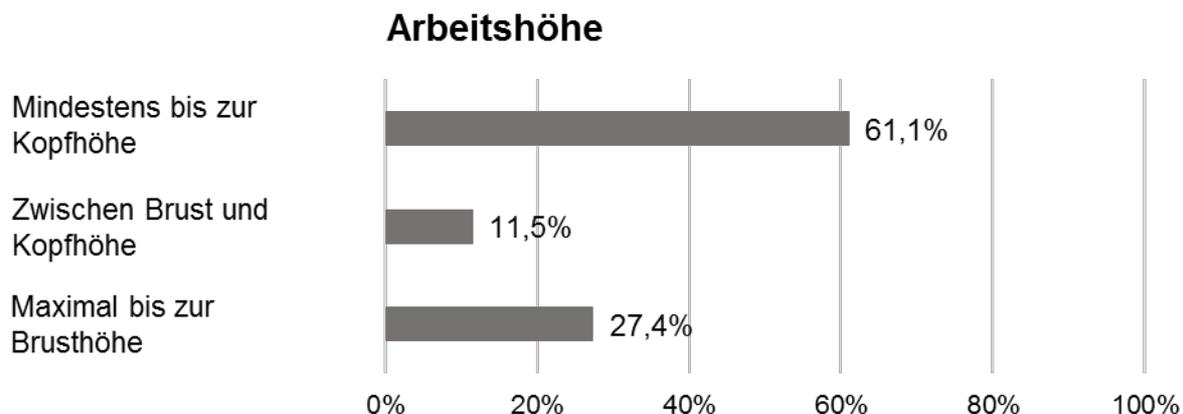


Abb. 32 Schulterfunktionalität: Arbeitshöhe

Hierunter gaben 69 Patient:innen (61,1%) mindestens die Kopfhöhe als maximale Arbeitshöhe an, 13 Patient:innen (11,5%) protokollierten die maximale Arbeitshöhe zwischen Brusthöhe und Kopfhöhe und 31 Patient:innen (27,4%) berichteten von einer maximalen Arbeitshöhe bis maximal in Brusthöhe. Hierbei zeigte sich kein signifikanter statistischer Unterschied zwischen Patient:innen mit einer primären und sekundären Omarthrose ($p=0,268$).

Die entsprechenden Daten zur Schulterfunktionalität sind in **Tabelle 3** dargestellt.

Tab. 3 Schulterfunktionalität

Anteversion, n (%)	101 (100)
< 30°	3 (3)
31 bis 60°	14 (13,9)
61 bis 90°	11 (10,9)
91 bis 120°	15 (14,9)
121 bis 150°	18 (17,8)
> 150°	40 (39,6)
Abduktion, n (%)	102 (100)
0 bis 30°	8 (7,8)
31 bis 60°	19 (18,6)
61 bis 90°	12 (11,8)
91 bis 120°	11 (10,8)
121 bis 150°	21 (20,6)
> 150°	31 (30,4)
Schürzenbindergriff, n (%)	102 (100)
Nicht möglich	6 (5,9)
Bis Hosentaschenbeginn	23 (22,5)
Bis unter den Gürtel	15 (14,7)
Bis zur Gürtelhöhe	24 (23,5)
Bis über die Gürtelhöhe	30 (29,4)
Bis zwischen die Schulterblätter	4 (3,9)
Außenrotation mit Abduktion, n (%)	87 (100)
Hand im Nacken, Ellenbogen vorne	7 (8)
Hand auf Scheitel, Ellenbogen vorne	6 (6,9)
Hand im Nacken, Ellenbogen seitlich	8 (9,2)
Hand auf Kopf, Ellenbogen seitlich	14 (16,1)
Hand über Kopf	52 (59,8)
Arbeitshöhe, n (%)	113 (100)
Hoch bis zur Taille	7 (6,2)
Hoch bis zur Brust	24 (21,2)
Hoch bis zum Hals	13 (11,5)
Hoch bis zum Kopf	17 (15)
Hoch bis über den Kopf	52 (46)

2. Ruhe- und Belastungsschmerzen

Insgesamt machten 115 Patient:innen eine Angabe dazu, ob noch Schmerzen in der operierten Schulter bestünden. Hierunter berichteten 55 Patient:innen (47,8%), dass Schmerzen bestünden, während 60 Patient:innen (52,2%) protokollierten schmerzfrei zu sein. Bei den 54 Patient:innen mit einer primären Omarthrose, die eine Angabe dazu machten, berichteten 25 Patient:innen (46,3%) noch Schmerzen zu haben und 29 Patient:innen (53,7%) protokollierten keine Schmerzen mehr. Bei den 61 Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose, die eine Angabe dazu machten, berichteten 30 Patient:innen (49,2%), noch Schmerzen zu haben und 31 Patient:innen

(50,8%) protokollierten keine Schmerzen mehr. Bezüglich der Schmerzangabe zeigte sich mit einer Differenz von 2,9% kein signifikanter Unterschied zwischen primärer und sekundärer Omarthrose (**p=0,852**).

Von den 55 Patient:innen, die Schmerzen angaben, bestand bei 31 Patient:innen (56,4%) Schmerzen bei Belastung. Drei Patient:innen (5,5%) berichteten von Schmerzen in Ruhe und 21 Patient:innen (38,2%) protokollierten Schmerzen in der Nacht.

Die durchschnittlich angegebene Schmerzintensität auf der nominellen Analogskala betrug im Mittelwert 3/10 (SD ± 3). Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen Patient:innen mit primärer Omarthrose (MW 2/10, SD ± 3) und sekundärer Omarthrose (MW 3/10, SD ± 3) auf der nominellen Analogskala, (**p=0,500**). 116 Patient:innen machten Angaben zu schmerzbedingten Schlafstörungen. 68 Patient:innen (58,6%) berichteten, keine schmerzbedingten Schlafstörungen bemerkt zu haben, während 48 Patient:innen (41,4%) schmerzbedingte Schlafstörungen protokollierten. Unter den Patient:innen mit Schlafstörungen gaben 37 Patient:innen (77,1%) diese als selten und 11 Patient:innen (22,9%) die Schlafstörungen als häufig an. Von 115 Patient:innen, die die Frage nach einer regelmäßigen Einnahme von Analgetika auf Grund von Schmerzen in der operierten Schulter beantworteten, berichteten 88 Patient:innen (76,5%) keine Analgetika einzunehmen, während 27 Patient:innen (23,5%) angaben, regelmäßig Analgetika einzunehmen. Unter den Patient:innen, die regelmäßig Analgetika einnahmen, berichteten 14 Patient:innen (51,9%) nicht-opiathaltige Schmerzmittel einzunehmen, während 13 Patient:innen (48,1%) protokollierten regelmäßig opiathaltige Schmerzmittel einzunehmen.

Die entsprechenden Daten zur Schmerzangabe sind in **Tabelle 4** dargestellt.

Tab. 4 Ruhe- und Belastungsschmerzen

Schmerzangabe der Patient:innen, n (%)	115 (100)
- Keine Schmerzen	60 (52,2)
- Schmerzen	55 (47,8)
Schmerzen, n (%)	55 (100)
- Bei Belastung	31 (56,4)
- In Ruhe	3 (5,5)
- In der Nacht	21 (38,2)
Schmerzen bei primärer Omarthrose, n (%)	54 (100)
- Keine Schmerzen	29 (53,7)
- Schmerzen	25 (46,3)
Schmerzen bei sekundärer Omarthrose, n (%)	61 (100)
- Keine Schmerzen	31 (50,8)
- Schmerzen	30 (49,2)
Schmerzintensität auf der nominellen Analogskala MW (SD)	
- gesamt	3/10 (±3)
- Primärer Omarthrose	2/10 (±3)
- Sekundärer Omarthrose	3/10 (±3)
Schlafstörungen auf Grund von Schulterbeschwerden n (%)	116 (100)
- Keine Schlafstörungen	68 (58,6)
- Schlafstörungen	48 (41,4)
Davon:	
- Selten	37 (77,1)
- Häufig	11 (22,9)
Angabe zur Schmerzmitteleinnahme, n (%)	115 (100)
- Keine Einnahme von Analgetika	88 (76,5)
- Einnahme von Analgetika	27 (23,5)
Davon:	
- nicht-opiathaltige Analgetika	14 (51,9)
- opiathaltige Analgetika	13 (48,1)

Lediglich 28 Patient:innen markierten auf dem skizzierten Skelett die Schmerzlokalisierung. Hiervon gaben 27 Patient:innen die Schmerzen im operierten Schultergelenk an und eine Patientin gab Schmerzen im proximalen Oberarm an.

3. Arbeitsfähigkeit bzw. Teilhabe am Alltag („Activities of daily living“ [ADL])

Zur Frage der Einschränkungen bei den täglichen Verrichtungen (ADL) machten 115 Patient:innen eine Angabe. 48 Patient:innen (41,7%) berichteten Einschränkungen bei den täglichen Verrichtungen (ADL) zu haben, 67 Patient:innen (58,3%) gaben an, keine Einschränkungen bei den täglichen Verrichtungen (ADL) zu haben (**Abbildung 33**). Hierbei zeigte sich kein signifikanter statistischer Unterschied zwischen Patient:innen mit einer primären und sekundären Omarthrose ($p=0,852$).

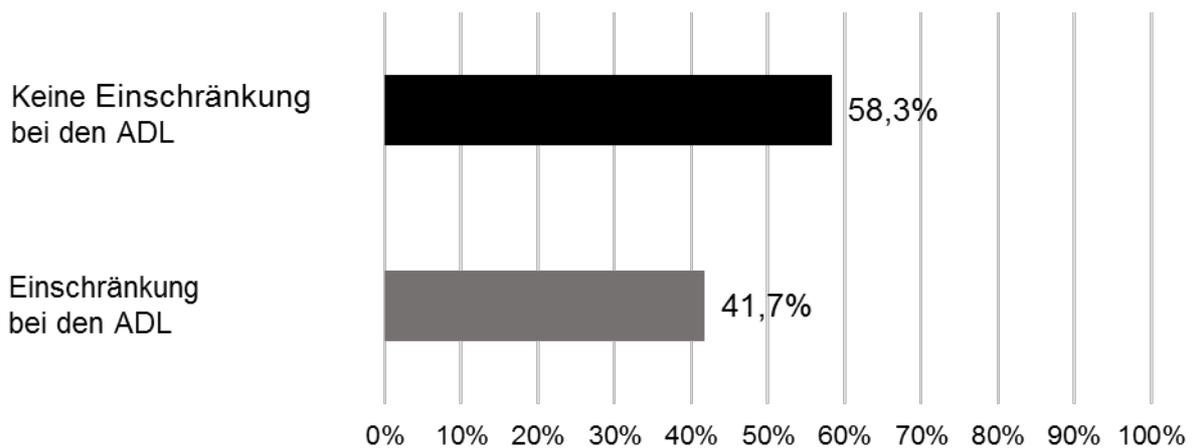


Abb. 33 Einschränkungen bei den täglichen Verrichtungen

Zur Frage der Arbeitsfähigkeit machten 105 Patient:innen Angaben. 37 Patient:innen (35,2%) berichteten, postoperativ bei der Arbeit wieder vollständig einsatzbereit zu sein, 19 Patient:innen (18,1%) gaben an, kaum Einschränkungen bei der Arbeit zu bemerken, 32 Patient:innen (30,5%) protokollierten mäßige Einschränkungen bei der Arbeit, 15 Patient:innen (14,3%) gaben eine starke Beeinträchtigung bei der Arbeit an und zwei Patient:innen (1,9%) berichteten, dass keine Arbeit mehr möglich sei (**Abbildung 34**).

Hierbei zeigte sich kein signifikanter statistischer Unterschied zwischen Patient:innen mit einer primären und sekundären Omarthrose (**p=0,549**).

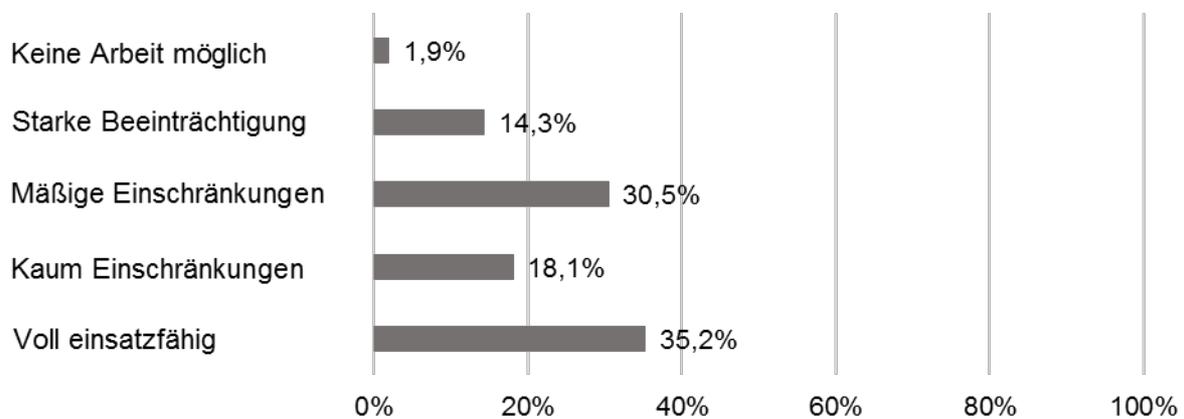


Abb. 34 Postoperative Arbeitsfähigkeit

113 Patient:innen machten Angaben zur Freizeitfähigkeit. 35 Patient:innen (31%) berichteten, wieder uneingeschränkt an Freizeitaktivitäten teilnehmen zu können, 26 Patient:innen (23%) gaben kaum Einschränkungen bei Freizeitaktivitäten an, 37 Patient:innen (32,7%) protokollierten mäßige Einschränkungen bei Freizeitaktivitäten, 13 Patient:innen (11,5%) gaben starke Beeinträchtigungen bei Freizeitaktivitäten an, zwei Patient:innen (1,8%) berichteten, keine Freizeitaktivitäten mehr ausüben zu können (**Abbildung 35**).

Hierbei zeigte sich kein signifikanter statistischer Unterschied zwischen Patient:innen mit einer primären und sekundären Omarthrose ($p=0,457$).

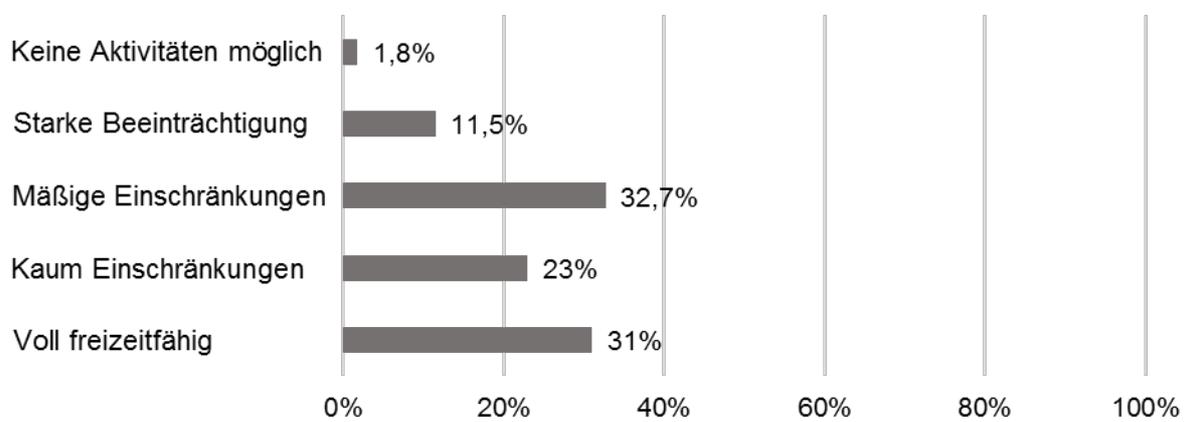


Abb. 35 Postoperative Einschränkung bei Freizeitaktivitäten

4. Subjektive Zufriedenheit der Patient:innen

115 Patient:innen machten eine Angabe zur subjektiven Zufriedenheit nach erfolgter Implantation einer Durom® Shoulder Cup. Hiervon berichteten 60 Patient:innen (52,2%), sehr zufrieden mit dem Ergebnis der operierten Schulter zu sein, 35 Patient:innen (30,4%) waren zufrieden und 20 Patient:innen (17,4%) waren unzufrieden mit dem postoperativen Ergebnis (**Abbildung 36**).

Hierbei zeigte sich kein signifikanter statistischer Unterschied zwischen Patient:innen mit einer primären und sekundären Omarthrose ($p=0,346$).

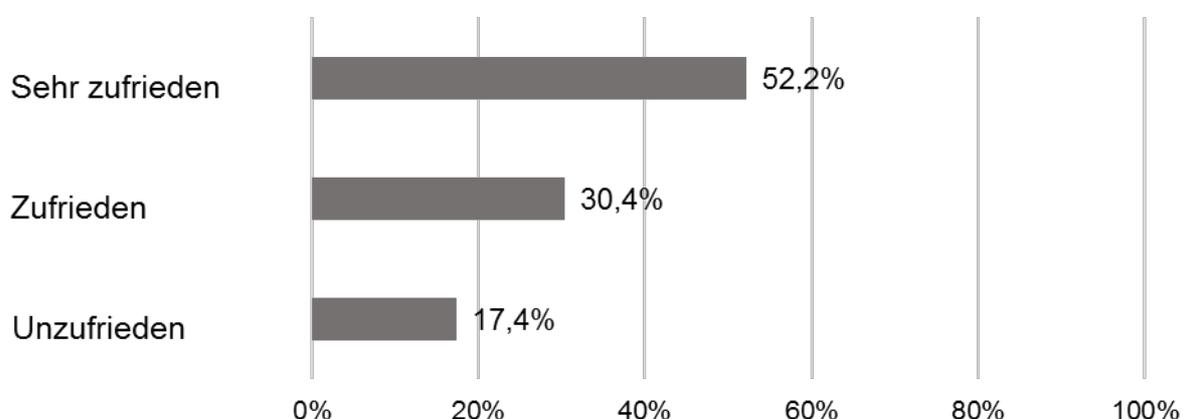


Abb. 36 Subjektive Zufriedenheit der Patient:innen

5. Subjektives Kraftniveau

112 Patient:innen machten eine Angabe zur subjektiven Einschätzung der Kraft in der operierten Schulter im Vergleich zur Situation vor der Operation (**Abbildung 37**).

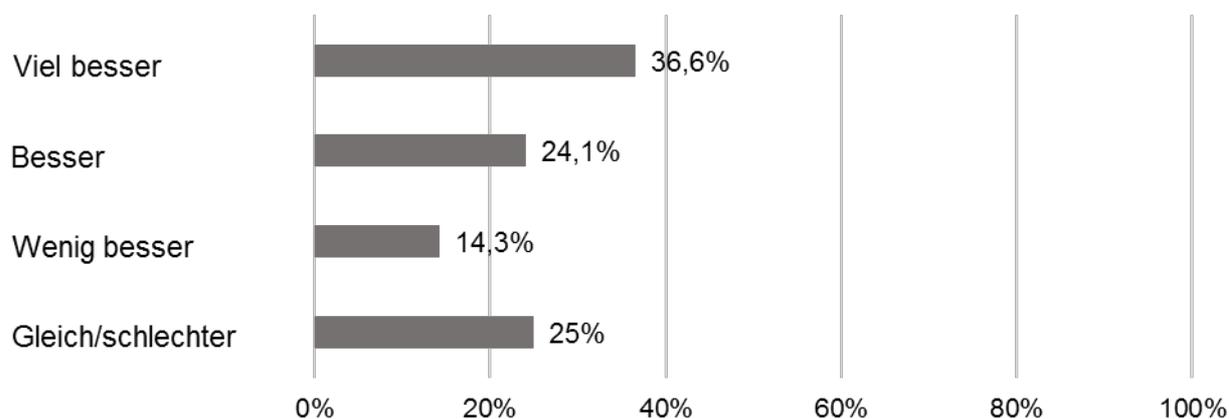


Abb. 37 Subjektive Kraft im Vergleich präoperativ zu postoperativ

41 Patient:innen (36,6%) protokollierten, dass die Kraft in der operierten Schulter postoperativ viel besser sei, 27 Patient:innen (24,1%) gaben an, dass die Kraft in der operierten Schulter postoperativ besser sei, 16 Patient:innen (14,3%) berichteten, dass die Kraft in der operierten Schulter postoperativ wenig besser sei und 28 Patient:innen (25%) dokumentierten, dass die Kraft in der operierten Schulter postoperativ gleich oder sogar schlechter sei. Somit gaben insgesamt 75% eine subjektive Verbesserung der Kraft an. Hierbei zeigte sich kein signifikanter statistischer Unterschied zwischen Patient:innen mit einer primären und sekundären Omarthrose (**p=0,421**).

96 Patient:innen dokumentierten auf der visuellen Analogskala (VAS) durch Markierung die Kraft der operierten Schulter im Vergleich mit der nicht operierten Schulter in Prozent. Der Mittelwert lag bei 56,3% (SD \pm 30,7%). Hierbei zeigte sich kein signifikanter statistischer Unterschied zwischen Patient:innen mit einer primären und sekundären Omarthrose (**p=0,637**).

In der Auswertung der Übung „Anheben von Tetra Packs“ zeigte sich, dass nur 58 Patient:innen überhaupt eine Angabe zu dieser Aufgabe machten. Da es sich um eine sehr komplexe Aufgabe mit verschiedenen Variablen handelt, die nur bei identischer Durchführung vergleichbar ist, wurde diese Aufgabe aus der Studiauswertung gelöscht.

6. Komplikationen der Durom® Shoulder Cup

Bei 14 Patient:innen (10,9%) erfolgte eine Revisionsoperation (Minor- und Major-Komplikationen).

Von diesen Patient:innen wurde in vier Fällen (3,1%) innerhalb der ersten zwei Jahre nach primärer Implantation der Durom® Shoulder Cup eine Weichteiloperation mit Arthrolyse ohne Prothesenwechsel durchgeführt (Minor-Komplikationen).

Tabelle 5 gibt eine detaillierte Aufstellung der Patient:innen, bei denen eine Revisionsoperation ohne Prothesenwechsel erfolgte.

Tab. 5 Minor-Komplikationen mit Weichteilrevisionen

Patient:in	Alter	Geschlecht	Art der Omarthrose	Seite	Zeitpunkt der Revision (Monate)
1	61	weiblich	Sekundär bei RA	rechts	7
2	50	weiblich	Sekundär, posttraumatisch	rechts	8
3	52	männlich	Primär	rechts	11
4	71	weiblich	Primär	rechts	24

Bei zehn Patient:innen (7,8%) wurde eine Revision mit Wechsel des Implantates durchgeführt (Major-Komplikationen). Die durchschnittliche Zeit bis zur Revisionsoperation mit Prothesenwechsel betrug 3,9 Jahre (SD \pm 2,9 Jahre). Eine detaillierte Darstellung des revidierten Kollektivs an Patient:innen gibt **Tabelle 6**.

Tab. 6 Major-Komplikationen mit Wechsel der Prothese

Patient:in	Alter	Geschlecht	Art der Omarthrose	Seite	Zeitpunkt der Revision	Grund der Revision	Prozedur
1	74	w	Sekundär bei tenosynovialen Riesenzelltumor	rechts	1 y, 3 m	Septische Lockerung (Staphylococcus Epidermidis)	Zweizeitiger septischer Wechsel auf anatomische Schulter-TEP
2	70	m	Sekundär, posttraumatisch	links	1 y, 4 m	Overstuffing mit Impingement und Arthrofibrose	Downsizing von Durom® Shoulder Cup Gr. 50 auf 46
3	48	m	Sekundär bei RA	links	1 y, 9 m	Aseptische Lockerung	Wechsel auf anatomische Schulter-TEP
4	60	w	Sekundär bei RA	rechts	2 y, 2 m	Glenoiderosion	Wechsel auf inverse Schulter-TEP
5	80	w	Primär	rechts	2 y, 3 m	Aseptische Lockerung	Wechsel auf inverse Schulter-TEP
6	70	w	Sekundär bei RA	rechts	2 y, 8 m	Aseptische Lockerung	Wechsel auf anatomische Schulter-TEP
7	72	w	Primär	rechts	3 y, 10 m	Glenoiderosion	Wechsel auf anatomische Schulter-TEP
8	56	w	Sekundär bei RA	rechts	6 y, 2 m	Aseptische Lockerung	Wechsel auf anatomische Schulter-TEP
9	71	w	Sekundär bei RA	links	7 y	Glenoiderosion	Wechsel auf inverse Schulter-TEP
10	73	w	Primär	rechts	9 y, 11 m	Glenoiderosion	Wechsel auf anatomische Schulter-TEP

Bei vier Patient:innen erfolgte auf Grund von Erosionen des Glenoids zwei, drei, sieben und neun Jahre nach primärer Implantation der Durom® Shoulder Cup ein Wechsel auf eine Totalendoprothese. Bei zwei von den vier Patient:innen wurde hierbei auf eine anatomische Totalendoprothese gewechselt, bei den anderen zwei Patient:innen auf eine inverse Schultergelenksendoprothese.

Bei vier Patient:innen kam es nach ein, zwei, zwei und sechs Jahren zu einer aseptischen Lockerung, hierbei wurde dann in drei Fällen auf eine anatomische Totalendoprothese und in einem Fall auf eine inverse Schultergelenksendoprothese gewechselt.

Bei einer Patientin musste auf Grund einer postoperativen periprotetischen Infektion mit Staphylococcus epidermidis 15 Monate nach Implantation der Durom® Shoulder Cup eine Revisionsoperation erfolgen. Hierbei wurde dann ein zweizeitiger Wechsel auf eine anatomische Prothese durchgeführt.

Bei einem Patienten wurde die Größe der Durom® Shoulder Cup 16 Monate nach primärer Implantation auf Grund von „Overstuffing“ von Gr. 50 auf Gr. 46 gewechselt. Von den zehn Patient:innen, bei denen die Durom® Shoulder Cup gewechselt wurde, bestand bei sieben eine sekundäre Omarthrose.

Bei 89,15% der gesamten Studienteilnehmer:innen mit implantierter Durom® Shoulder Cup zeigte sich ein regulärer Verlauf ohne Revisionsoperation. Bei den Patient:innen mit einer primären Omarthrose zeigte sich in 91,4% der Fälle ein postoperativer Verlauf ohne Revisionsoperation. Bei den Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose zeigte sich bei 87,3% ein postoperativer Verlauf ohne Revisionsoperation. Hier zeigte bei den Revisionsoperationen insgesamt kein signifikanter statistischer Unterschied zwischen Patient:innen mit einer primären und sekundären Omarthrose (**p=0,574**).

Es wurde bei insgesamt 5,2% der Patient:innen mit einer primären Omarthrose und 9,9% der Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose eine Wechseloperation (Major-Komplikationen) durchgeführt. Hierbei zeigte sich kein signifikanter statistischer

Unterschied zwischen Patient:innen mit einer primären und sekundären Omarthrose (**p=0,510**). Bei 3,4% der Patient:innen mit einer primären Omarthrose und 2,8% der Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose wurde eine Revisionsoperation ohne Prothesenwechsel durchgeführt (Minor-Komplikationen). Hierbei zeigte sich kein signifikanter statistischer Unterschied zwischen Patient:innen mit einer primären und sekundären Omarthrose (**p=1,000**). Bei einer geringen Fallzahl (n=4) ist dies jedoch nur eingeschränkt aussagekräftig.

7. Standzeit der Durom® Shoulder Cup

Die mittlere Nachbeobachtungszeit nach Implantation der Durom® Shoulder Cup betrug 97,3 Monate bzw. 8,1 Jahre (SD \pm 54,9 Monate bzw. SD \pm 4,6 Jahre). Die Kaplan-Meier-Kurve zur Standzeit ist in **Abbildung 38** dargestellt.

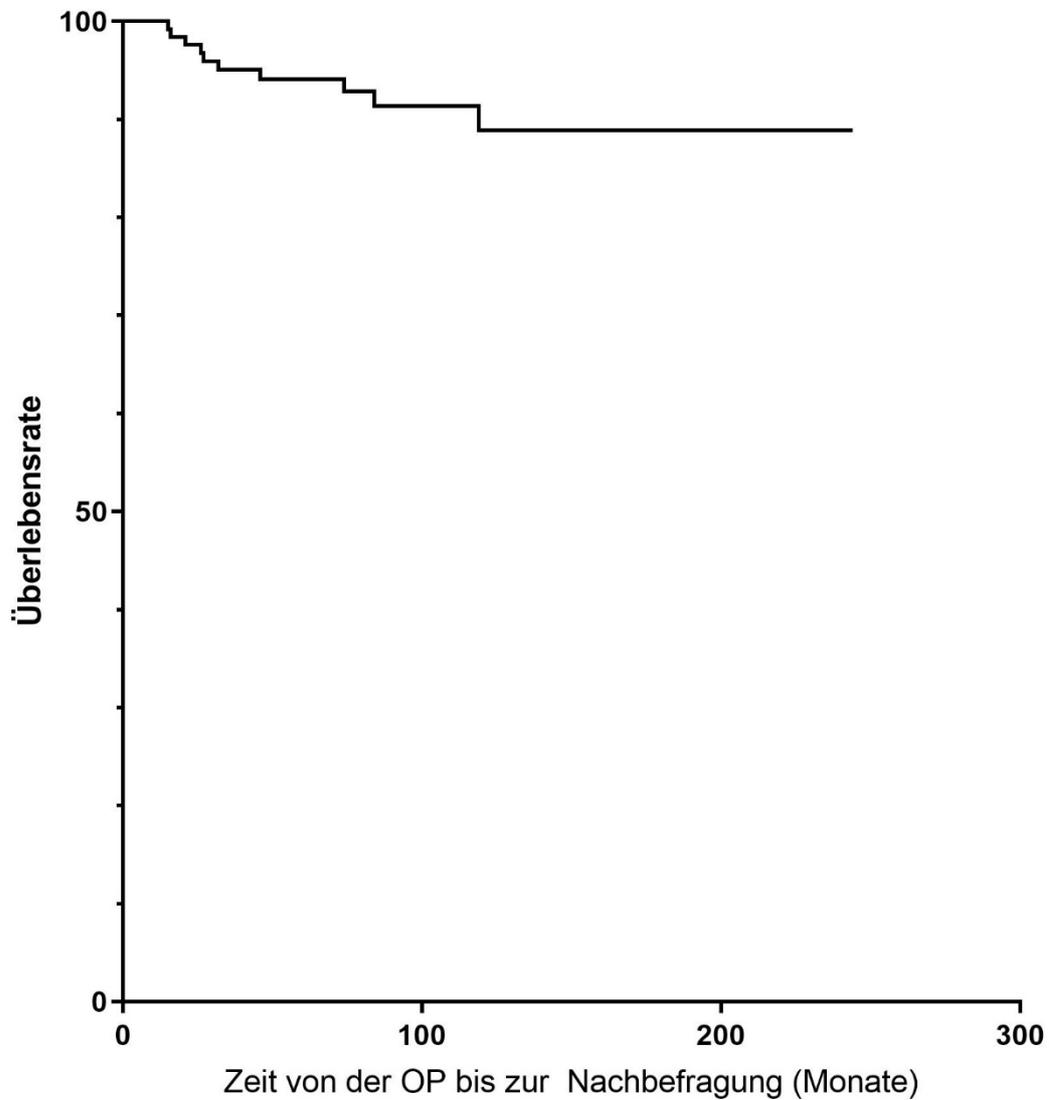


Abb. 38 Kaplan-Meier Kurve der Standzeit der Durom® Shoulder Cup

In **Abbildung 39** ist die Kaplan-Meier Kurve II mit Unterscheidung der Standzeit der Patient:innen mit einer primären Omarthrose gegenüber der Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose dargestellt.

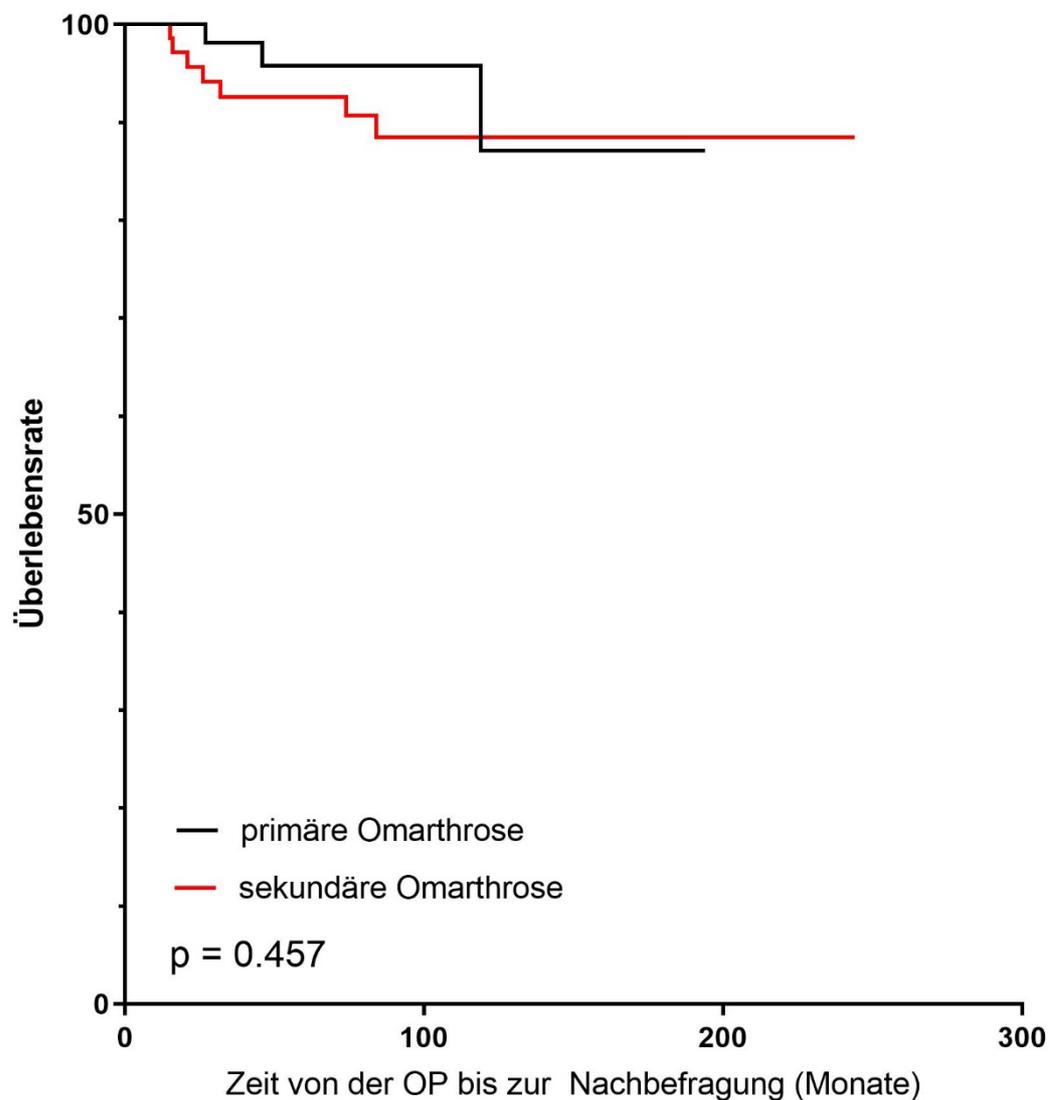


Abb. 39 Kaplan-Meier Kurve II der Standzeit der Durom® Shoulder Cup

Es zeigte sich eine Tendenz dahingehend, dass die Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose früher revidiert wurden. So waren die im zeitlichen Verlauf ersten vier Revisionsoperationen mit Prothesenwechsel nach 15, 16, 21 und 26 Monaten jeweils Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose.

Statistisch zeigt sich jedoch kein signifikanter Unterschied der Standzeit zwischen primärer und sekundärer Omarthrose ($p=0,457$). Die Standzeit des Implantates unterschied sich ebenfalls nicht signifikant zwischen Männern und Frauen ($p=0,728$).

In der **Tabelle 7** ist die Gesamtstandzeit der Durom® Shoulder Cup im zeitlichen Verlauf und im Vergleich zwischen primärer und sekundärer Omarthrose dargestellt.

Tab. 7 Standzeit der Durom® Shoulder Cup

Standzeit	1 Jahr, %	2 Jahre, % (SE)	5 Jahre, % (SE)	10 Jahre, % (SE)
Gesamtstandzeit	100	97,6 (±1,4)	94,1 (±2,2)	88,9 (±3,7)
Standzeit primäre Omarthrose	100	100	95,8 (±2,9)	87,1 (±8,7)
Standzeit sekundäre Omarthrose	100	95,6 (±2,4)	92,6 (±3,2)	88,5 (±4,2)

5. Diskussion

Das Ziel der vorliegenden, retrospektiven Arbeit war die Ergebnisevaluation nach endoprothetischem Gelenkersatz des Schultergelenkes mittels Durom® Shoulder Cup. Mit Hilfe von patientenorientierten Fragebögen wurde der postoperative Erfolg nach endoprothetischem Schultergelenkersatz evaluiert. Die postoperative Schulterfunktionalität, die postoperativen Ruhe- oder Belastungsschmerzen sowie die Evaluation der Arbeitsfähigkeit bzw. der Teilhabe am Alltag („activities of daily living“ [ADL]) und die damit einhergehende subjektive Zufriedenheit der Patient:innen wurden analysiert. Des Weiteren wurde das subjektive Kraftniveau im präoperativen Vergleich geprüft. Die Standzeit des Implantates sowie notwendige Revisionen wurden untersucht. Darüber hinaus wurden Unterschiede zwischen primärer und sekundärer Omarthrose im Hinblick auf Funktionalität und Standzeit des Implantates analysiert. Diese Studie bildet nach bestem Wissen und Gewissen die größte Population von Patient:innen mit implantierter zementierter Oberflächenersatzendoprothese des Humeruskopfes vom Typ Durom® Shoulder Cup in der Literatur ab. Als Limitation der vorliegenden Arbeit ist das retrospektive Studiendesign und die Untersucher:innen unabhängige subjektive Befragung der Patient:innen zu nennen. Eine Bias ist hier nicht auszuschließen. Auch muss die mitunter inhomogene Beantwortungsfrequenz der jeweiligen Unterpunkte des Fragebogens kritisch festgehalten werden.

Zudem fehlen in der vorliegenden Studie Röntgenverlaufskontrollen, daher waren etwaige Lockerungen der Oberflächenersatzendoprothese, knöcherne Arrosionen oder degenerative Veränderungen im Nachuntersuchungszeitraum nicht evaluierbar.

In die vorliegende retrospektive Studie konnten 129 Patient:innen mit einer durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit von 8,1 Jahren eingeschlossen werden.

In der Population der vorliegenden Arbeit zeigte sich geschlechterspezifisch, dass mit einem Anteil von 72,1% (n=93) deutlich mehr Frauen als Männer (27,9%, n=36) eine Durom® Shoulder Cup erhielten. Dies ist vergleichbar mit den Ergebnissen einer Studie von Oppermann et al. aus 2016. Hier zeigte sich, dass bei allen 139.272 der in

Deutschland zwischen 2005 und 2012 implantierten Schultergelenksendoprothesen (Hemiprothesen, anatomische Schulter-Totalendoprothesen, inverse Schulterprothesen) ebenfalls deutlich häufiger Frauen (n=103.722, 74,5%) als Männern (n=35.550, 25,5%) eine Schulterprothese implantiert wurde (Oppermann et al. 2016).

In der vorliegenden Studie betrug das Durchschnittsalter der Patient:innen bei Implantation der Durom® Shoulder Cup 66,2 Jahre. Dies ist in etwa vergleichbar mit den Daten von Harjula et al. aus 2018. Harjula et al. analysierten die Daten des finnischen Endoprothesenregisters (FAR) zwischen 2004-2015. Hier zeigte sich ein Durchschnittsalter bei primärer Implantation einer Schultergelenksendoprothese von 66,5 Jahren (Harjula et al. 2018). Die Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose waren im vorliegenden Studienkollektiv zum Zeitpunkt der Operation 8,3 Jahre jünger als die Patient:innen mit einer primären Omarthrose. Die Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose waren zum Zeitpunkt der Operation 62,4 Jahre (SD \pm 11,4 Jahre), jene Patient:innen mit primärer Omarthrose waren hingegen im Mittel 70,8 Jahre (SD \pm 8,3 Jahre) alt. Barlow et al. konnten anhand von 303 Patient:innen mit rheumatoider Arthritis und Implantation einer Schulter-TEP ein Durchschnittsalter von 55 Jahren zum Zeitpunkt der Operation nachweisen (Barlow et al. 2014).

Die Indikation zum endoprothetischen Gelenkersatz wurde in der vorliegenden Arbeit in 45% (n=58) der Fälle bei primärer und in 55% (n=71) der Fälle bei sekundärer Omarthrose gestellt. Dies ist vergleichbar mit den Ergebnissen von Magosch et al. aus 2017. Magosch et al. analysierten 1052 Primärprothesen aus dem Schulter- und Ellenbogenprothesenregister Deutschland (SEPR), welche zwischen 2006 und 2013 implantiert wurden und nach mindestens zwei Jahren nachuntersucht wurden. Es zeigte sich als Indikation bei 41,5% (n=437) der Patient:innen eine primäre Omarthrose und bei 615 der Patient:innen (58,5%) eine sekundäre Omarthrose (Magosch et al. 2017). Hollatz und Stang analysierten die primären Schulterprothesenimplantationen aus den Jahren 2005 und 2006. Bei insgesamt

16.488 Patient:innen betrug der Anteil der Patient:innen mit einer primären Omarthrose 32,6% (n=5.373) und der Anteil der Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose 67,4 % (n=11.115) (Hollatz und Stang 2014).

In unserer Studie zeigte sich, dass von den Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose 73,2% (n=52) an einer rheumatoiden Arthritis litten. In der Studie von Magosch et al. wurde lediglich bei 3,3% (n=20) der Patient:innen eine sekundäre Omarthrose bei rheumatoider Arthritis diagnostiziert (Magosch et al. 2017). Auch bei Hollatz und Stang zeigte sich unter den Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose bei rheumatoider Arthritis nur ein Anteil von 1,3 % (n=145). Verglichen mit den Patient:innen der vorliegenden Arbeit zeigt sich somit eine deutliche Diskrepanz. Dies lässt sich dadurch erklären, dass ein Schwerpunkt unseres Klinikums die orthopädisch-rheumatologische Chirurgie ist und daher ein vorselektionierter Patient:innen-Stamm in unserer Klinik behandelt wird.

Zusammenfassend wurde die Schulterfunktionalität mittels der Parameter Anteversion, Abduktion, Außenrotation, Schürzenbindergriff und Überkopfarbeit gemessen. Es zeigte sich zwischen den Patient:innen mit einer primären und sekundären Omarthrose in allen fünf Funktionsparametern kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die postoperative Funktionalität der operierten Schulter.

Insgesamt konnten 57,4% der Patient:innen eine Anteversion von $>120^\circ$ durchführen. 16,8% der Patient:innen gaben an, keine Anteversion von $>60^\circ$ durchführen zu können, welches wir als schwere Beeinträchtigung definierten. Eine Abduktion von $>120^\circ$ konnte von 51% der Patient:innen durchgeführt werden, wohingegen 26,5% der Patient:innen nur eine Abduktion $<60^\circ$ durchführen konnten. Die Außenrotation mit „Hand auf Kopf und Ellenbogen seitlich“ wurde von 75,9% der Patient:innen erreicht. 61,1% der Patient:innen, konnten Überkopfarbeiten durchführen. Bei der Kombination von Außenrotation mit Abduktion zeigte sich allerdings ein gutes postoperatives Ergebnis (75,9% gute Ergebnisse und 14,9% schlechte Ergebnisse). Die Außenrotation ist zumeist die erste funktionelle Einschränkung bei einer Omarthrose

(Tauber und Martetschläger 2019) – negatives Kapselmuster. Übertragen auf die Schulterendoprothetik zeigt sich hier postoperativ im analysierten Kollektiv insbesondere eine Verbesserung der Außenrotationsbewegung.

Der Schürzenbindergriff zeigte die schlechtesten Ergebnisse aller Funktionsparameter, nur 33,3% der Patient:innen konnten die Hände hinter dem Rücken verschränken und über die Gürtelhöhe greifen. In der Regel erfolgt der Zugang zum Schultergelenk bei der Implantation einer Schultergelenksendoprothese über den anterioren deltopectoralen Zugang, hierbei stellt der intraoperative Umgang mit der Sehne des M. subscapularis eine der größten operativen Herausforderungen dar (Rosenthal und Kwon 2020). Im eigenen Vorgehen erfolgte bei der Implantation der Durom® Shoulder Cup eine Tenotomie der Sehne des M. subscapularis. Nach Implantation der Schulterprothese wurde die Sehne des M. subscapularis dann intraoperativ mittels Sehnennaht wieder refixiert.

In einer Studie von Jackson et al. von 2010 wurde in einer Nachuntersuchung bei 15 Patient:innen, bei denen eine Schultergelenksendoprothese implantiert wurde, der postoperative Verlauf analysiert. Der intraoperative Zugang zum Schultergelenk wurde jeweils unter Tenotomie des M. subscapularis durchgeführt. Die Sehne des M. subscapularis wurde final mittels Sehnennaht wieder rekonstruiert. Es zeigte sich in der postoperativen sonographischen Nachuntersuchung, dass mindestens sechs Monate postoperativ bei sieben von 15 Patient:innen ein vollständiger Riss der Sehne des M. subscapularis vorlag. Die Patient:innen mit einem vollständigen Riss der Sehne des M. subscapularis zeigten in der Studie eine signifikante Schwäche bei isometrischen und isokinetischen Krafttests der Innenrotation (Jackson et al. 2010). Die schlechte Funktionalität beim Schürzenbindergriff könnte hierdurch begründet sein.

Verschiedene Techniken zum Umgang mit der M. subscapularis-Sehne beim Zugang zum Schultergelenk bei Implantation einer Schultergelenksendoprothese werden beschrieben. In mehreren Studien wurden die verschiedenen operativen Techniken

zum Management der Sehne des M. Subscapularis bei der Freilegung des Schultergelenkes verglichen (Shields et al. 2017, Choate et al. 2018, Aibinder et al. 2019). Die drei häufigsten operativen Techniken sind: die Subscapularis-Tenotomie, die knochenahne Ausschälung der Subscapularissehne am Tuberculum minus und die Osteotomie des Tuberculum minus. In diesen Studien zeigten sich alle drei Techniken mit guten Ergebnissen. Keine Technik stellte sich signifikant überlegen dar (Shields et al. 2017, Choate et al. 2018, Aibinder et al. 2019). Ein weiterer Ansatz ist der komplette Erhalt der Sehne des M. subscapularis mittels Zugang durch das Rotatoren-Intervall zwischen der Sehne des M. supraspinatus und der Sehne des M. subscapularis. In einer Studie von Kwon und Zuckerman von 2019 zeigte sich bei einer kurzen Nachbeobachtungszeit mit vollständigen 2-Jahres-Ergebnisdaten kein signifikanter Unterschied in den Ergebnissen des kompletten Sehnenerhalts über diesen Zugang zu den anderen Techniken mit dem Standardzugang (Kwon und Zuckerman 2019). Hier scheinen Studien mit längerem Follow-up erforderlich zu sein, um die möglichen Vorteile dieser Operationstechnik zu evaluieren. Es erscheint somit eines der wichtigsten Ziele in der Endoprothetik des Schultergelenkes, die Kontinuität des M. subscapularis und hierdurch die Funktion zu sichern – sei es durch eine sorgsame Präparation mit Erhalt der Sehne oder die suffiziente Refixation.

Wenngleich die Funktion des operierten Schultergelenkes im vorliegenden Kollektiv durchaus Einschränkungen aufweist, gaben 58,3% der Befragten keine Einschränkungen bei den täglichen Verrichtungen (ADL) an. Mit dem postoperativen Ergebnis zeigten sich insgesamt 82,6% zufrieden. 52,2 % waren sogar sehr zufrieden und nur 17,4% waren unzufrieden. Rai et al. berichteten in ihrem Kollektiv über eine Zufriedenheitsquote von 88% nach 12 Jahren follow-up bei 40 mittels Fragebogen nachbefragter Patient:innen mit der Oberflächenersatzendoprothese des Humeruskopfes Typ Copeland Mark III (Rai et al. 2015). Die hohe Zufriedenheit der Patient:innen – trotz persistierender funktioneller Einschränkungen – könnte u.a. darin begründet sein, dass die arthrosebedingten Schmerzen durch den Eingriff gelindert

wurden. Mehr als 50% der in dieser Studie befragten Patient:innen gaben an, nach Implantation der Durom® Shoulder Cup schmerzfrei zu sein. 47,8% gaben Restschmerzen mit einer Intensität von durchschnittlich 3/10 auf der VAS an. Hierunter zeigte sich bei 56,4% der Patient:innen eine Schmerzsymptomatik bei Belastung. Schmerzbedingte Schlafstörungen wurden von 41,4% der Patient:innen berichtet, allerdings in der Mehrheit der Fälle (77,1%) nur selten. Insgesamt nahmen postoperativ allerdings mehr als 75% der Patient:innen keine Analgetika mehr ein.

In einer Studie von Tashjian et al. von 2017 wurden 316 Patient:innen, die eine anatomische Schultertotalendoprothese, inverse Schulterendoprothese oder Hemiprothese implantiert bekamen, mindestens zwei Jahre postoperativ nach dem subjektiven postoperativen Restschmerz der operierten Schulter befragt. Dieser wurde bei durchschnittlich 2/10 auf der VAS angegeben (Tashjian et al. 2017). In einer Vergleichsstudie von Liu et al. von 2020 zeigte sich ein leicht besseres Ergebnis des subjektiven postoperativen Schmerzes bei den Schultertotalendoprothesen (n=23) mit 1/10 auf der VAS im Vergleich zu den humeralen Hemiprothesen (n=26) mit 2/10 auf der VAS (Liu et al. 2020). Die Ergebnisse hinsichtlich der postoperativen Schmerzintensität innerhalb des vorliegenden Patient:innen-Kollektivs sind somit in etwa vergleichbar.

Auch die subjektive Kraft der operierten Schulter verbesserte sich bei mehr als 60% der befragten Patient:innen des vorliegenden Kollektivs. Bei etwa 25% wurde subjektiv keine Verbesserung wahrgenommen. Durch die reduzierte Schmerzhaftigkeit nach endoprothetischem Gelenkersatz kann eine konsekutive Kraftsteigerung angenommen werden. Die gezielte muskuläre Kräftigung unter physiotherapeutischer Anleitung ist postoperativ anzustreben. Eine maximale Kraftanstrengung ist postoperativ allerdings zur Vermeidung von Luxationen oder frühzeitiger Lockerungen der Schulterprothese eher kontraindiziert. Die Balance ist entscheidend. Wichtig erscheint, die Patient:innen bereits präoperativ im Rahmen der ärztlichen Aufklärung

dahingehend vorzubereiten und die Indikation zur operativen Therapie dementsprechend stringent zu stellen.

Die Komplikationsrate in dieser Studie betrug 10,9% (Minor- und Major-Komplikationen) bei einem Nachbeobachtungszeitraum von 8,1 Jahren. Die Revisionsrate mit Wechsel der Prothese (Major-Komplikationen) betrug 7,8%. Zu einer Wechseloperation kam es durchschnittlich nach 3,9 Jahren. In der Studie von Rai et al. aus 2015 mit einem Nachbeobachtungszeitraum von 12 Jahren betrug die dokumentierte Komplikationsrate 4,8% und die dokumentierte Wechseloperationsrate 4%. Allerdings wurden in dieser Statistik nicht nur die 40 Patient:innen, die mittels eines Fragebogens an der Studie teilnahmen mit insgesamt 46 Oberflächenersatzendoprothesen des Humeruskopfes Typ Copeland Mark III in die Statistik miteinbezogen, sondern auch die ermittelten verstorbenen Patient:innen mittels Aktenrecherche. Insgesamt wird hier von vier Komplikationen und drei Wechseloperationen bei 84 Schulterprothesen berichtet (Rai et al. 2015). Levy und Copeland aus 2001 berichteten bei 103 implantierten Oberflächenersatzendoprothesen Typ Copeland Mark II nach einem Nachbeobachtungszeitraum von durchschnittlich 6,8 Jahren eine Komplikationsrate von 13,6% und eine Wechseloperationsrate von 7,7%. Zu einer Wechseloperation kam es durchschnittlich nach 2,1 Jahren (Levy und Copeland 2001). Alizadehkhayat et al. berichteten bei 102 Patient:innen, die eine Oberflächenersatzendoprothese Typ Copeland Mark IV implantiert bekamen, nach einem durchschnittlichen Nachbeobachtungszeitraum von vier Jahren über eine Wechseloperationsrate von 15,7% (n=16), 11 weitere Wechseloperationen waren bei den Patient:innen der Studie beim Zeitpunkt der Auswertung zusätzlich bereits geplant (Alizadehkhayat et al. 2013). Soudy et al. berichteten bei einem durchschnittlichen Nachbeobachtungszeitraum von 4,6 Jahren bei 105 implantierten humeralen Oberflächenersatzendoprothesen über eine Komplikationsrate von 22,8% und einer Wechseloperationsrate von 17% (n=18). Die Wechseloperationen erfolgten nach

durchschnittlich 3,6 Jahren (Soudy et al. 2017). In einer aktuellen Meta-Analyse von Liu et al. aus 2020 zeigte sich bei 962 Patient:innen, denen eine schaftlose anatomische Schultertotalendoprothese implantiert wurde, eine Komplikationsrate von 8,3% und eine Revisionsrate von 5,6% (Liu et al. 2020). Beck et al. beobachteten bei 29 implantierten inversen Schulterprothesen vom Typ reverse Total Evolutive Shoulder System der Fa. Biomet mit einer Nachbeobachtungszeitraum von 8,4 Jahren eine Komplikationsrate mit operativer Revision von 17,2%. Die Wechseloperationsrate betrug 10,3% (Beck et al. 2019).

Zusammengefasst zeigen sich demnach im vorliegenden Kollektiv vergleichbare Ergebnisse der Komplikationsrate und Revisionsrate im Vergleich zu anderen Studien, sowohl im Vergleich mit Studien zu anderen Oberflächenersatzendoprothesen als auch im Vergleich zu inversen und anatomischen Schultertotalprothesen.

Oppermann et al. beschrieben die Zahl der Schulterendoprothesen in Deutschland zwischen 2005 und 2012 als stetig steigend. Seit 2009 nahm jedoch die Anzahl der Oberflächenersatzendoprothesen ab, während die Anzahl der anatomischen Schulter-Totalendoprothesen und inversen Schulterprothesen weiter zunahm (Oppermann et al. 2016). In der Schultergelenksendoprothetik zeigt sich unter den anatomischen Schulter-Totalendoprothesen eine Tendenz zu einem kurzen humeralen Schaft oder einer schaftfreien humeralen Komponente (Krukenberg et al. 2018, Harmer et al. 2016). Vorteil der Oberflächenersatzendoprothesen im Vergleich mit Schulter-Totalendoprothesen und inversen Schulterendoprothesen ist insbesondere die knochensparende Versorgung, die Reduktion des Frakturrisikos, die schaftunabhängige Positionierung des Kopfes, der geringere Blutverlust und eine kürzere Operationszeit (Gerhardt et al. 2012, Krukenberg et al. 2018).

Der Grund für eine Wechseloperation der implantierten Durom® Shoulder Cup in der vorliegenden Studie war in vier von zehn Fällen eine Glenoiderosion (3,1% der implantierten Durom® Shoulder Cups). Maier et al. stellten bei acht von 34 Patient:innen (23,5%), die mittels einer zementfreien Oberflächenersatzendoprothese

versorgt wurden, eine Glenoiderosion fest (Maier et al. 2018). In einer Studie von Barlow et al. aus 2014 wurden 303 implantierte Schultergelenksendoprothesen bei Patient:innen mit einer rheumatoiden Arthritis nach mindestens fünf Jahren Nachbeobachtungszeitraum analysiert. Bei neun von 195 der Patient:innen (4,6%), bei denen eine Totalendoprothese implantiert wurde und bei acht von 108 Patient:innen (7,4%), bei denen eine Hemiprothese implantiert wurde, zeigte sich eine Glenoiderosion (Barlow et al. 2014). Somit zeigt sich, dass bei humeralen Oberflächenersatzendoprothesen der Schulter die Glenoiderosion eine häufige Komplikation ist, welcher Beachtung zu schenken ist und gegen die beschriebenen Vorteile abzuwägen gilt.

In der hier vorliegenden Studie zeigte sich in weiteren vier von zehn Fällen (3,1% der implantierten Durom® Shoulder Cups) als Grund für eine Wechseloperation eine aseptische Lockerung. In einer Studie von Bohsali et al. von 2017 wurden insgesamt 3360 Schultertotalendoprothesen und 4124 inverse Schulterendoprothesen analysiert, die zwischen 2006 und 2015 implantiert wurden. Hierbei zeigte sich bei jeweils unter 1% eine Lockerung (Bohsali et al. 2017). Bei Levy und Copeland zeigten sich bei 103 implantierten Oberflächenersatzendoprothesen Typ Copeland Mark II nach einem Nachbeobachtungszeitraum von durchschnittlich 6,8 Jahren eine aseptische Lockerung bei drei Patient:innen (2,9%) (Levy und Copeland 2001). Die vorliegende aseptische Lockerungsrate von 3,1% im vorliegenden Kollektiv erscheint vergleichbar. In einer Studie von Alizadehkhayat et al. aus 2013 zeigten sich bei 102 Patient:innen, die eine Oberflächenersatzendoprothese Typ Copeland Mark IV implantiert bekamen, nach einem durchschnittlichen Nachbeobachtungszeitraum von vier Jahren 16 Revisionsoperationen. In der Studie lag bei 47,1% eine primäre Omarthrose und bei 52,9% eine sekundäre Omarthrose vor. Bei 13 der 16 Patient:innen (81,2%), bei denen eine Wechseloperation erfolgte, bestand eine sekundäre Omarthrose (Alizadehkhayat et al. 2013). In einer Studie von Voorde et al. wurden Daten aus dem dänischen Schulterregister bei insgesamt 167 untersuchten Patient:innen mit rheumatoider

Arthritis im Zeitraum zwischen 2006 und 2010 ausgewertet, die verschiedene Schulterprothesen implantiert bekamen. Es zeigte sich eine kumulative Revisionsrate von 7% bei der Implantation der Schultergelenksendoprothesen nach einem Nachbeobachtungszeitraum von fünf Jahren. Bei Implantation von Oberflächenersatzendoprothesen des Humeruskopfes zeigte sich hierbei eine erhöhte Revisionsrate von 14%. Daher schlussfolgerten die dänischen Autor:innen, dass das Prothesendesign des humeralen Oberflächenersatzes eine schlechtere Überlebensrate bei Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose bei rheumatoider Arthritis ermöglicht (Voorde et al. 2015). Auch Barlow et al. berichteten über eine Revisionsrate von 7% nach zehn Jahren bei Schultergelenktotalendoprothesen bei Patient:innen mit rheumatoider Arthritis (Barlow et al. 2014). Insgesamt zeigt sich im Literaturvergleich eine erhöhte Revisionsrate bei Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose. Hierbei gilt es allerdings zu beachten, dass die vielen verschiedenen Prothesenarten den direkten Vergleich der verfügbaren Studien erschweren. In der vorliegenden Arbeit konnte eine initial leicht erhöhte Revisionsrate bei Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose festgestellt werden. Über den Nachuntersuchungszeitraum hinweg glich sich dies allerdings zwischen den Kollektiven (primäre vs. sekundäre Omarthrose) wieder aus. Eine statistische Signifikanz zeigte sich nicht.

Zusammengefasst beschreibt die vorliegende Studie zufriedenstellende, mittelfristige Ergebnisse nach Implantation der Durom® Shoulder Cup. Die Ergebnisse innerhalb des Studienkollektivs zeigen im Studienvergleich eine vergleichbare Revisionsrate bei hoher subjektiver Zufriedenheit (82,6%).

6 Zusammenfassung

6.1 Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden, retrospektiven Arbeit war die Ergebnisevaluation nach endoprothetischem Gelenkersatz des Schultergelenkes mittels Durom® Shoulder Cup. Mit Hilfe von patientenorientierten Fragebögen wurde der postoperative Erfolg nach endoprothetischem Schultergelenkersatz evaluiert.

In diese Studie konnten 129 Patient:innen mit einer mittleren Nachbeobachtungszeit von 8,1 Jahren eingeschlossen werden. In der Population dieser Studie zeigten sich geschlechterspezifisch mit einem Anteil von 72,1% deutlich mehr Frauen als Männer (27,9%). Das Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt betrug 66,2 Jahre. In 45% der Fälle lag eine primäre und bei 55% der Patient:innen eine sekundäre Omarthrose vor. Unter den Patient:innen mit einer sekundären Omarthrose zeigte sich mit 73,2% ein sehr hoher Anteil von Patient:innen mit einer rheumatoiden Arthritis. Die Analyse zeigte, dass mehr als die Hälfte der Patient:innen in allen analysierten Kriterien von der Implantation einer Durom® Shoulder Cup profitierten. Mehr als 50% der in dieser Studie befragten Patient:innen gaben an, nach Implantation der Durom® Shoulder Cup schmerzfrei zu sein. Bei der Schulterfunktionalität zeigte sich insbesondere bei der Außenrotation ein gutes Ergebnis, bei der Anteversion und bei der Abduktion ein akzeptables Ergebnis und bei der Innenrotation eine eher schlechte Funktion. Die Komplikationsrate in dieser Studie betrug 10,9% (Minor- und Major-Komplikationen). Die Revisionsrate mit Wechsel der Prothese (Major-Komplikationen) betrug 7,8%. Zu einer Wechseloperation kam es durchschnittlich nach 3,9 Jahren.

Zusammengefasst beschreibt die vorliegende Studie zufriedenstellende, mittelfristige Ergebnisse nach Implantation der Durom® Shoulder Cup. Die Ergebnisse innerhalb des Studienkollektivs zeigen im Studienvergleich eine vergleichbare Revisionsrate bei hoher Zufriedenheit der Patient:innen (82,6%). Zwischen den Kollektiven (primäre vs. sekundäre Omarthrose) zeigte sich kein signifikanter Unterschied.

6.2 Summary

The aim of the present retrospective study was to evaluate the outcome after endoprosthetic shoulder joint replacement using the Durom® Shoulder Cup. The postoperative success after endoprosthetic shoulder joint replacement was evaluated with the help of study questionnaires.

This study included 129 patients with a mean follow-up of 8.1 years. In the population of this study there were significantly more women (72.1%) than men (27.9%). The mean age at the time of surgery was 66.2 years. Primary omarthrosis was present in 45% and secondary omarthrosis in 55% of the patients. Among the patients with secondary osteoarthritis, a very high proportion of patients with rheumatoid arthritis was present (73.2%). The analysis showed that more than half of the patients benefited from the implantation of a Durom® Shoulder Cup in all criteria analyzed. More than 50% of the patients interviewed in this study stated that they were pain-free after implantation of the Durom® Shoulder Cup. Shoulder functionality showed a good result especially in external rotation, an acceptable result in anteversion and abduction and a rather poor function in internal rotation. The complication rate in this study was 10.9% (minor and major complications). The revision rate with change of prosthesis (major complications) was 7.8%. Replacement surgery occurred after an average of 3.9 years.

In summary, the present study describes satisfactory, medium-term results after implantation of the Durom® Shoulder Cup. The results within the study population show a comparable revision rate with high patient satisfaction (82.6%). There was no significant difference between the collectives (primary vs. secondary omarthrosis).

7. Literaturverzeichnis

- Aibinder WR, Bicknell RT, Bartsch S, Scheibel M, Athwal GS (2019) Subscapularis management in stemless total shoulder arthroplasty: tenotomy versus peel versus lesser tuberosity osteotomy. *J Shoulder Elbow Surg.* 28(10):1942-1947.
- Alizadehkhayat O, Kyriakos A, Singer MS, Frostick SP (2013) Outcome of Copeland shoulder resurfacing arthroplasty with a 4-year mean follow-up. *J Shoulder Elbow Surg.* 22(10):1352-1358.
- Bankes MJ, Emery RJ (1995) Pioneers of shoulder replacement: Themistocles Gluck and Jules Emile Péan. *J Shoulder Elbow Surg.* 4(4):259-262.
- Barlow JD, Yuan BJ, Schleck CD, Harmsen WS, Cofield RH, Sperling JW (2014) Shoulder arthroplasty for rheumatoid arthritis: 303 consecutive cases with minimum 5-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg.* 23(6):791-799.
- Baulot E, Sirveaux F, Boileau P (2011) Grammont's idea: The story of Paul Grammont's functional surgery concept and the development of the reverse principle. *Clin Orthop Relat Res.* 469(9):2425-2431.
- Baumgarten KM, Chang PS, Dannenbring TM, Foley EK (2018) Does total shoulder arthroplasty improve patients' activity levels?. *J Shoulder Elbow Surg.* 27(11):1987-1995.
- Beck S, Patsalis T, Busch A, Dittrich F, Dudda M, Jäger M, Wegner A (2019) Long-term results of the reverse Total Evolutive Shoulder System (TESS). *Arch Orthop Trauma Surg.* 139(8):1039-1044.
- Boileau P, Walch G (1997) The three-dimensional geometry of the proximal humerus. Implications for surgical technique and prosthetic design. *J Bone Joint Surg Br.* 79(5):857–865.
- Boileau P (2011) Biographical sketch: Paul M. Grammont, MD (1940). *Clin Orthop Relat Res.* 469(9):2422-2423.

- Bohsali KI, Bois AJ, Wirth MA (2017) Complications of Shoulder Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 99(3):256-269.
- Brand RA, Mont MA, Manring MM (2011) Biographical sketch: Themistocles Gluck (1853-1942). *Clin Orthop Relat Res.* 469(6):1525-1527.
- Broström LA, Wallensten R, Olsson E, Anderson D (1992) The Kessel prosthesis in total shoulder arthroplasty. A five-year experience. *Clin Orthop Relat Res.* 277:155-160.
- Carter MJ, Mikuls TR, Nayak S, Fehringer EV, Michaud K (2012) Impact of total shoulder arthroplasty on generic and shoulder-specific health-related quality-of-life measures: a systematic literature review and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 94(17):e127(1-9).
- Cho C-H, Song K-S, Hwang I, Coats-Thomas MS, Warner JJP (2017) Changes in Psychological Status and Health-Related Quality of Life Following Total Shoulder Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 99(12):1030-1035.
- Choate WS, Kwapisz A, Momaya AM, Hawkins RJ, Tokish JM (2018) Outcomes for subscapularis management techniques in shoulder arthroplasty: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* 27(2):363-370.
- Cibulas A, Leyva A, Cibulas G 2nd, Foss M, Boron A, Dennison J, Gutterman B, Kani K, Porrino J, Bancroft LW, Scherer K (2019) Acute Shoulder Injury. *Radiol Clin North Am.* 57(5):883-896.
- Cofield RH (1984) Total shoulder arthroplasty with the Neer prosthesis. *J Bone Joint Surg Am.* 66(6):899-906.
- Copeland S (2006) The continuing development of shoulder replacement: "reaching the surface". *J Bone Joint Surg Am.* 88(4):900–905.
- Erickson BJ, Chalmers PN, Denard PJ, Gobezie R, Romeo AA, Lederman ES (2020) Current state of short-stem implants in total shoulder arthroplasty: a systematic review of the literature. *JSES Int.* 4(1):114-119.

- Ewerbeck V, Wentzensen A, Holz F, Krämer K-L, Pfeil J, Sabo D (2007) Standardverfahren in der operativen Orthopädie und Unfallchirurgie, 3. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 360-370.
- Eynon-Lewis NJ, Ferry D, Pearse MF (1992) Themistocles Gluck: an unrecognised genius. *BMJ*. 305(6868):1534-1536.
- Favre P, Moor B, Snedeker JG, Gerber C (2008) Influence of component positioning on impingement in conventional total shoulder arthroplasty. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 23(2):175-183.
- Fink B, Strauss JM, Lamla U, Kurz T, Guderian H, Rütther W (2001) Endoprosthetic surface replacement of the head of the humerus. *Orthopade*. 30(6):379-385.
- Fink B, Singer J, Lamla U, Rütther W (2004) Surface replacement of the humeral head in rheumatoid arthritis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 124(6):366-373.
- Fiehn C, Holle J, Iking-Konert C, Leipe J, Weseloh C, Frerix M, Alten R, Behrens F, Baerwald C, Braun J, Burkhardt H, Burmester G, Detert J, Gaubitz M, Gause A, Gromnica-Ihle E, Kellner H, Krause A, Kuipers J, Lorenz H-M, Müller-Ladner U, Nothacker M, Nüsslein H, Rubbert-Roth A, Schneider M, Schulze-Koops H, Seitz S, Sitter H, Specker C, Tony H-P, Wassenberg S, Wollenhaupt J, Krüger K (2018) S2e guideline: treatment of rheumatoid arthritis with disease-modifying drugs. *Z Rheumatol*. 77(Suppl 2):35-53.
- Flatow EL, Harrison AK (2011) A history of reverse total shoulder arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 469(9):2432-2439.
- Franklin JL, Barrett WP, Jackins SE, Matsen FA 3rd (1988) Glenoid loosening in total shoulder arthroplasty. Association with rotator cuff deficiency. *J Arthroplasty*. 3(1):39-46.
- Fuerst M, Fink B, Rütther W (2007) The DUROM cup humeral surface replacement in patients with rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am*. 89(8):1756-1762.

- Franta AK, Lenters TR, Mounce D, Neradilek B, Matsen FA 3rd (2007) The complex characteristics of 282 unsatisfactory shoulder arthroplasties. *J Shoulder Elbow Surg.* 16(5):555-562.
- Gerhardt C, Stein V, Greiner S, Scheibel M (2012) Schafffreier Humeruskopfersatz. *Obere Extrem.* 7:17–21.
- Grammont PM, Trouilloud P, Laffay J, Deries X (1987) Etude et realisation d'une nouvelle prothèse d'épaule. *Rheumatologie.* 39:407–18.
- Grifka J, Kuster M (2011) *Orthopädie und Unfallchirurgie*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 514-516.
- Gruber S, Schoch C, Geyer M (2017) The reverse shoulder arthroplasty Delta Xtend: mid-term results. *Orthopade.* 46(3):222–226.
- Gschwend N, Meyer RP, Schwyzer HK (2013) Paul Grammont: 1940-2013. *Orthopade.* 42(7):569-570.
- Habermeyer P, Ebert T (1999) Current status and perspectives of shoulder replacement. *Unfallchirurg.* 102(9):668-683.
- Hamada K, Fukuda H, Mikasa M, Kobayashi Y (1990) Roentgenographic findings in massive rotator cuff tears. A long-term observation. *Clin Orthop Relat Res.* (254):92–96.
- Harmer L, Throckmorton T, Sperling JW (2016) Total shoulder arthroplasty: are the humeral components getting shorter?. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 9(1):17-22.
- Harjula JNE, Paloneva J, Haapakoski J, Kukkonen J, Äärimaa V, Finnish Shoulder Arthroplasty Registry Group (2018) Increasing incidence of primary shoulder arthroplasty in Finland - a nationwide registry study. *BMC Musculoskelet Disord.* 19(1):245.
- Harryman DT, Sidles JA, Harris SL, Lippitt SB, Matsen FA 3rd (1995) The effect of articular conformity and the size of the humeral head component on laxity

- and motion after glenohumeral arthroplasty. A study in cadavera. *J Bone Joint Surg Am.* 77(4):555-563.
- Hawker GA (2009) Experiencing painful osteoarthritis: what have we learned from listening?. *Curr Opin Rheumatol.* 21(5):507–512.
- Hertel R, Knothe U, Ballmer FT (2002) Geometry of the proximal humerus and implications for prosthetic design. *J Shoulder Elbow Surg.* 11(4):331-338.
- Hollatz MF, Stang A (2014) Nationwide shoulder arthroplasty rates and revision burden in Germany: analysis of the national hospitalization data 2005 to 2006. *J Shoulder Elbow Surg.* 23(11):e267-274.
- Irlenbusch U, Berth A, Blatter G, Zenz P (2012) Variability of medial and posterior offset in patients with fourth-generation stemmed shoulder arthroplasty. *Int Orthop.* 36(3):587-593.
- Jackson JD, Cil A, Smith J, Steinmann SP (2010) Integrity and function of the subscapularis after total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 19(7):1085-1090.
- Jansen T, Thorns C, Oestern HJ (2001) Anatomy of the shoulder joint. *Zentralbl Chir.* 126(3):168-176.
- Jónsson E, Egund N, Kelly I, Rydholm U, Lidgren L (1986) Cup arthroplasty of the rheumatoid shoulder. *Acta Orthop Scand.* 57(6):542–546.
- Jun BJ, Lee TQ, McGarry MH, Quigley RJ, Shin SJ, Iannotti JP (2016) The effects of prosthetic humeral head shape on glenohumeral joint kinematics during humeral axial rotation in total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 25(7):1084-1093.
- Khan A, Bunker TD, Kitson JB (2009) Clinical and radiological follow-up of the Aequalis third-generation cemented total shoulder replacement: a minimum ten-year study. *J Bone Joint Surg Br.* 91(12):1594-1600.
- Kölbel R, Friedebold G (1973) Shoulder joint replacement. *Arch Orthop Unfallchir.* 76(1):31-39

- Krukenberg A, Imiolczyk J-P, Moroder P, Scheibel M (2018) Shoulder Arthroplasty. *Z Orthop Unfall.* 156(2):227-238.
- Kunz C, Hagena F-W (2002) *Endoprothesenatlas Schulter und Ellenbogen*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 72.
- Kwon YW, Zuckerman JD (2019) Subscapularis-Sparing Total Shoulder Arthroplasty: A Prospective, Double-Blinded, Randomized Clinical Trial. *Orthopedics.* 42(1):e61-e67.
- Lettin AW, Copeland SA, Scales JT (1982) The Stanmore total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 64(1):47–51.
- Levy O, Copeland SA (2001) Cementless surface replacement arthroplasty of the shoulder. 5- to 10-year results with the Copeland mark-2 prosthesis. *J Bone Joint Surg Br.* 83(2):213-221.
- Levy O, Copeland SA (2004) Cementless surface replacement arthroplasty (Copeland CSRA) for osteoarthritis of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg.* 13(3):266-271.
- Levy O, Funk L, Sforza G, Copeland SA (2004) Copeland surface replacement arthroplasty of the shoulder in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 86(3):512-518.
- Liem D, Marquardt B, Witt KA, Steinbeck J (2007) Shoulder arthroplasty: biomechanics and design. *Orthopade.* 36(11):1027-1036.
- Liu JN, Garcia GH, Gowd AK, Mahony G, Sinatro A, Wu HH, Dines DM, Warren RF, Gulotta LV (2020) Return to Work After Shoulder Replacement for Glenohumeral Osteoarthritis Is Similar When Hemiarthroplasty Is Compared to Total Shoulder Arthroplasty. *HSS J.* 16(3):212-217.
- Liu EY, Kord D, Horner NS, Leroux T, Alolabi B, Khan M (2020) Stemless anatomic total shoulder arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 29(9):1928-1937.

- Loew M (2010) Geschichte und Entwicklung der Schulterendoprothetik. In: AE-Manual der Endoprothetik : Schulter, Loew M, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 1-10.
- Loughlin J (2015) Genetic contribution to osteoarthritis development: Current state of evidence. *Curr Opin Rheumatol.* 27(3):284–288.
- Lugli T (1978) Artificial shoulder joint by Péan (1893): the facts of an exceptional intervention and the prosthetic method. *Clin Orthop Relat Res.* (133):215-218.
- Magosch P, Habermeyer P, Lichtenberg S, Tauber M, Gohlke F, Mauch F, Boehm D, Loew M, Zeifang F, Pötzl W (2017) Results from the German shoulder- and elbow arthroplasty register (SEPR): Anatomic or reverse shoulder arthroplasty in B2-glenoids?. *Orthopade.* 46(12):1063-1072.
- Maier MW, Hetto P, Raiss P, Klotz M, Bühlhoff M, Spranz D, Zeifang F (2018) Cementless humeral head resurfacing for degenerative glenohumeral osteoarthritis fails at a high rate. *J Orthop.* 15(2):349–353.
- Marinko LN, Chacko JM, Dalton D, Chacko CC (2011) The effectiveness of therapeutic exercise for painful shoulder conditions: a meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 20(8):1351-1359.
- Martin SD, Zurakowski D, Thornhill TS (2005) Uncemented glenoid component in total shoulder arthroplasty. Survivorship and outcomes. *J Bone Joint Surg Am.* 87(6):1284-1292.
- Mattei L, Mortera S, Arrigoni C, Castoldi F (2015) Anatomic shoulder arthroplasty: an update on indications, technique, results and complication rates. *Joints.* 3(2):72–77.
- MedicalExpo (2021) Anatomical Shoulder™ Fa. Zimmer Biomet. [Online im Internet.] URL: <https://www.medicalexpo.de/prod/zimmer/product-74894-526019.html>, [Stand: 27.05.2021, 15:47]

- Mehl J, Imhoff AB, Beitzel K (2018) Osteoarthritis of the shoulder: pathogenesis, diagnostics and conservative treatment options. *Der Orthopade*. 47(5):368-376.
- Merolla G, Sperling JW, Paladini P, Porcellini G (2011) Efficacy of Hylan G-F 20 versus 6-methylprednisolone acetate in painful shoulder osteoarthritis: a retrospective controlled trial. *Musculoskelet Surg*. 95(3):215-224.
- Millett PJ, Fritz EM, Frangiamore SJ, Mannava S (2018) Arthroscopic Management of Glenohumeral Arthritis: A Joint Preservation Approach. *J Am Acad Orthop Surg*. 26(21):745-752.
- Mitchell JJ, Horan MP, Greenspoon JA, Menge TJ, Tahal DS, Millett PJ (2016) Survivorship and Patient-Reported Outcomes After Comprehensive Arthroscopic Management of Glenohumeral Osteoarthritis: Minimum 5-Year Follow-up. *Am J Sports Med*. 44(12):3206-3213.
- Moeckel BH, Dines DM, Warren RF, Altchek DW (1992) Modular hemiarthroplasty for fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*. 74(6):884-889.
- Murray IR, Goudie EB, Petrigliano FA, Robinson CM (2013) Functional anatomy and biomechanics of shoulder stability in the athlete. *Clin Sports Med*. 32(4):607-624.
- Neer CS 2nd (1970) Displaced proximal humeral fractures. II. Treatment of three-part and four-part displacement. *J Bone Joint Surg Am*. 52(6):1090-1103.
- Neer CS 2nd, Watson KC, Stanton FJ (1982) Recent experience in total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Am*. 64(3):319-337.
- Nees TA, Schlitenwolf M (2019) Pharmacological treatment of osteoarthritis-related pain. *Schmerz*. 33(1): 30-48.
- Nyffeler RW, Jost B, Pfirrmann CWA, Gerber C (2003) Measurement of glenoid version: conventional radiographs versus computed tomography scans. *J Shoulder Elbow Surg*. 12(5):493-496.

- Oppermann J, Celik E, Bredow J, Beyer F, Hackl M, Spies CK, Müller LP, Burkhart KJ (2016) Shoulder arthroplasty in Germany: 2005-2012. *Arch Orthop Trauma Surg.* 136(5):723-729.
- Pearl ML, Volk AG (1995) Retroversion of the proximal humerus in relationship to prosthetic replacement arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 4(4):286-289.
- Petrillo S, Longo UG, Papalia R, Denaro V (2017) Reverse shoulder arthroplasty for massive irreparable rotator cuff tears and cuff tear arthropathy: a systematic review. *Musculoskelet Surg.* 101(2):105-112.
- Pinkas D, Wiater B, Wiater JM (2015) The glenoid component in anatomic shoulder arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 23(5):317-326.
- Quental C, Folgado J, Comenda M, Monteiro J, Sarmento M (2020) Primary stability analysis of stemless shoulder implants. *Med Eng Phys.* 81:22-29.
- Rai P, Davies O, Wand J, Bigsby E (2015) Long-term follow-up of the Copeland mark III shoulder resurfacing hemi-arthroplasty. *J Orthop.* 13(1):52-56.
- Renaud P, Wahab H, Bontoux L, Dauty M, Richard I, Brégeon C (2001) Total inverted shoulder prosthesis and rotator cuff insufficiency: evaluation and determination of anatomical parameters predictive of good functional outcome in 21 shoulders. *Ann Readapt Med Phys.* 44(5):273-280.
- Rickham PP (1964) Human experimentation. Code of ethics of the World Medical Association. Declaration of Helsinki. *Br Med J.* 2(5402):177.
- Rosenthal Y, Kwon YW (2020) Total Shoulder Arthroplasty Utilizing the Subscapularis-Sparing Approach. *Orthop Clin North Am.* 51(3):383-389.
- Rüther W, Lohmann CH (2014) *Orthopädie und Unfallchirurgie*, 20. Aufl., Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag, München. 123-124.
- Rydholm U, Sjögren J (1993) Surface replacement of the humeral head in the rheumatoid shoulder. *J Shoulder Elbow Surg.* 2(6):286-295.
- Samilson RL, Prieto V (1983) Dislocation arthropathy of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 65(4):456-460.

- Shields E, Ho A, Wiater JM (2017) Management of the subscapularis tendon during total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 26(4):723-731.
- Soudy K, Szymanski C, Lalanne C, Bourgault C, Thiounn A, Cotten A, Maynou C (2017) Results and limitations of humeral head resurfacing: 105 cases at a mean follow-up of 5 years. *Orthop Traumatol Surg Res.* 103(3):415-420.
- Spencer BA, Dolinskas CA, Seymour PA, Thomas SJ, Abboud JA (2013) Glenohumeral articular cartilage lesions: prospective comparison of non-contrast magnetic resonance imaging and findings at arthroscopy. *Arthroscopy.* 29(9):1466-1470.
- Spiegel UJ, Faucett SC, Horan MP, Warth RJ, Millett PJ (2014) The role of arthroscopy in the management of glenohumeral osteoarthritis: a Markov decision model. *Arthroscopy.* 30(11):1392-1399.
- Strakowski JA, Visco CJ (2019) Diagnostic and therapeutic musculoskeletal ultrasound applications of the shoulder. *Muscle Nerve.* 60(1):1-6.
- Tammachote N, Sperling JW, Vathana T, Cofield RH, Harmsen WS, Schleck CD (2009) Long-term results of cemented metal-backed glenoid components for osteoarthritis of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 91(1):160-166.
- Tauber M, Martetschläger F (2019) Shoulder Osteoarthritis-pathogenesis, classification, diagnostics and treatment. *Orthopade.* 48(9):795-808.
- Tashjian RZ, Hung M, Keener JD, Bowen RC, McAllister J, Chen W, Ebersole G, Granger EK, Chamberlain AM (2017) Determining the minimal clinically important difference for the American Shoulder and Elbow Surgeons score, Simple Shoulder Test, and visual analog scale (VAS) measuring pain after shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 26(1):144-148.
- Terrier A, Ramondetti S, Merlini F, Pioletti DD, Farron A (2010) Biomechanical consequences of humeral component malpositioning after anatomical total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 19(8):1184-1190.

- Torchia ME, Cofield RH, Settergren CR (1997) Total shoulder arthroplasty with the Neer prosthesis: long-term results. *J Shoulder Elbow Surg.* 6(6):495-505.
- Upchurch KS, Kay J (2012) Evolution of treatment for rheumatoid arthritis. *Rheumatology (Oxford).* 51(6): 28-36.
- Van Thiel GS, Sheehan S, Frank RM, Slabaugh M, Cole BJ, Nicholson GP, Romeo AA, Verma NN (2010) Retrospective analysis of arthroscopic management of glenohumeral degenerative disease. *Arthroscopy.* 26(11):1451-1455.
- Veeger HEJ, van der Helm FCT (2007) Shoulder function: the perfect compromise between mobility and stability. *J Biomech.* 40(10):2119-2129.
- Vo KV, Hackett DJ, Gee AO, Hsu JE (2017) Classifications in Brief: Walch Classification of Primary Glenohumeral Osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res.* 475(9):2335-2340.
- Voorde PCT, Rasmussen JV, Olsen BS, Brorson S (2015) Resurfacing shoulder arthroplasty for the treatment of severe rheumatoid arthritis: outcome in 167 patients from the Danish Shoulder Registry. *Acta Orthop.* 86(3):293-297.
- Walch G, Badet R, Boulahia A, Khoury A (1999) Morphologic study of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis. *J Arthroplasty.* 14(6):756-760.
- Walch G, Boileau P, Noël E (2010) Shoulder arthroplasty: evolving techniques and indications. *Joint Bone Spine.* 77(6):501-505.
- Werner A, Hedtmann A (2007) Surface replacement shoulder: arthroplasty indications and limits. *Orthopade.* 36(11):996-1001.
- Wessinghage D (1991) Themistocles Gluck. 100 years artificial joint replacement. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 129(5):383-388.
- Williams GR Jr, Wong KL, Pepe MD, Tan V, Silverberg D, Ramsey ML, Karduna A, Iannotti JP (2001) The effect of articular malposition after total shoulder arthroplasty on glenohumeral translations, range of motion, and subacromial impingement. *J Shoulder Elbow Surg.* 10(5):399-409.

- Wirth CJ, Mutschler W (2009) Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie, 2. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 839-840.
- World Medical Association (2013) World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. JAMA. 310(20):2191-2194.
- Youderian AR, Ricchetti ET, Drews M, Iannotti JP (2014) Determination of humeral head size in anatomic shoulder replacement for glenohumeral osteoarthritis. J Shoulder Elbow Surg. 23(7):955-963.

8. Anhang/ Patientenorientierter Fragebogen

Fragebogen Schulterprothese (Durom-Cup)

zum Forschungsprojekt

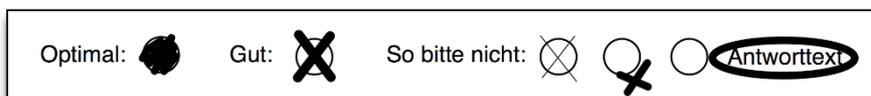
„Nachuntersuchung von Patienten mit erfolgter Implantation einer Durom-Cup Oberflächenersatzprothesen an der Schulter bei Omarthrose“

Sehr geehrte Patientin,
sehr geehrter Patient

Sie haben sich dazu bereit erklärt, an unserer Studie teilzunehmen. Dafür möchten wir uns schon jetzt herzlich bedanken!

Bitte beantworten Sie nun die folgenden Fragen zu Ihrer operierten Schulter. Bitte beantworten Sie die Fragen vollständig. Wenn Sie sich bei einer Frage unsicher sind, wählen Sie bitte die Antwort, die Ihrer Meinung nach am besten für Sie zutrifft.

Zum Ausfüllen des Fragebogens benötigen Sie etwa 20-30 Minuten. Benutzen Sie bitte einen dunklen, dicken Stift.



Ihre Angaben werden uns helfen, unsere Behandlungsmaßnahmen zukünftig noch besser auf die Bedürfnisse unserer Patientinnen und Patienten anzupassen. Alle Angaben werden pseudonymisiert und selbstverständlich vertraulich behandelt.

Sollten Sie keinen Gebrauch von einer persönlichen Vorstellung in unseren Ambulanzen machen wollen, möchten wir Sie an dieser Stelle noch einmal erinnern uns wenn möglich Röntgenbilder zukommen zu lassen oder uns am Ende des Fragebogens mitzuteilen, bei welchem Arzt wir Röntgenbilder zur Einsichtnahme anfordern könnten.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!



Patientencode: **DK**

Geburtsdatum: Operierte Schulter:
Beide Rechts Links

1. Wurden Sie an der betroffenen Schulter noch einmal operiert bzw. ist die von uns implantierte Prothese wieder entfernt oder durch eine andere Prothese ersetzt worden?

Ja Nein

Wenn Sie die Frage mit „Ja“ beantwortet haben, dann schicken Sie uns wenn möglich einen Operationsbericht zu oder teilen uns mit, wann, warum und wo Sie operiert worden sind. (Sie können diese Information gerne handschriftlich am Ende dieses Fragebogens vermerken).

Die Befragung ist für Sie hiermit beendet. Wir danken Ihnen sehr herzlich für diese Information.

Falls Sie die ursprünglich implantierte Prothese noch tragen, bitten wir Sie um Beantwortung der folgenden Fragen:

2. Schränkt Sie Ihre operierte Schulter bei Ihren täglichen Verrichtungen ein?

Ja Nein

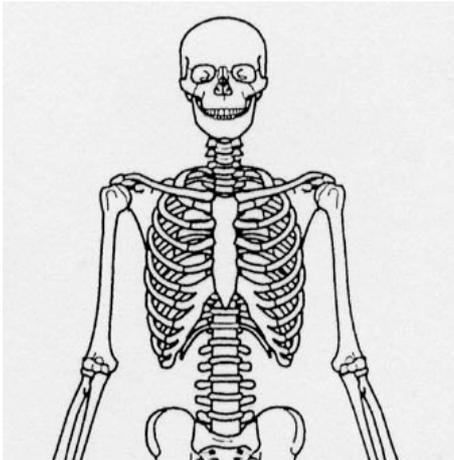
3. Haben Sie Schmerzen in Ihrer operierten Schulter?

Ja Nein

4. Wenn ja, um welche Art von Schmerzen handelt es sich?

Schmerzen in der Nacht Schmerzen in Ruhe Schmerzen bei Belastung

5. Markieren Sie bitte den Ort des Schmerzes



6. Wenn **ja**, wie stark sind die Schmerzen in Ihrer operierten Schulter?
Bitte setzen Sie ein Kreuz direkt auf die Farbskala von 0 Punkte für „sehr starke Schmerzen“ bis 15 Punkte für „keine Schmerzen“



7. Nehmen Sie aufgrund der Schulterschmerzen regelmäßig Schmerzmittel ein (z.B. Ibuprofen, ASS oder Diclofenac)?

Ja Nein

Name des Medikaments:

Dosierung:

8. Nehmen Sie aufgrund von Schulterschmerzen regelmäßig opiathaltige Schmerzmittel ein (z.B. Tilidin, Codein, Oxygesic)?

Ja Nein

Name des Medikaments:

Dosierung:

9. Behindert Sie Ihre **operierte Schulter** beim Schlafen?
(Bitte nur Schlafstörungen angeben, die durch die operierte Schulter bedingt sind)

Ja, häufig Schlaflosigkeit Gelegentlich Nein, ungestörter Schlaf

10. **Behindert Sie Ihre operierte Schulter bei der Arbeit?**

Ja, keine Arbeit möglich

Ja, starke Beeinträchtigung

mäßige Einschränkungen

kaum Einschränkungen

Nein, voll einsatzfähig

11. **Behindert Sie Ihre operierte Schulter in Ihrer Freizeit?**

Ja, keine Aktivitäten möglich

Ja, starke Beeinträchtigung

mäßige Einschränkungen

kaum Einschränkungen

Nein, voll freizeittfähig

12. **Bis in welcher Höhe können Sie mit der operierten Schulter arbeiten?**

Hoch bis zur Taille

Hoch bis zur Brust

Hoch bis zum Hals

Hoch bis zum Kopf

Hoch bis über den Kopf

13. Welche Bewegungen können Sie mit Ihrer Schulter ausführen?

Achten Sie bitte auf eine korrekte Ausführung wie auf den Bildern gezeigt und kreuzen Sie jeweils den Bewegungsgrad im Kästchen an, den Sie mit der operierten und der nicht operierten Schulter erreichen.

(1) Den gestreckten Arm nach vorne führen



0 - 30°

rechts

links



31 - 60°

rechts

links



61 - 90°

rechts

links



91 - 100°

rechts

links



121 - 150°

rechts

links



>150°

rechts

links

(2) Den gestreckten Arm zur Seite abspreizen



0 - 30°

rechts

links



31 - 60°

rechts

links



61 - 90°

rechts

links



91 - 100°

rechts

links



121 - 150°

rechts

links



>150°

rechts

links

(3) Den Arm hinter dem Oberkörper nach innen drehen



**bis Taschen-
beginn**

**bis unter
Gürtel**

- rechts
- links

- rechts
- links

- rechts
- links



Gürtel

über Gürtel

**zwischen
Schulterblätter**

- rechts
- links

- rechts
- links

- rechts
- links

(4) Den gebeugten Arm nach außen drehen



rechts links

Hand im Nacken
Ellenbogen vorne



rechts links

Hand auf Scheitel
Ellenbogen vorne



rechts links

Hand im Nacken
Ellenbogen seitlich



rechts links

Hand auf Kopf
Ellenbogen seitlich



rechts links

Hand über Kopf

(5) Keine der Bewegungen ist schmerzfrei möglich.

rechts links

14. Welche Kraft besitzen Sie in Ihrer operierten Schulter?

Erklärung der Übung:

Legen Sie einen handelsüblichen **vollen 1 Liter TetraPack** (z.B. Milch, Saft) in eine Tragetasche aus Leinen oder Plastik und halten diese Tasche in der Hand.

Heben Sie nun die Tasche mit dem Behältnis seitlich mit gestrecktem Arm bis 90° an und halten diese Position für ca. 5 Sekunden. Anschließend machen Sie eine kurze Pause. Dies zählt als ein Durchgang.

Im Folgenden beladen Sie den Leinenbeutel bei jedem Durchgang mit einem zusätzlichen TetraPack und wiederholen die Übung so lange, bis Sie den Beutel nicht mehr die geforderten 5 Sekunden in der Horizontalen halten können.

Notieren Sie nun bitte im grauen Kästchen, mit wie vielen TetraPacks insgesamt Sie die Übung geschafft haben.

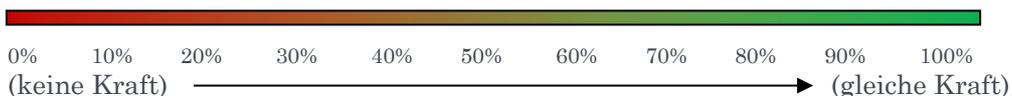
Anzahl der Tetrapacks:
Linke Schulter Rechte Schulter

15. Wie schätzen Sie die momentan vorhandene Kraft im Vergleich zur Situation vor Ihrer Operation ein?

viel besser besser wenig besser gleich/schlechter

16. Wie schätzen Sie allgemein die Kraft Ihrer operierten Schulter im Vergleich zu Ihrer nicht operierten Schulter ein?

Bitte setzen sie ein Kreuz direkt auf die Farbskala von 0 Punkte für „keine Kraft“ bis 100 Punkte für „gleiche Kraft“ wie mit nicht operierten Schulter.



17. Sind Sie Rechts- oder Linkshänder?

Rechts Links

18. Wie zufrieden sind Sie mit dem Operationsergebnis?

Sehr zufrieden.

Zufrieden.

Nicht zufrieden.

19. Platz für Ihre Ergänzungen:

Bitte senden Sie den vollständig oder teilweise ausgefüllten Fragebogen,
die Einwilligungserklärung und ggf. die angefertigten radiologischen Stellungskontrollen der
operierten Schulter auf CD an folgende Adresse:
(frankierter Rückumschlag liegt bei)

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Klinik und Poliklinik für Orthopädie
z. Hd. Herrn André Strahl
Martinistraße 52, Gebäude O18
20246 Hamburg

Alternativ können Sie den Fragebogen auch gerne faxen an:
(040) 7410 55018

Wenn Sie Fragen haben sollten oder Hilfe beim Ausfüllen des Fragebogens benötigen, rufen Sie
uns gerne an: Tel.: (040) 7410 53670 oder (04192) 90 2415

Vielen herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit!

9. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen meinen großen Dank aussprechen, die mich bei der Anfertigung meiner Dissertation unterstützt haben.

Meinem Doktorvater, Professor Dr. med. Wolfgang Rütter, danke ich herzlichst für die freundliche Überlassung des Themas der Dissertation und die ausgezeichnete Betreuung bei der wissenschaftlichen Arbeit.

Des Weiteren danke ich Professor Dr. med. Frank Timo Beil, Direktor der Orthopädischen Kliniken, für die Motivation, das Engagement und den Antrieb bei der Dissertation.

Mein ganz besonderer Dank gilt PD Dr. Christian Ries für die ausserordentliche Unterstützung bei der Umsetzung der Arbeit, indem er mir mit Rat, Anregungen und Korrektur zur Seite stand.

Zudem möchte ich mich bei Dr. André Strahl, der mich bei der Datenauswertung unterstützte und mir auch sonst viele Anregungen gab, bedanken.

Meinen Eltern danke ich für die vielfältige, aber insbesondere für die emotionale Unterstützung während des Studiums und des beruflichen Werdegangs.

Abschließend bedanke ich mich bei meiner Ehefrau Kirsten und meiner Tochter Louise ganz besonders für ihre Liebe, Geduld und Ermutigung sowie für die Zeit, die sie mir für die Anfertigung dieser Doktorarbeit gewährten und immer für einen seelischen Ausgleich sorgten.

10. Lebenslauf

Der Lebenslauf wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt,

11. Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Unterschrift: