

Aus der Abteilung für Orthopädie und Traumatologie
(Chefarzt: Prof. Dr. med. R. Haaker)
des St. Vincenz Hospitals Brakel
Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Göttingen

**FUNKTIONELLE ERGEBNISSE
NACH OBERFLÄCHENERSATZ DES HUMERUSKOPFES
DURCH EINE DUROM CUP PROTHESE
BEI PATIENTEN MIT EINER OMARTHROSE**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät der
Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von
Fouzi Saad

aus
Damaskus

Göttingen 2012

Dekan: Prof. Dr. med. M. Schön

I. Berichterstatter: Prof. Dr. med. R. Haaker

II. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. Dumont

III. Berichterstatter:

Tag der mündlichen Prüfung: 13.02.2013

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	1
2	LITERATURÜBERSICHT	3
2.1	Vorbemerkung zur Geschichte des Schultergelenkersatzes	3
2.2	Formen und Einteilung der Schultergelenksendoprothesen	4
2.3	Totalarthroplastiken	5
2.4	Hemiarthroplastiken	7
2.5	Humeruskopf-Oberflächenersatz	10
2.5.1	Entwicklung und gebräuchliche Modelle	10
2.5.2	Studienlage	15
3	MATERIAL UND METHODIK	20
3.1	Patienten	20
3.2	Datenerhebung	20
3.2.1	Constant-Score	22
3.2.2	DASH-Score	24
3.3	Auswertung und statistische Analyse	25
4	ERGEBNISSE	28
4.1	Deskriptive Darstellung der Stichprobe	28
4.2	Dauer der Nachbeobachtung	29
4.3	Beweglichkeit des Schultergelenks	30
4.4	Constant-Score	31
4.5	DASH-Score	33
4.6	Einfluss des Geschlechts auf die Operationsergebnisse	35
4.6.1	Allgemeine und Operationsdaten	35
4.6.2	Beweglichkeit	36
4.6.3	Constant-Score	37
4.6.4	DASH-Score	39

4.7 Einfluss des Alters auf die Operationsergebnisse	40
4.7.1 Operationsdaten	40
4.7.2 Beweglichkeit.....	41
4.7.3 Constant-Score	42
4.7.4 DASH-Score	44
4.8 Radiologische Nachuntersuchung	45
5 DISKUSSION	47
6 ZUSAMMENFASSUNG	58
7 ANHANG	59
7.1 Abkürzungen.....	59
8 LITERATURVERZEICHNIS	60
9 DANKSAGUNG	67
10 LEBENSLAUF	68

1 Einleitung und Fragestellung

Degenerative Veränderungen des Humeruskopfes können zahlreiche Ursachen haben. Am häufigsten kommen eine Omarthrose, eine rheumatoide Arthritis oder eine avaskuläre Humeruskopfnekrose vor. Die Folgen sind Schmerzen und – teilweise gravierende – Einschränkungen von Beweglichkeit und Funktion. Zur konservativen Behandlung werden physikalische Therapiemaßnahmen, die Anwendung topischer oder systemischer nichtsteroidaler Antiphlogistika bis hin zur intraartikulären Corticoid-Applikation eingesetzt. Bleibt die konservative Therapie erfolglos, werden chirurgische Maßnahmen in Form des Gelenkersatzes oder auch einer Arthrodesse in Erwägung gezogen.

Außer den geschädigten Humeruskopf durch eine Endoprothese zu ersetzen, bemüht man sich in den letzten Jahren vermehrt um eine knochensparende, schonende, chirurgische Vorgehensweise und versucht, wenn möglich, lediglich die angegriffene Oberfläche des Humeruskopfes zu erneuern. Die zerstörten Bereiche werden abgetragen und die normale Anatomie mittels eines kappenförmigen Ersatzes wiederhergestellt. Besonders bei jüngeren, aktiven Patienten hält man sich auf diese Weise die Möglichkeit offen, zu einem späteren Zeitpunkt erforderlichenfalls eine Revision durchzuführen oder auf eine Totalendoprothese auszuweichen (Marquardt und Steinbeck, 2010). Bei älteren Patienten, die häufig weitere Erkrankungen aufweisen, wird besonders die vergleichsweise kurze Anästhesie- und Operationsdauer geschätzt (Mullett et al., 2007; Burgess et al., 2009; Raiss et al., 2009; Fakler et al., 2010). Im Vergleich mit der Totalendoprothetik sind als zusätzliche Vorteile des Oberflächenersatzes ein geringerer intraoperativer Blutverlust, ein geringeres Infektionsrisiko (Mullett et al., 2007; Fakler et al., 2010) sowie ein geringeres Risiko von Frakturen des Humerusschaftes (Boileau et al., 2006; Fakler et al., 2010) zu nennen.

Unter den unterschiedlichen Prothesenmodellen für den humeralen Oberflächenersatz sind besonders der zementfrei verankerte Copeland-Cup (Levy und Copeland, 2004; Levy et al., 2004; Mullett et al., 2007; Buchner et al., 2008; Scalise et al., 2008; Raiss et al., 2009; Raiss et al., 2010) sowie – in weit geringerem Umfang – die mit Zement zu verwendende Scan-Shoulder (Jonsson et al., 1988; Rydholm und Sjögren, 1993; Alund et al., 2000) untersucht worden.

Seit 2000 steht zusätzlich der ebenfalls zementierbare Durom Cup (Rüther, 2002) mit gegenüber der Scan-Shoulder verbesserten Verankerungsmöglichkeiten zur Verfügung. Da die Ergebnisse nach Verwendung des Durom-Cup bisher fast ausschließlich in Fallserien an Patienten mit einer rheumatoiden Arthritis untersucht wurden (Fink et al., 2004; Fürst et al., 2007, 2008; Fakler et al., 2010), ist es das Ziel der vorliegenden Arbeit, die funktionellen Re-

sultate nach einem humeralen Oberflächenersatz durch einen Durom-Cup bei Patienten mit einer Omarthrose darzustellen und auszuwerten.

Im Einzelnen soll folgenden Fragen nachgegangen werden:

- Wie ändern sich Beweglichkeit und Schmerzen des erkrankten Schultergelenks nach dem Einsetzen eines Durom-Cup im Vergleich zum präoperativen Befund?
- Wie fallen die funktionellen Ergebnisse – gemessen mit dem Constant- und dem DASH-Score – aus?
- Werden die funktionellen Ergebnisse durch das Geschlecht oder Alter der Patienten beeinflusst?
- Wie häufig treten radiologisch erkennbare Lockerungszeichen des Oberflächenersatzes auf?

2 Literaturübersicht

2.1 Vorbemerkung zur Geschichte des Schultergelenkersatzes

Vor Einführung von Alloarthroplastiken im Rahmen der Schulterchirurgie wurde als Maßnahme zur Erhaltung der Schulterfunktion bei einer tuberkulös-endzündlichen Gelenkzerstörung, nach Schussverletzungen oder Gelenkversteifungen die Resektion des Gelenkes vorgeschlagen. In der Literatur wird häufig der chirurgische Chirurg Charles White als Vorreiter der Schulterendoprothetik genannt: Da bei einem 14-jährigen Jungen nach einer Osteomyelitis das linke Schultergelenk versteift und schmerzhaft war, entschied er sich dafür, durch eine Humeruskopfresektion die Gelenkbeweglichkeit zumindest teilweise wiederherzustellen. Damit handelte er entgegen der seinerzeit üblichen Praxis, zerstörte Gelenke zu versteifen (Reimers, 1970). Weitere Chirurgen folgten diesem Beispiel und versuchten, die Gelenkmobilität durch Resektionsarthroplastiken zu erhalten (Reimers, 1970; Langenbeck von, 1974; Blauth und Donner, 1979).

Da nach zu ausgedehnter Resektion „Schlottergelenke“ beziehungsweise nach ungenügender Resektion Reankylosen auftraten, wurden Ende des 19./Anfang des 20. Jahrhundert Versuche unternommen, durch Interposition von Gewebe die postoperative Situation zu verbessern beziehungsweise den Operationserfolg auf längere Zeit auszudehnen. Als Interponate wurde autologes Gewebe in Form von Fett, Kapselmaterial, Muskel, Faszie, Hautabschnitte oder aus der Tibia oder Fibula des Patienten entnommene Knochenspäne verwendet (Payr, 1910; Murphy, 1913; Lexer, 1917; Baer, 1918; Brown et al., 1958). Mit Leichenmaterial kam auch heterologes Gewebe zum Einsatz (Lexer, 1908a, 1908b). Bedingt durch die Abstoßung der Transplantate, die Entstehung von Pseudarthrosen oder einer Inaktivitätsatrophie waren die Ergebnisse solcher Interpositionsarthroplastiken weniger zufriedenstellend und in der überwiegenden Anzahl der Fälle nicht lang anhaltend.

Erste Versuche zu einem anatomischen Ersatz des Schultergelenks wurden 1911 durch den deutschen Chirurgen König mit einer Nachbildung des proximalen Humerus aus Elfenbein unternommen (König, 1912, 1913). Im Jahr 1893 setzte der Franzose Pean eine Humeruskopfprothese aus einer Hartgummikugel ein. Die Kugel wurde von zwei Platinstreifen umschlossen, die an der Scapula beziehungsweise am Humerusschaft befestigt wurden (Pean, 1894). Solche frühen Versuche des künstlichen Gelenkersatzes scheiterten letztlich an noch nicht beherrschbaren Infektionen und Materialunverträglichkeiten. Erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde nach positiven Erfahrungen auf dem Gebiet der Hüftendoprothetik auch den Schultergelenksarthroplastiken vermehrte Aufmerksamkeit gewidmet und man entwickelte spezielle Total- und Hemiarthroplastiken für dieses Gelenk. Als Wegbereiter der

modernen Schulterendoprothetik gilt der Amerikaner Neer, der in den späten 1950er Jahren eine Vitallium-Prothese zur Behandlung von Humeruskopfrümmfrakturen einsetzte und etwa 20 Jahre später, nach Erweiterung der Prothese um eine glenoidale Komponente, die ersten Totalalloplastiken zur Behandlung der Osteoarthritis durchführte (Neer, 1974, 2011).

2.2 Formen und Einteilung der Schultergelenksendoprothesen

Im Rahmen der Schultergelenksendoprothetik unterscheidet man heute prinzipiell zwischen Totalarthroplastiken, die sowohl den Humeruskopf als auch die Gelenkpfanne ersetzen, und den reinen Humeruskopfprothesen in Form von Hemiarthroplastiken. Grundsätzlich sind die Prothesen nach dem Prinzip der Kraft- oder Formschlüssigkeit aufgebaut. In der Mehrzahl der Fälle werden heute kraftschlüssige („unconstrained“) Hemiprothesen verwendet (Jerosch und Heisel, 2003). Die Indikationen für einen Schultergelenksersatz fassen Jerosch und Heisel (2003) wie folgt zusammen:

Hemiarthroplastik

- primäre degenerative Omarthrose mit konzentrischem Glenoid
- Humeruskopfnekrose mit noch intaktem Glenoid
- rheumatoide Arthritis mit schlechter Knochenqualität
- 4-Fragment-Fraktur des Humeruskopfes
- 3-Fragment-Fraktur des Humeruskopfes beim älteren Patienten
- Rotatorenmanschettendefekt-Arthropathie (optional: Delta-Prothese)
- proximaler Humerustumor ohne Gelenkbeteiligung
- sekundär dislozierte Osteosynthese
- schmerzhafte Pseudarthrose des proximalen Humerus mit Zerstörung des Humeruskopfes bei noch erhaltenem Glenoid

Totalarthroplastik

- primäre degenerative Omarthrose mit exzentrischem Abrieb der Fossa glenoidalis
- rheumatoide Arthritis mit guter Knochenqualität
- postraumatische schmerzhafte Omarthrose mit Glenoidbeteiligung
- verhakte schmerzhafte Schultergelenkluxation nach dorsal oder ventral
- postinfektiöse schmerzhafte Omarthrose

2.3 Totalarthroplastiken

Nach den grundsätzlichen Konstruktionsprinzipien ergeben sich bei den Totalarthroplastiken drei Untergruppen, die sich durch das Ausmaß der angestrebten Gelenkkongruenz und Stabilität und dem Grad der Verblockung unterscheiden. Die Gestaltung der Prothesen soll nicht nur knöcherner Zerstörungen des Schultergelenkes ausgleichen sondern gegebenenfalls auch die umgebende Weichteilstruktur rekonstruieren.

1. „unconstrained“ – Kraftschlüssige, ungekoppelte Systeme mit inkongruenten Kontaktflächen ermöglichen eine uneingeschränkte Beweglichkeit des Gelenks. Sie bieten durch den geringen Formschluss nur wenig Stabilität und erfordern daher eine intakte Schultergelenksmuskulatur und einen intakten Kapselbandapparat (Neer, 1974; Zhang et al., 2000; Buck et al., 2008; Neer, 2011).

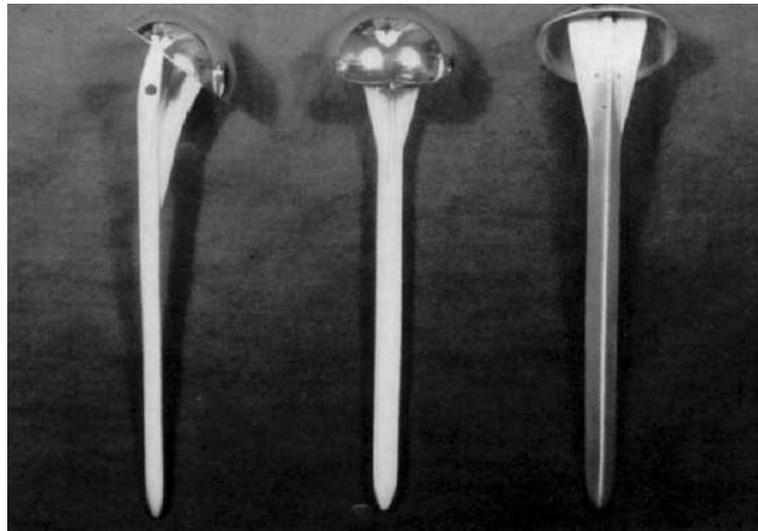


Abbildung 1: Klassische Neer I-Prothese als Beispiel für eine „unconstrained“-Prothese (Neer, 2011)

2. „semi-constrained“ – Halbgeführte, kraftschlüssige, ungekoppelte Systeme mit weitgehender Kongruenz der humeralen und glenoidalen Gelenkoberfläche reduzieren durch den erhöhten Formschluss die Gelenkbeweglichkeit. Modifizierungen dieses Konstruktionsprinzips werden bei vorgeschädigter Rotatorenmanschette gewählt, um die Stabilität zu erhöhen beziehungsweise das Luxationsrisiko zu verringern. An die Verankerung der stark beanspruchten glenoidalen Komponente werden bei diesem Prothesentyp

hohe Anforderungen gestellt, um die Gefahr einer Implantatlockerung zu minimieren (McElwain und English, 1987; Nwakama et al., 2000).

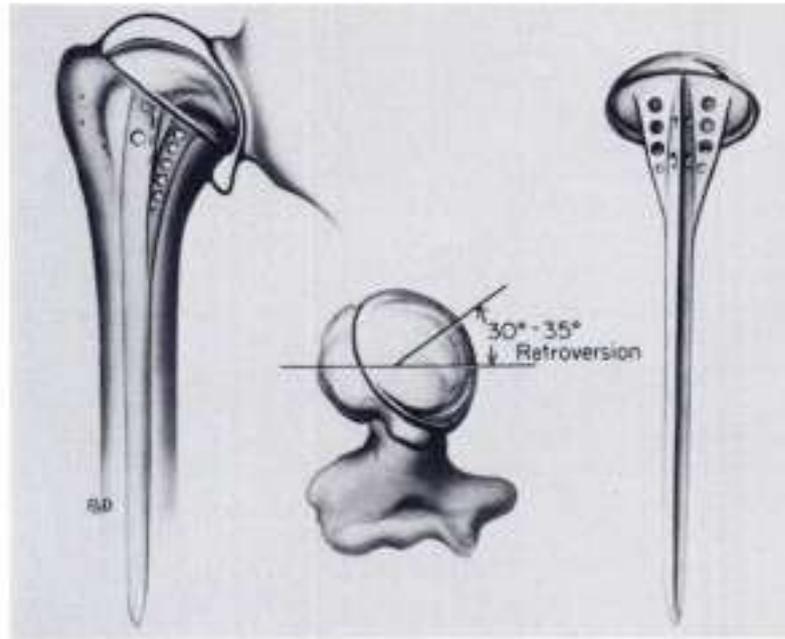


Abbildung 2: Klassische Neer II-Prothese als Beispiel für eine „semi-constrained“-Prothese (Neer, 1974)

Als Sonderform der semi-constrained-Prothese gilt die so genannte inverse Prothese, bei der eine Umkehr von Kopf und Pfanne realisiert wurde, um einen großen Bewegungsumfang zu garantieren.



Abbildung 3: Inverse Schulterprothese nach Grammont (Delta-Schulterprothese, Fa. DePuy Orthopadics Deutschland, Kirkel-Limbach)

3. „full-constrained“ – Formschlüssige, voll gekoppelte Systeme mit kongruenten Gelenkflächen sollen bei zerstörter Rotatorenmanschette die Stabilität des Gelenks gewährleisten, d.h. dass die Beweglichkeit noch weiter eingeschränkt wird und Rotation und Abduktion vom M. deltoideus übernommen werden müssen. Bei diesem Prothesentyp sind die Beanspruchungen der Pfannenverankerung und hieraus resultierend die Risiken einer Implantatlockerung noch höher (Reeves et al., 1972; Zippel, 1972; Kolbel und Friedebold, 1973, 1975; Cofield, 1979; Lettin, 1980; Post et al., 1980; Lettin et al., 1982; Wretenberg und Wallensten, 1999).



Abbildung 4: Stanmore-Prothese als Beispiel für eine „full-constrained“-Prothese (Lettin et al., 1982)

2.4 Hemiarthroplastiken

Unter Hemiarthroplastiken versteht man den alleinigen Ersatz des Humeruskopfes. Als Hemiarthroplastik entwickelte Prothesenmodelle werden allerdings gegebenenfalls auch mit einer glenoidalen Komponente kombiniert.

Nach dem historischen Entwicklungsstand wird zwischen Prothesen der ersten bis vierten Generation differenziert.

Als Prothesen der ersten Generation werden nichtmodulare Monoblockprothesen bezeichnet, bei denen Kopf und Schaft in einem nicht veränderbaren einteiligen Werkstück verbunden sind (Neer et al., 1982; Cofield, 1984; Barrett et al., 1987; Hawkins et al., 1989; Torchia et al., 1997). Sie gehen auf die ersten Prothesenmodelle von NEER zurück (Neer et al., 1982), und die Form des Humeruskopfes richtete sich nach der Krümmung der glenoidalen Polyethylenkomponente im Rahmen der entsprechenden Totalendoprothese.



Abbildung 5: Monoblockprothese der ersten Generation (Neer 2-Prothese, SNKN-300 Sales Brochure fin, Fa. Smith & Nephew, Memphis, Tennessee/USA)

Die Trennung von Kopf und Schaft ermöglicht bei Prothesen der zweiten Generation die Auswahl und Kombination verschiedener Humeruskopfgrößen und somit die Berücksichtigung individueller anatomischer Gegebenheiten (Fenlin et al., 1990; Fenlin et al., 1994; Gartsman et al., 1997; Godeneche et al., 2002). Dieses modulare Konzept erlaubt eine günstigere Anpassung an die Weichgewebe und berücksichtigt den lateralen humeralen Offset.



Abbildung 6: Prothese der zweiten Generation (Cofield 2-Prothese, SNKN-300 Sales Brochure fin, Fa. Smith & Nephew, Memphis, Tennessee/USA)

Bei Prothesen der dritten Generation wurde erstmals der Schritt vollzogen, die Form des Prothesenkopfes den natürlichen Verhältnissen anzugleichen und nicht länger den Hume-

ruskopf durch Fräsen an die Form der vorgegebenen Prothese anpassen zu müssen. Als zusätzliche Formvariablen konnten nun mit Hilfe eines modularen Winkeladapters der Inklinationwinkel zwischen 125° und 140° vorgewählt und die Kopfkalotte exzentrisch verankert werden (Boileau und Walch, 1997; Walch und Boileau, 1999; Robertson et al., 2000).



Abbildung 7: Prothese der dritten Generation (Aequalis-Prothese nach Walch und Boileau, Fa. Tornier, Amsterdam/Niederlande)

Prothesen der vierten Generation ermöglichen schließlich eine stufenfreie Anpassung der Komponenten um drei Achsen. Zu den Parametern Inklinationwinkel und Kopfexzentrizität kam eine Drehmöglichkeit im Kopf-Halsbereich der Prothese hinzu (Habermeyer und Ebert, 1999; Irlenbusch et al., 2011). „Die Schaftgeometrie wird von der Kopfposition unabhängig, der Schaft erlaubt die korrekte Positionierung der Kalotte auf der humeralen Resektionsfläche“ (Habermeyer und Ebert, 1999).



Abbildung 8: Prothese der vierten Generation (Anatomical Shoulder System, Fa. Zimmer Germany, Freiburg)

2.5 Humeruskopf-Oberflächenersatz

2.5.1 Entwicklung und gebräuchliche Modelle

Bei oberflächlichen Defekten des Humeruskopfes kann es ausreichend sein, nur die Oberfläche des Humeruskopfes zu ersetzen, um dem Patienten eine schmerzfreie Schulterfunktion zu ermöglichen. „Gedanklich leitet sich das Konzept zum Einen von der Resektions-Interpositions-Arthroplastik ab, indem als Interponat eine dünne Metallhaube gewählt wird. Zum Anderen kann man es als Miniaturisierung des gestielten Prothesentyps verstehen“ (Rüther, 2002).

Da als Voraussetzung für die erfolgreiche Verwendung eines Oberflächenersatzes ein umfangreicher und solider Erhalt des Humeruskopfes (Rüther, 2002) gilt, beschränken sich die Indikationen auf die Omarthrose (Levy und Copeland, 2001, 2004; Mullett et al., 2007; Buchner et al., 2008), die Osteoarthritis im Rahmen einer rheumatischen Arthritis (Fink et al., 2004; Fürst et al., 2007, 2008; Fakler et al., 2010) und die avaskuläre Humeruskopfnekrose (Levy und Copeland, 2001; Thomas et al., 2005; Mullett et al., 2007), aber auch Oberflächendefekten bei bestehenden Schäden der Rotatorenmanschette (Levy und Copeland, 2001; Thomas et al., 2005; Jerosch et al., 2008; Fakler et al., 2010). Kontraindikationen stellen Frakturen mit subkapitaler Komponente oder sehr ausgedehnte Humeruskopfnekrosen dar (Levy und Copeland, 2004; Raiss et al., 2009).

Folgende Vorteile werden für den Oberflächenersatz des Humeruskopfes genannt:

- Als knochensparendes Verfahren wird der Oberflächenersatz bei jüngeren Patienten bevorzugt, da nach langjährigem Tragen der Prothese Wechseloperationen erleichtert werden (Burgess et al., 2009; Raiss et al., 2009)
- Individuelle Patientenparameter wie Inklination, posteriorer Offset und Retroversion lassen sich technisch vergleichsweise einfach und zuverlässig rekonstruieren (Levy und Copeland, 2004; Burgess et al., 2009; Raiss et al., 2009; Fakler et al., 2010).
- Besonders ältere Patienten profitieren von der kurzen Operations- und Anästhesiedauer, dem geringen intraoperativen Blutverlust und dem geringen Infektionsrisiko (Mullett et al., 2007; Fakler et al., 2010).
- Das Risiko einer periprotetischen Humerusschaftfraktur ist im Vergleich mit stilverankerten Prothesen geringer (Boileau et al., 2006; Fakler et al., 2010).

Als nachteilig gilt ein erschwerter Zugang zum Glenoid (Fakler et al., 2010).



Abbildung 9: Schematische Darstellung eines Oberflächenersatzes des Humeruskopfes in situ am Beispiel des Durom Shoulder cup (Fa. Zimmer, Freiburg)

Zippel berichtete 1973, dass er bei einem Patienten mit rheumatoider Arthritis einen Oberflächenersatz des Humerus mit Hilfe einer einfachen Stahlkappe von 1 mm Wanddicke vorgenommen hatte. Die Kappe wurde über den Humeruskopf gestülpt und mit einer Schraube fest angepresst und fixiert. Der Patient war nach der Operation schmerzfrei und konnte seinen Arm gegenüber dem präoperativen Zustand besser bewegen (Zippel, 1973).

Zehn Jahre später verwendeten Steffee und Moore Femur-Oberflächencups für den Oberflächenersatz des Humerus (Steffee und Moore, 1984). Etwa zeitgleich entwickelte die Arbeitsgruppe Rydholm in Schweden einen Oberflächenersatz speziell für den Humeruskopf: Bei der Scan-Shoulder handelt es sich um eine halbkugelförmige Kappe aus Edelstahl mit einer Wandstärke von 1,7 mm. Der Cup besitzt an seiner Innenseite radiale und umlaufende Einbuchtungen, die die Haftung auf dem Humeruskopf und die Verdrängung überflüssigen Zements erleichtern sollen (Abbildung 10). Die Scan-Shoulder ist in 5 Durchmessern zwischen 30 und 46 mm erhältlich und wird in 135° Inklination und 30° Retroversion eingesetzt (Jonsson et al., 1986; Rydholm und Sjögren, 1993).

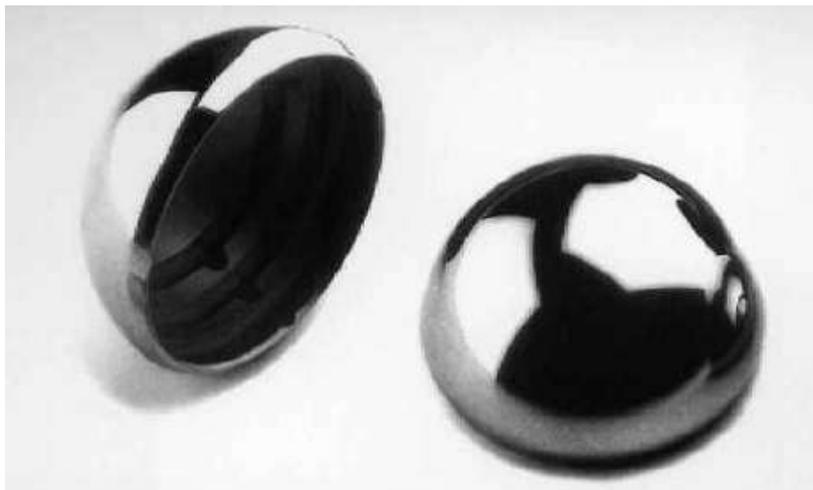


Abbildung 10: Scan-Shoulder (Fa. Scandimed, Sjöbo/Schweden; Alund et al., 2000)

Der sogenannte Copeland-Cup beruht auf der Totalendoprothese nach Copeland, deren humerale Komponente als Oberflächenersatz verwendet wurde. Die Kappe besteht aus einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierung und besitzt einen zentralen, konischen Press-fit-Zapfen, der die Rotationsstabilität gewährleistet (Levy und Copeland, 2001). Aktuelle Modelle sind auf der Innenseite mit Hydroxylapatit beschichtet, um das Einwachsverhalten zu fördern. Dadurch können Copeland-Cups zementfrei eingesetzt werden. Sie sind in verschiedenen

Durchmessern, Kalottenhöhen sowie Formvarianten erhältlich, um die Kappen an das Ausmaß der Oberflächenzerstörung des Humerus individuell anpassen zu können (Abbildung 11).



Abbildung 11: Copeland-Oberflächenersatz (Fa. Biomet Medical)

Der Durom Shoulder Cup besteht aus warmgeschmiedetem Protasul S-30 (FeCrNiMn-MoNbN, ISO 5832-9), das eine hohe Korrosionsbeständigkeit aufweist. Die Form der Kappe ist den anatomischen Verhältnissen des Humeruskopfes nachgebildet. Sie wird in 7 verschiedenen Größen mit Durchmessern von 40 mm bis 52 mm angeboten. Im Inneren ist die Oberfläche des Cups grob gestrahlt, um eine gute Verbindung mit Knochenzement zu gewährleisten. Der Innenrand weist ein charakteristisches Relief aus hervortretenden bzw. eingebuchteten Bereichen auf, die einerseits der Zentrierung dienen und andererseits ein enges Anliegen am gefrästen Humeruskopf ermöglichen. Zentral findet sich ein zylindrischer Zapfen, der ebenfalls der Zentrierung dient und ein Abkippen der Prothese vom sphärisch gefrästen Humeruskopf verhindert. Eine zentrale Bohrung des Zapfens erlaubt eine geführte Implantation mittels Kirschnerdraht (Rüther, 2002).



Abbildung 12: Durom® Shoulder Cup (Fa. Zimmer Germany, Freiburg)

Daneben existieren verschiedene weitere Kappenmodelle, die seltener verwendet werden und über die kaum klinische Studien existieren. An dieser Stelle sei wegen ihres besonderen Konstruktionsprinzips die EPOCA RH-Oberflächenersatzprothese (Fa. Synthes, Schweiz) genannt, die durch ihre mit Hydroxylapatit beschichtete, perforierte, leicht konisch geformte Innenkrone eine epiphysäre Fixation und eine gute primäre Press-fit-Stabilität erreichen soll (Marquardt et al., 2009).

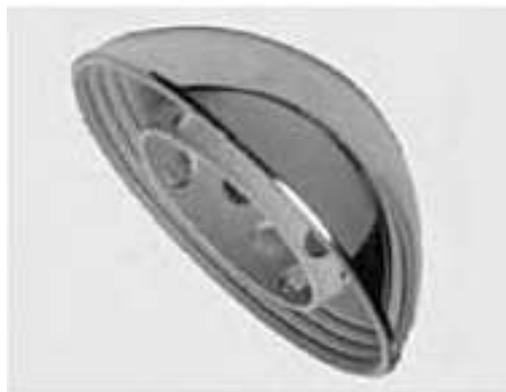


Abbildung 13: EPOCA RH-Oberflächenersatzprothese (Fa. Synthes, Schweiz; Marquardt et al., 2009)

Eine weitere Sonderform stellt das HemiCAP-System dar (Fa. Arthrosurface, Franklin, Massachusetts/USA). Die Oberflächenkappe aus Chrom-Kobalt-Legierung ist in verschiedenen

Größe erhältlich und lässt sich homogen in die gesunde Gelenkoberfläche einfügen. Sie ist mit einem Konus und einer Titanplasma-schicht versehen und wird auf einen separaten, zylindrischen Schraubenkörper aufgeschraubt.



Abbildung 14: HemiCAP-Shoulder Resurfacing System (Fa. Arthrosurface, Franklin, Massachusetts/USA)

2.5.2 Studienlage

In der folgenden Tabelle 1 sind die Kenndaten der vorliegenden klinischen Studien zu den aktuell gebräuchlichen, humeralen Oberflächenersatzprothesen zusammengefasst. Auf die funktionellen Ergebnisse der einzelnen Studien wird im Rahmen der Diskussion im Vergleich mit den eigenen Resultaten eingegangen.

Man sieht in der Übersicht, dass sich bislang erst wenige Studien mit jeweils meist recht kleinen Fallzahlen mit den Ergebnissen nach Oberflächenersatz des Humeruskopfes befasst haben. Als am besten untersucht, stellt sich der Copeland-Cup dar, über den acht Studien (hiervon zwei mit identischem Patientengut [Raiss et al., 2009, Raiss et al., 2010]) mit Nachuntersuchungsergebnissen von insgesamt 189 Schultergelenken publiziert wurden. Die Studien umfassen das gesamte Indikationsspektrum des Oberflächenersatzes und Patienten jeden Alters. Durch die Möglichkeit, den Copeland-Cup mit einer entsprechenden glenoidalen Komponente zu einer Totalendoprothese kombinieren zu können, wurden häufig Vergleiche zwischen dem Oberflächenersatz und einer (kontralateralen) Totalendoprothese vorge-

nommen. Als Besonderheit führten Buchner et al. (2008) eine prospektive Matched-Pair-Studie zum direkten Vergleich zwischen den Ergebnissen nach Einsetzen eines Copeland-Cups oder einer Aequalis-TEP bei primärer Osteoarthritis durch. Die Patienten wurden nach Alter, Geschlecht und Diagnose gepaart. Hierbei erwies sich der Copeland Oberflächenersatz nach einem Jahr der TEP als nur geringfügig unterlegen, so dass die Autoren eine Verwendung der Cups empfehlen.

Im Gegensatz zum Copeland-Cup werden die Scan-Shoulder und der Durom-Cup zementiert. Zur Scan-Shoulder liegen lediglich drei Studien über insgesamt 116 Schultergelenke vor. Als einzige Indikation wurde die rheumatoide Arthritis gewählt. Die jüngste Studie (Alund et al., 2000) kommt wegen des häufigen Auftretens radiologischer Lockerungszeichen zu dem Schluss, dass ein routinemäßiger Einsatz der Scan-Shoulder bei rheumatoider Arthritis trotz zufriedenstellender klinischer Ergebnisse nach vier Jahren zumindest in Frage gestellt werden muss.

Als alternativen zementierbaren Oberflächenersatz entwickelte Rüter den Durom Cup, der zur Verbesserung der Verankerung neben einem Innenrelief aus hervorstehenden und eingebuchteten Bereichen einen zentral liegenden Zapfen, eine grob gestrahlte Oberfläche und einen zylindrischen Abschluss am Äquator besitzt (Fürst et al., 2008). Erste kurz- und mittelfristige Ergebnisse wurden in vier Fallserien – davon zwei mit identischem Patientengut (Fürst et al., 2007, 2008) – publiziert. Insgesamt wurden in die Studien 180 Schultergelenke eingeschlossen, die in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle durch eine rheumatoide Arthritis geschädigt waren.

Die vorliegende Untersuchung soll eine Lücke schließen, und die funktionellen Ergebnisse nach Einsetzen eines Durom Cup bei Patienten mit einer Omarthrose analysieren.

Tabelle 1: Übersicht über klinische Studien zum humeralen Oberflächenersatz mit verschiedenen Kappenmodellen

(OP = Operationen, Pat. = Patienten, SG = Schultergelenke, Mon. = Monate, NU = Nachuntersuchung, OA = Omarthrose, RA = rheumatoide Arthritis, HKN = Humeruskopfnekrose, RM = Defekte der Rotatorenmanschette, PA = posttraumatische Arthrose, IN = Instabilität, k.A. = keine Angabe, TEP = Totalendoprothese)

Autoren	Anzahl OP Pat./SG	Alter (Jahre)	Follow up (Jahre)	Anzahl NU Pat./SG	Indikationen	Prothesenart	Endpunkte	Studien-typ
Levy und Copeland, 2001	94/103	64,3	6,8	1. 68 SG 2. 35 SG	OA, RA, RM, HKN, IN	1. Copeland-TEP 2. Copeland-Cup	Constant-Score	Fallserie
Levy und Copeland, 2004	1. 42/43 2. 37/46	1. 71,5 2. 73,4	1. 7,6 2. 4,4	k.A./39 k.A./30	OA	1. Copeland-TEP 2. Copeland-Cup	Constant-Score	Fallserie
Levy et al., 2004	62/75	60,7	6,5	62/75	RA	1. Copeland-TEP (n = 33 S.) 2. Copeland-Cup (n = 42 S.)	Constant-Score Patientenzufriedenheit	Fallserie
Thomas et al., 2005	44/48	70	2,8	44/48	OA, RA	Copeland-Cup	Constant-Score	Fallserie
Mullett et al., 2007	29/29	84,3	4,7	21/21	OA, RA, RM, HKN	1. Copeland-TEP 2. Copeland-Cup	Constant-Score Patientenzufriedenheit	Fallserie
Buchner et al., 2008	1. 22/22 2. 22/22	1. 61,4 2. 61,1	1	1. 22/22 2. 22/22	OA	1. Copeland-Cup 2. Aequalis-TEP	Constant-Score	Prospektive vergleichende Studie
Jerosch et al., 2008	25/25	69	2,2	25/25	RM	Copeland-Cup	Constant-Score Patientenzufriedenheit	Fallserie

Autoren	Anzahl OP Pat./SG	Alter (Jahre)	Follow up (Jahre)	Anzahl NU Pat./SG	Indikationen	Prothesenart	Endpunkte	Studien-typ
Scalise et al., 2008	1. 16/16 2. 76/76 3. 62/62	45 67 60	1. 1,6 2. k.A. 3. 0,8	1. 16/16 2. 76/76 3. 62/62	OA, RA, HKN, PA	1. Copeland- oder DePuy-Cup 2. TEP 3. HemiCAP	Schmerz, Funktion, Zufriedenheit	Fallserie
Raiss et al., 2009/Raiss et al., 2010	13/17	48	3	14/17	HKN	1. Copeland- oder EPOCA-RH Cup	Constant-Score	Fallserie
Jonsson et al., 1988	8	37,4	1. 2 2. 10	1. 5 2. 5	RA	1. (Scan?)-Cup 2. Arthrodesse	UCLA-Score (Kraft, Schmerz, Funktion, Beweglichkeit)	Vergleichende Studie
Rydholm und Sjögren, 1993	70/84	53	4,2	59/72	RA	Scan-Cup	Schmerz, Funktion, Beweglichkeit, Patientenzufriedenheit	Fallserie
Alund et al., 2000	41/47	55	4,4	33/39	RA	Scan-Shoulder	Constant-Score Patientenzufriedenheit	Fallserie
Fink et al., 2004	39/45	62,7	3,8	39/45	RA	Durom Cup	Constant-Score	Fallserie
Fürst et al., 2007/Fürst et al., 2008	35/42	61,4	6,1	29/35	RA	Durom Cup	Constant-Score	Fallserie

Autoren	Anzahl OP Pat./SG	Alter (Jahre)	Follow up (Jahre)	Anzahl NU Pat./SG	Indika- tionen	Prothesenart	Endpunkte	Studien- typ
Fakler et al., 2010	49/52	70,7	3,4	38/39	OA, RA, RM, HKN, PA	Durom Cup	Constant-Score DASH-Score	Fallserie

3 Material und Methodik

3.1 Patienten

In der orthopädischen Abteilung des St. Vincenz-Hospitals in Brakel werden für die Rekonstruktion des Schultergelenks indikationsbezogen zahlreiche Varianten des Gelenkersatzes verwendet wie beispielsweise inverse Schulterprothesen (Delta Xtend), Traumaprothesen (Affinis Mathysmedical), anatomische Prothesen (Biomet) und vereinzelt als zementfreie Oberflächenersatzvarianten Copeland-Cup und Epoca-Cup sowie Biomet TESS-Prothesen. Der Durom-Cup kam nur bei erhaltener Rotatorenmanschette zum Einsatz.

In die Studie wurden zunächst 31 Patienten eingeschlossen, bei denen in den Jahren 2001 bis 2010 ein Oberflächenersatz des Schultergelenks mit Hilfe einer Durom-Cup-Prothese (Fa. Zimmer Germany, Freiburg) vorgenommen wurde. Zwei Patienten mussten nachträglich ausgeschlossen werden: Eine Patientin verstarb im März 2009 an einer Herzinsuffizienz. Und bei einer Patientin erfolgte zwei Jahre nach Implantation der Durom-Cup-Prothese eine Reoperation mit Wechsel auf eine Delta-Inverse-Prothese.

Es verblieben 29 Patienten für die vorliegenden Untersuchung. Hiervon waren drei Patienten beidseitig operiert worden, so dass 32 Schultergelenke zur Auswertung gelangten.

Die Untersuchungen wurden zwischen Anfang November 2009 und Ende März 2010 durchgeführt.

3.2 Datenerhebung

Aus den Krankenakten wurden Anamnese und die präoperativen Untersuchungsbefunde, einschließlich des präoperativen Bewegungsumfanges, entnommen.

Bei allen Patienten wurde der postoperative Bewegungsumfang der Schulter in Abduktion, Flexion und Außenrotation ermittelt.

Bei 26 der 29 Patienten konnten Röntgenaufnahmen im Rahmen des Nachbehandlungsschemas (6 Monate postoperativ, danach jährlich bzw. ab 7 Jahre postoperativ alle zwei Jahre). Bezüglich der Durchführung und Verwendung der Röntgenaufnahmen lag ein positives Votum der Ethikkommission vor.

Zur Beurteilung der Schulterfunktionsfähigkeit wurden der Constant-Score (Constant und Murley, 1987) und die Parameter „subjektive Beurteilung“, „Erwartungshaltung Schmerz“ und „Erwartungshaltung Funktion“ des DASH-Scores (Hudak et al., 1996) verwendet.

3.2.1 Constant-Score

In den Constant-Score fließen vier Parameter ein:

- Beurteilung der Schmerzen (15 Punkte),
- Fähigkeit zur Verrichtung von Alltagsaktivitäten (20 Punkte),
- Beweglichkeit (40 Punkte),
- Kraft (25 Punkte).

Maximal sind 100 Punkte erreichbar.

Beim Constant-Score wird der Bewegungsumfang mit maximal 40 Punkten bewertet. Der Bewegungsumfang wird aktiv ermittelt und entsprechend der möglichen Bewegungsebenen des Schultergelenkes in Flexion (maximal 10 Punkte), Abduktion (maximal 10 Punkte), Außenrotation (maximal 10 Punkte) und Innenrotation (maximal 10 Punkte) untersucht.

Die Flexion und Abduktion werden mittels Goniometer am stehenden Patienten ermittelt und die Gradzahlen nach dem in Tabelle 2 dargestellten Schema in Punktwerte umgerechnet. Die Bestimmung des Ausmaßes der Außenrotation wird anhand der Stellung von Hand und Ellenbogen definiert. Die im Weiteren aufgezählten Teilkomponenten werden jeweils mit zwei Punkten bewertet, wenn sie der Patient ausführen kann. Die Bestimmung des Ausmaßes der Innenrotation richtet sich nach der Höhe auf der Körperrückseite, die mit dem Handrücken der zu untersuchenden oberen Extremität erreicht werden kann.

Tabelle 2: Beurteilung der Schulterfunktion nach dem Constant-Score

Parameter	Kategorie	Punkte	
Schmerzen	keine	15	
	leichte	10	
	mäßige	5	
	schwere	0	
Aktivität	uneingeschränkte Arbeitsfähigkeit	4	
	uneingeschränkte Sportfähigkeit	4	
	uneingeschränkte Nachtruhe	2	
Beweglichkeit	Abduktion	151-180°	10
		121-150°	8
		91-120°	6
		61-90°	4
		31-60°	2
		bis 30°	0
Beweglichkeit	Flexion	151-180°	10
		121-150°	8
		91-120°	6
		61-90°	4
		31-60°	2
		bis 30°	0
Beweglichkeit	Außenrotation		
	Hand hinter dem Kopf – Ellbogen nach vorne	2	
	Hand hinter dem Kopf – Ellbogen nach hinten	2	
	Hand auf dem Kopf – Ellbogen nach vorne	2	
	Hand auf dem Kopf – Ellbogen nach hinten	2	
	volle Elevation vom Kopf aus	2	
	Innenrotation: Handrücken auf Höhe		
	- des 7. Brustwirbelkörpers	10	
	- des 12. Brustwirbelkörpers	8	
	- des lumbosakralen Übergangs	6	
	- des Iliosakralgelenks	4	
	- der Glutäen	2	
- des Trochanter major	0		

3.2.2 DASH-Score

Mit Hilfe des DASH-Scores (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand, Hudak et al., 1996) können Patienten subjektiv das Operationsergebnis und die Erfüllung ihrer Erwartungen hinsichtlich Schmerzen und Funktion mit Hilfe eines Fragebogens aus 78 Items erfassen. Für jede Einzelfrage sind 5 Antwortmöglichkeiten vorgegeben, wobei für die jeweils beste Möglichkeit 1 Punkt und die jeweils schlechteste 5 Punkte vergeben werden.

Darüber hinaus kann eine modifizierte – auch hier eingesetzte – Kurzfassung verwendet werden, mit deren Hilfe subjektive Beurteilung und die Erwartungshaltung Schmerzen sowie Funktion nach dem gleichen Muster beurteilt werden (Tabelle 3), und die eine gute Einsicht in die Zufriedenheit der Patienten mit ihrem Operationsergebnis erlaubt.

Tabelle 3: Modifizierter DASH-Score

Parameter	Kategorie	Punkte
Subjektive Beurteilung	sehr gut	1
	gut	2
	befriedigend	3
	ausreichend	4
	mangelhaft	5
Erwartungshaltung Schmerzen	sehr viel besser	1
	besser als erwartet	2
	so wie erwartet	3
	schlechter als erwartet	4
	sehr viel schlechter als erwartet	5
Erwartungshaltung Funktion	sehr viel besser	1
	besser als erwartet	2
	so wie erwartet	3
	schlechter als erwartet	4
	sehr viel schlechter als erwartet	5

3.3 Auswertung und statistische Analyse

In die Auswertung wurden folgende Variablen einbezogen:

Geschlecht	CS Kraft präOP
Alter	CS Kraft postOP
Alter in Kategorien	CS Kraft Differenz post-präOP
operierte Seite	CS präOP
Voroperation an der Schulter	CS postOP
Jahr der OP	CS Differenz post-prä
Indikation	Subjektive Beurteilung
CS Schmerz präOP	Erwartungshaltung Schmerzen
CS Schmerz postOP	Erwartungshaltung Funktion
CS Schmerz Differenz post-präOP	Abduktion präOP
CS Aktivität präOP	Flexion präOP
CS Aktivität postOP	Außenrotation präOP
CS Aktivität Differenz post-präOP	Abduktion postOP
CS Beweglichkeit präOP	Flexion postOP
CS Beweglichkeit postOP	Außenrotation postOP
CS Beweglichkeit Differenz post-präOP	

[CS = Constant Score, OP = Operation/operativ]

Die Auswertungen wurden mit dem Programmpaket STATISTICA (Fa. StatSoft Inc., Tulsa/USA) durchgeführt.

Für stetige Variablen¹ wurden als statistische Kenngrößen der arithmetische Mittelwert, die Standardabweichung, Median sowie Minimum und Maximum ermittelt. Für diskrete Variablen² wurden die absoluten und relativen Häufigkeiten (in Prozent) angegeben.

-
- 1 Die Abstände der aufeinander folgenden Intervalle der Variablen sind konstant (hier zum Beispiel Lebensjahre).
 - 2 Die Ergebnisse sind in Kategorien angeordnet (hier zum Beispiel Geschlecht männlich oder weiblich).

Es wurden folgende statistische Tests verwendet (Sachs, 2004; Pospeschill, 2006):

- Unterschiede in den Mittelwerten stetiger Variablen bei abhängigen Untersuchungen³ (hier zum Beispiel Constant-Score bei einem Patienten post- versus präoperativ) wurden mit Hilfe des Wilcoxon-Tests für Paardifferenzen analysiert. Als Ergebnis wird eine Tabelle angegeben, die neben der Anzahl gültiger Wertepaare (Gültige N), einige Zwischenergebnisse der Signifikanzberechnung (T, Z) und die Irrtumswahrscheinlichkeit p enthält.
- Zur Ermittlung von Unterschieden in den Mittelwerten stetiger Variablen bei unabhängigen⁴ Untersuchungen (hier zum Beispiel mittleres Lebensalter bei Frauen und Männern) wurde der U-Test von Mann und Whitney verwendet.
- Zur Untersuchung der Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung diskreter Variablen wurde der Chi²-Test gewählt. Sind zwei Stichproben A und B (hier zum Beispiel Frauen/Männer) nach zwei Ausprägungen eines Merkmals M1 oder M2 aufgeteilt (hier zum Beispiel Alter bis/über 68 Jahre), wird eine Vierfeldertafel mit den Besetzungszahlen a, b, c und d aufgestellt:

	Stichprobe		
Merkmal	A	B	
M1	a	c	S1 = a+c
M2	b	d	S2 = b+d
	S3 = a+b	S4 = c+d	

Mit dem χ^2 -Test für die Auswertung von Vierfeldertafeln wird geprüft, ob sich die Randsummen S1 bis S4 hinsichtlich des untersuchten Merkmals unterscheiden oder nicht. Eine Verallgemeinerung auf mehrere Stichproben und/oder mehrere Merkmale bietet die Darstellung in einer k*c-felder-Tafel, die ebenfalls mit Hilfe des χ^2 -Tests auf statistisch signifikante Unterschiede hinsichtlich der Merkmalsausprägungen untersucht werden kann.

-
- 3 Untersuchungen am gleichen Patienten (z.B. Befund vor und nach einer Behandlung am gleichen Patienten)
 - 4 Untersuchungen an verschiedenen Patienten (z.B. Vergleich der Befunde von Männern und Frauen)

Bei kleinen Besetzungszahlen lieferte der exakte Test nach Fisher zuverlässigere Resultate als der Chi²-Test.

Ergebnis eines jeden Tests ist die Irrtumswahrscheinlichkeit p . Je kleiner p , desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein postulierter Unterschied oder Zusammenhang zwischen Stichproben tatsächlich existiert. Als Schwelle für ein statistisch signifikantes Ergebnis wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,05$ gewählt. Für den Fall $p > 0,05$ wurde das Ergebnis als nicht signifikant angegeben: Ein Unterschied oder Zusammenhang war nicht mit ausreichender Sicherheit nachzuweisen.

4 Ergebnisse

4.1 Deskriptive Darstellung der Stichprobe

In die Untersuchung wurden 29 Patienten einbezogen. Es handelte sich um 16 Frauen (55,2%) und 13 Männer (44,8%). Das mittlere Alter der Patienten betrug $70,2 \pm 7,1$ Jahre bei einer Spannweite der Werte von 55 bis 83 Jahren. Zwölf Patienten (41,4%) waren bis 68 Jahre alt und 17 Patienten (58,6%) älter als 68 Jahre.

Bei drei Patienten wurden beide Schultergelenke operiert, so dass insgesamt 32 Schultergelenke zur Auswertung vorlagen. Bezogen auf die Schultergelenke betrug das mittlere Alter $70,6 \pm 6,9$ Jahre und 19 Schultergelenke (59,4%) stammten von weiblichen, 13 Schultergelenke (40,6%) von männlichen Patienten.

Bei der Einteilung der Patienten in Alterskategorien stammten 12 Schultern (37,5%) von Patienten bis 68 Jahre und 20 Schultern (62,5%) von Patienten über 68 Jahre.

Es wurden 15 linke (46,8%) und 17 rechte (53,2%) Schultergelenke operiert.

Aus der Verteilung der Operationen wird ersichtlich, dass der Oberflächenersatz des Humerus mit dem Durom Shoulder Cup bis einschließlich zum Jahr 2006 nur vereinzelt durchgeführt wurde. Ab 2007 betrug die jährliche Operationsfrequenz fünf bis neun Fälle jährlich (Abbildung 15).

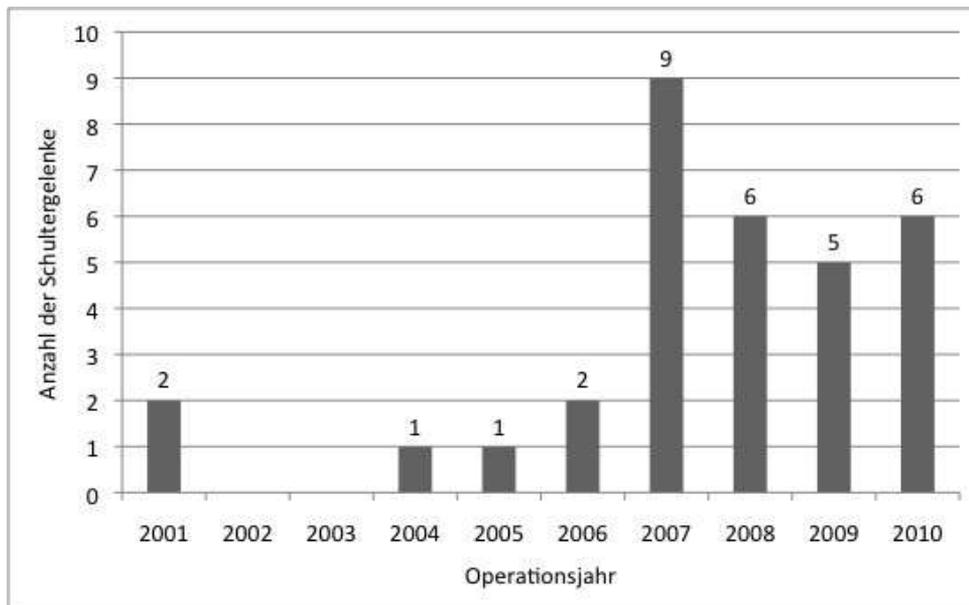


Abbildung 15: Zeitliche Verteilung der Operationen (n = 32 Schultergelenke)

Bei fünf Schultergelenken (15,6%) waren Voroperationen vorgenommen worden. Es hatte sich ausnahmslos um eine arthroskopische subacromiale Dekompression (SAD) auf Grund einer Omarthrose gehandelt. Der Abstand zwischen Voroperation und dem aktuellen Oberflächenersatz betrug zweimal 1 Jahr, zweimal 2 Jahre und einmal 10 Jahre.

Als Operationsindikation für den Oberflächenersatz des Humeruskopfes war in der überwiegenden Anzahl der Fälle, bei 30 Schultergelenken (93,8%) eine primäre Omarthrose genannt worden. Bei einem Schultergelenk (3,1%) lag eine sekundäre post-traumatische Omarthrose und bei einem weiteren Schultergelenk (3,1%) eine sekundäre Omarthrose als Folge einer Humeruskopfnekrose vor.

4.2 Dauer der Nachbeobachtung

Die Nachuntersuchungen fanden zwischen 0,5 und 9 Jahren nach dem Oberflächenersatz des Humeruskopfes statt. Die durchschnittliche Nachbeobachtungsdauer betrug $2,7 \pm 2,1$ Jahre.

4.3 Beweglichkeit des Schultergelenks

Postoperativ hatten sich sowohl Abduktion als auch Flexion und Außenrotation statistisch hoch signifikant verändert (Tabelle 4). Der Ausmaß der Abduktion besserte sich von präoperativ $69,1 \pm 29,7^\circ$ auf postoperativ $118,8 \pm 21,4^\circ$, die Flexion von $81,6 \pm 31,1^\circ$ auf $123,1 \pm 24,2^\circ$ und die Außenrotation von $23,0 \pm 16,2^\circ$ auf $42,7 \pm 13,6^\circ$.

Tabelle 4: Verbesserungen der Beweglichkeit nach dem Oberflächenersatz des Schultergelenks (n = 32)

Parameter	präoperativ	postoperativ	Differenz	p
Abduktion (°)	$69,1 \pm 29,7$	$118,8 \pm 21,4$	$49,7 \pm 25,8$	< 0,0001
Flexion (°)	$81,6 \pm 31,1$	$123,1 \pm 24,2$	$41,5 \pm 28,2$	< 0,0001
Außenrotation (°)	$23,0 \pm 16,2$	$42,7 \pm 13,6$	$19,7 \pm 15,3$	< 0,0001

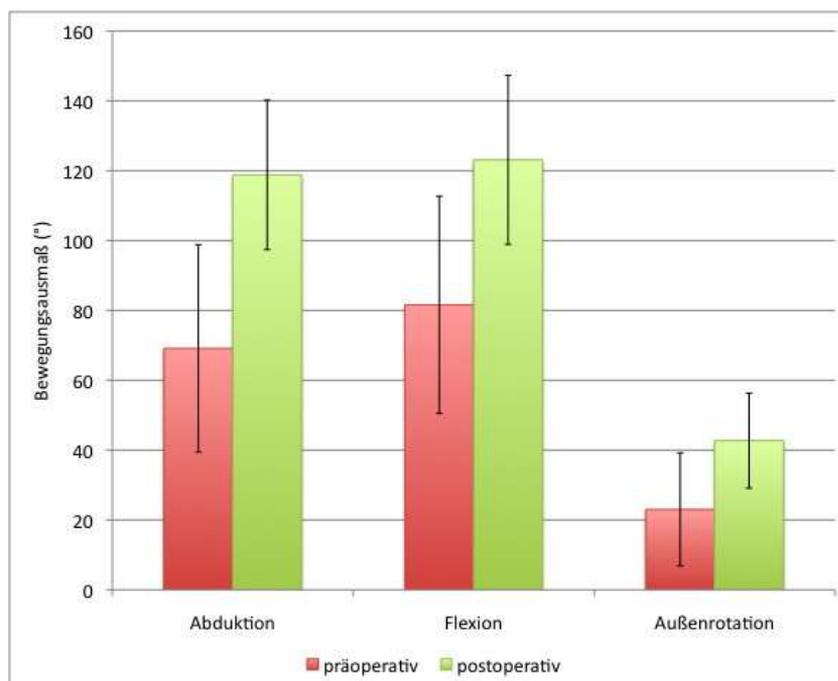


Abbildung 16: Verbesserungen der Beweglichkeit nach dem Oberflächenersatz des Schultergelenks (n = 32)

4.4 Constant-Score

Der Constant-Score hatte vor der Operation im Durchschnitt $44,5 \pm 10,6$ Punkte betragen und sich postoperativ statistisch hoch signifikant auf $61,4 \pm 13,1$ Punkte verbessert (Abbildung 17).

Auch bezüglich der einzelnen Kategorien des Constant-Scores waren statistisch hoch signifikante Verbesserungen bei jedem Parameter zu verzeichnen (Tabelle 5).

Tabelle 5: Veränderungen der Einzelparameter des Constant-Scores sowie des Gesamtscores bei 32 Schultergelenken (Angabe in Punkten; MW \pm SD)

Parameter	präoperativ	postoperativ	Differenz	p
Schmerzen	$7,3 \pm 2,1$	$10,2 \pm 2,2$	$2,9 \pm 2,1$	$< 0,0001$
Aktivität	$8,8 \pm 2,7$	$12,3 \pm 2,8$	$3,5 \pm 3,0$	$< 0,0001$
Beweglichkeit	$15,7 \pm 5,9$	$24,0 \pm 6,4$	$8,3 \pm 5,4$	$< 0,0001$
Kraft	$12,9 \pm 3,1$	$15,0 \pm 4,1$	$2,1 \pm 3,1$	$< 0,001$
Gesamt	$44,6 \pm 10,6$	$61,4 \pm 13,1$	$16,8 \pm 10,5$	$< 0,0001$

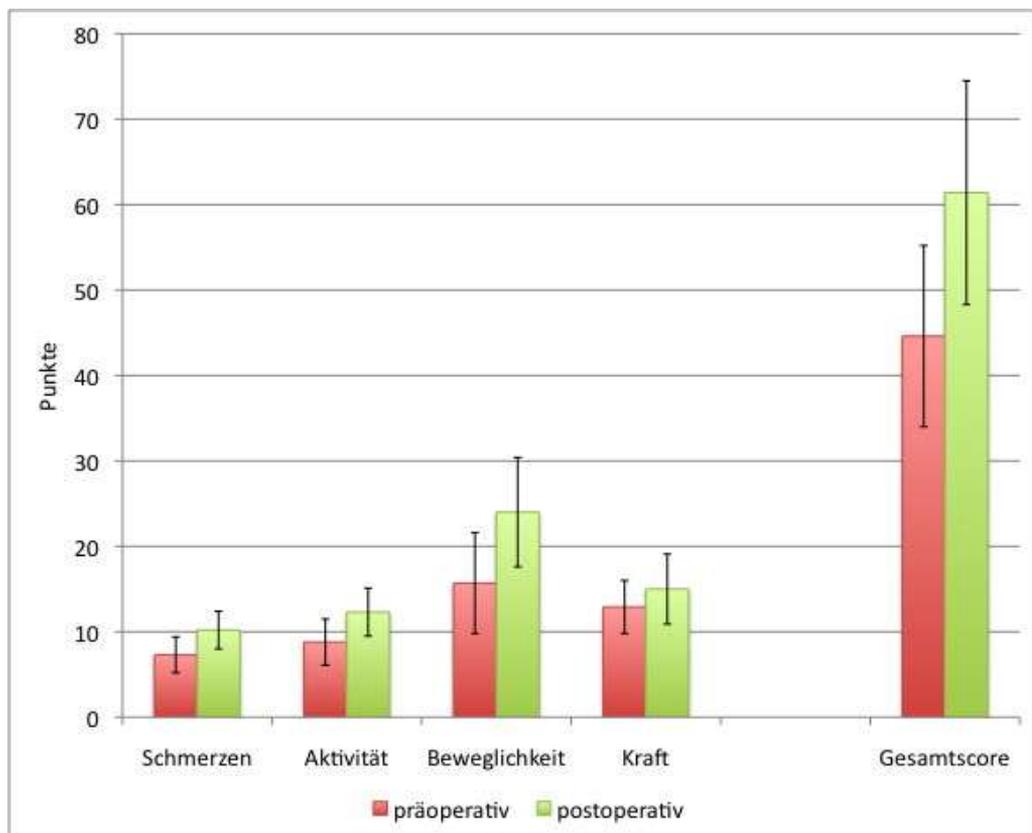


Abbildung 17: Veränderungen der Einzelparameter des Constant-Scores sowie des Gesamtscores bei 32 Schultergelenken (MW ± SD)

4.5 DASH-Score

Sieben Patienten (21,9%) beurteilten ihr Operationsergebnis als sehr gut und 14 (43,8%) als gut. Weitere 7 Patienten (21,9%) erachteten das Ergebnis als befriedigend und die restlichen 4 Patienten (12,5%) fanden es noch ausreichend. Kein Patient vergab die Beurteilung mangelhaft.

Die durchschnittliche Punktzahl betrug $2,3 \pm 1,0$ Punkte.

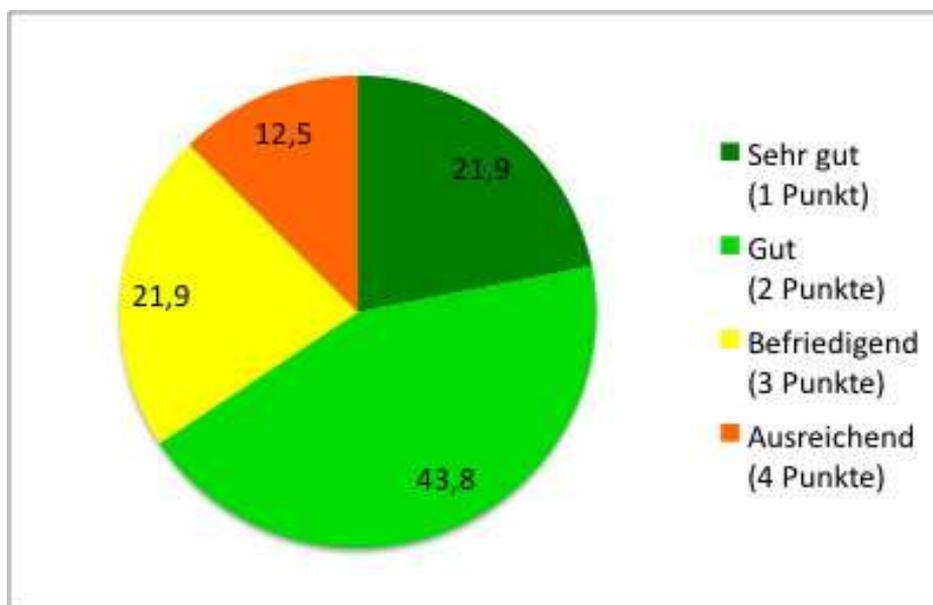


Abbildung 18: Subjektive Beurteilung des Operationsergebnisses durch die Patienten (n = 32 Schultergelenke, Angabe in %)

Nur bei 3 Patienten (9,4%) fielen die Schmerzen nach ihrer Operation größer aus als erwartet, aber bei keinem Patienten sehr viel stärker als erwartet. Die Schmerzstärke fiel bei 9 Patienten (28,1%) genau so wie erwartet aus. D.h., dass die Schmerzen bei insgesamt 20 Patienten (62,5%) geringer als erwartet waren (Abbildung 19).

Zusammenfassend wurden im Mittel $2,2 \pm 0,9$ Punkte vergeben.

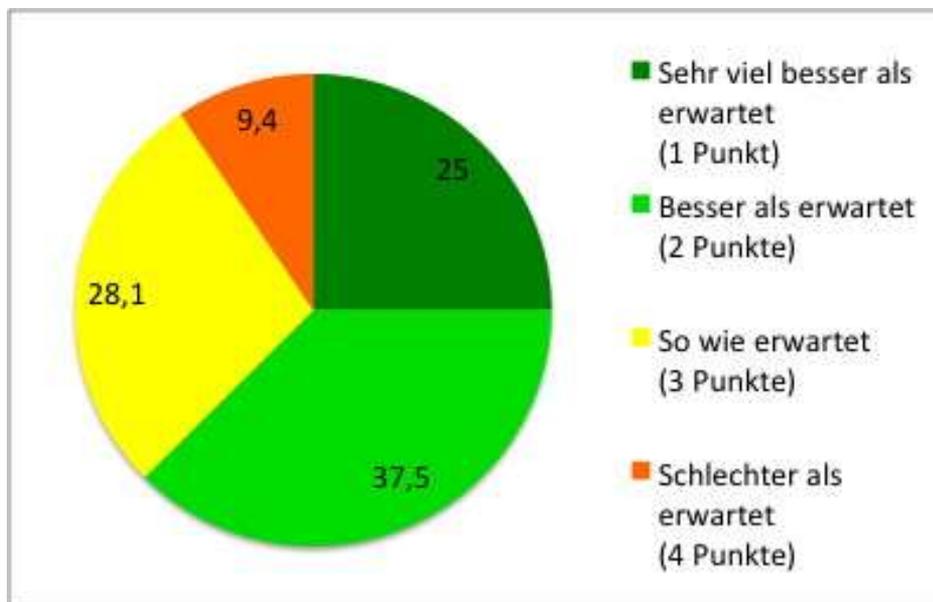


Abbildung 19: Erwartungshaltung Schmerzen (n = 32 Schultergelenke, Angabe in %)

Auch die Erwartungen hinsichtlich der Funktion wurden bei der Mehrheit der Patienten erfüllt. 20 Patienten (62,5%) beurteilten die Funktion des operierten Schultergelenks sehr viel besser oder besser als erwartet (Abbildung 20). Bei zehn Patienten (31,3%) fiel sie wie erwartet aus und nur bei zwei Patienten (6,3%) schlechter als erwartet. Auch hier wurde die vorgegebene Kategorie „sehr viel schlechter als erwartet“ in keinem Fall gewählt.

Insgesamt vergaben die Patienten $2,3 \pm 0,8$ Punkte.

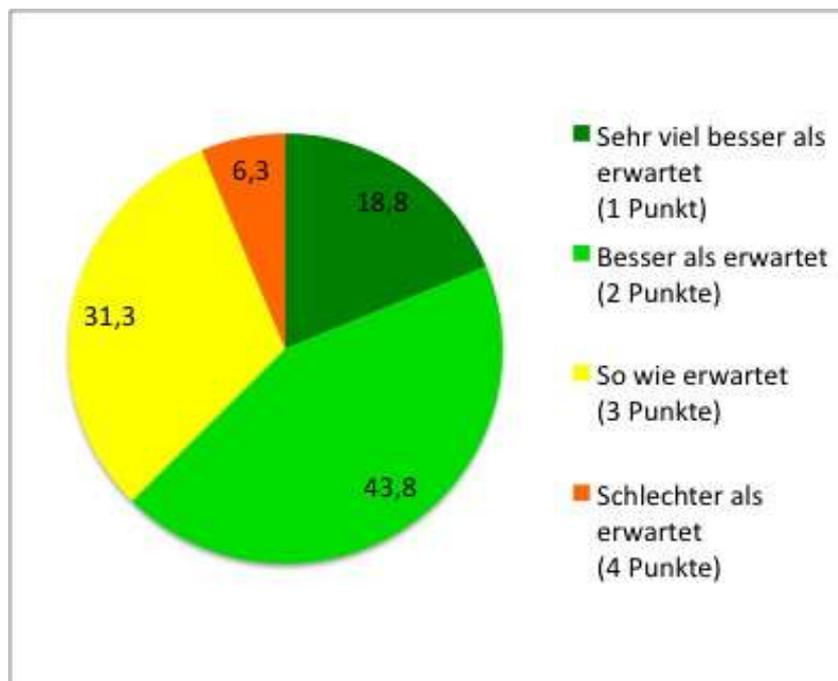


Abbildung 20: Erwartungshaltung Funktion (n = 32 Schultergelenke, Angabe in %)

4.6 Einfluss des Geschlechts auf die Operationsergebnisse

4.6.1 Allgemeine und Operationsdaten

Die weiblichen Patienten waren mit $73,4 \pm 6,1$ Jahren statistisch signifikant älter als die männlichen Patienten mit $66,6 \pm 6,3$ Jahren. Bei der Einteilung des Alters in Kategorien waren unter den Frauen 78,9% älter als 68 Jahre, unter den Männern aber nur 38,5% ($p < 0,05$).

Beide Geschlechter unterschieden sich nicht in Bezug auf die Körperseite des operierten Schultergelenks, auf die Häufigkeit von Voroperationen oder die Operationsindikation (Tabelle 6).

Tabelle 6: Allgemeine und Operationsdaten im Vergleich beider Geschlechter

	männlich (n = 13)	weiblich (n = 19)	p
Alter (Jahre)	66,6 ± 6,3	73,4 ± 6,1	< 0,05
Alter in Kategorien			
bis 68 Jahre	8 (61,5%)	4 (21,1%)	< 0,05
über 68 Jahre	5 (38,5%)	15 (78,9%)	
Schultergelenk (Anzahl)			
links	7 (53,8%)	8 (42,1%)	>0,05
rechts	6 (46,2%)	11 (57,9%)	
Voroperation (Anzahl)			
nein	12 (92,3%)	15 (79,0%)	>0,05
ja	1 (7,7%)	4 (21,0%)	
Indikation (Anzahl)			
Omarthrose	13 (100,0%)	17 (89,4%)	>0,05
posttraumatisch	0	1 (5,3%)	
Kopfnekrose	0	1 (5,3%)	

4.6.2 Beweglichkeit

Weder bezüglich der Abduktion noch der Flexion oder Außenrotation konnten statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Ergebnissen bei Männern oder Frauen nachgewiesen werden (Tabelle 7).

Tabelle 7: Verbesserungen der Beweglichkeit nach dem Oberflächenersatz des Schultergelenks in Abhängigkeit vom Geschlecht der Patienten

Abduktion (°)	männlich (n = 13)	weiblich (n = 19)	p
präoperativ	68,5 ± 28,5	69,5 ± 31,2	>0,05
postoperativ	123,1 ± 23,6	115,8 ± 19,8	>0,05
Differenz	54,6 ± 25,3	46,3 ± 24,2	>0,05
Flexion (°)	männlich (n = 13)	weiblich (n = 19)	p
präoperativ	81,5 ± 31,8	81,6 ± 31,5	>0,05
postoperativ	124,6 ± 24,0	122,1 ± 24,9	>0,05
Differenz	43,1 ± 28,9	40,5 ± 28,6	>0,05
Außenrotation (°)	männlich (n = 13)	weiblich (n = 19)	p
präoperativ	20,8 ± 16,6	24,5 ± 16,1	>0,05
postoperativ	43,8 ± 13,9	41,8 ± 13,8	>0,05
Differenz	23,0 ± 31,1	17,3 ± 14,7	>0,05

4.6.3 Constant-Score

Auch hinsichtlich des Constant-Scores ergaben sich weder für das Gesamtergebnis noch für die einzelnen Kategorien statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Ergebnissen von Männern und Frauen (Tabelle 8).

Tabelle 8: Veränderungen der Einzelparameter des Constant-Scores sowie des Gesamtscores in Abhängigkeit vom Geschlecht (Angabe in Punkten; MW \pm SD)

Schmerzen	männlich (n = 13)	weiblich (n = 19)	p
präoperativ	7,3 \pm 2,2	7,2 \pm 2,1	>0,05
postoperativ	10,5 \pm 2,2	9,9 \pm 2,4	>0,05
Differenz	3,2 \pm 1,6	2,8 \pm 2,5	>0,05
Aktivität	männlich (n = 13)	weiblich (n = 19)	p
präoperativ	9,1 \pm 2,8	8,5 \pm 2,7	>0,05
postoperativ	12,5 \pm 2,2	12,1 \pm 3,3	>0,05
Differenz	3,5 \pm 1,9	3,5 \pm 3,7	>0,05
Beweglichkeit	männlich (n = 13)	weiblich (n = 19)	p
präoperativ	15,0 \pm 5,8	16,1 \pm 6,1	>0,05
postoperativ	24,5 \pm 6,6	23,6 \pm 6,4	>0,05
Differenz	9,5 \pm 6,6	7,5 \pm 4,5	>0,05
Kraft	männlich (n = 13)	weiblich (n = 19)	p
präoperativ	13,5 \pm 4,2	12,5 \pm 2,0	>0,05
postoperativ	16,2 \pm 4,3	14,2 \pm 4,0	>0,05
Differenz	2,5 \pm 3,4	1,7 \pm 2,8	>0,05
Gesamtscore	männlich (n = 13)	weiblich (n = 19)	p
präoperativ	45,0 \pm 12,8	44,3 \pm 9,2	>0,05
postoperativ	63,8 \pm 13,1	59,8 \pm 13,2	>0,05
Differenz	18,8 \pm 10,3	15,5 \pm 10,6	>0,05

4.6.4 DASH-Score

Männer und Frauen beurteilten das Operationsergebnis nach dem DASH-Score nicht statistisch signifikant unterschiedlich (Tabelle 9, Tabelle 10). Auch die Erwartungshaltungen zu Schmerzen und Funktion fielen nicht abweichend voneinander aus.

Auffallend ist, dass bei 84,6% der Männer, aber nur bei 47,4% der Frauen die Funktion der operierten Schulter besser als erwartet ausfiel. Der Unterschied verfehlte mit $p = 0,08$ knapp die Schwelle zur statistischen Signifikanz.

Tabelle 9: Mittlere Punktzahlen im DASH-Score bei Männern und Frauen

	männlich (n = 13)	weiblich (n = 19)	p
Subjektive Beurteilung	2,2 ± 1,0	2,3 ± 0,9	>0,05
Erwartungshaltung Schmerzen	2,2 ± 0,8	2,3 ± 1,0	>0,05
Erwartungshaltung Funktion	2,0 ± 0,6	2,4 ± 1,0	>0,05

Tabelle 10: Beurteilung der Operationsergebnisse nach dem DASH-Score durch Männer und Frauen

Subjektive Beurteilung	männlich (n = 13)	weiblich (n = 19)	p
Sehr gut (1 Punkt)	3 (23,1%)	4 (21,2%)	>0,05
Gut (2 Punkte)	6 (46,2%)	8 (42,1%)	
Befriedigend (3 Punkte)	2 (15,4%)	5 (26,3%)	
Ausreichend (4 Punkte)	2 (15,4%)	2 (10,5%)	
Mangelhaft (5 Punkte)	0	0	

Erwartungshaltung Schmerzen	männlich (n = 13)	weiblich (n = 19)	p
Sehr viel besser als erwartet (1 Punkt)	2 (15,4%)	6 (31,6%)	>0,05
Besser als erwartet (2 Punkte)	8 (61,5%)	4 (21,1%)	
So wie erwartet (3 Punkte)	2 (15,4%)	7 (36,8%)	
Schlechter als erwartet (4 Punkte)	1 (7,7%)	2 (10,5%)	
Sehr viel schlechter als erwartet (5 Punkte)	0	0	
Erwartungshaltung Funktion	männlich (n = 13)	weiblich (n = 19)	p
Sehr viel besser als erwartet (1 Punkt)	2 (15,4%)	4 (21,1%)	>0,05 (0,08)
Besser als erwartet (2 Punkte)	9 (69,2%)	5 (26,3%)	
So wie erwartet (3 Punkte)	2 (15,4%)	8 (42,1%)	
Schlechter als erwartet (4 Punkte)	0	2 (10,5%)	
Sehr viel schlechter als erwartet (5 Punkte)	0	0	

4.7 Einfluss des Alters auf die Operationsergebnisse

4.7.1 Operationsdaten

Das rechte Schultergelenk war bei 75,0% der jüngeren Patienten (n = 9), aber nur bei 40,0% der älteren Patienten (n = 8) operiert worden. Der Unterschied zwischen beiden Altersgruppen war nicht statistisch signifikant (Tabelle 11).

Hinsichtlich des Vorkommens von Voroperationen und der Operationsindikationen unterschieden sich beide Altersgruppen nicht.

Tabelle 11: Operationsdaten im Vergleich beider Geschlechter

	Alter bis 68 Jahre (n = 12)	Alter über 68 Jahre (n = 20)	p
Schultergelenk (Anzahl)			
links	3 (25,0%)	12 (60,0%)	>0,05
rechts	9 (75,0%)	8 (40,0%)	
Voroperation (Anzahl)			
nein	10 (83,3%)	17 (85,0%)	>0,05
ja	2 (16,7%)	3 (15,0%)	
Indikation (Anzahl)			
Omarthrose	12 (100,0%)	18 (90,0%)	>0,05
posttraumatisch	0	1 (5,0%)	
Kopfnekrose	0	1 (5,0%)	

4.7.2 Beweglichkeit

Weder bezüglich der Abduktion noch der Flexion oder Außenrotation konnten statistisch signifikante altersabhängige Unterschiede nachgewiesen werden (Tabelle 7).

Tabelle 12: Verbesserungen der Beweglichkeit nach dem Oberflächenersatz des Schultergelenks in Abhängigkeit vom Alter der Patienten

Abduktion (°)	Alter bis 68 Jahre (n = 12)	Alter über 68 Jahre (n = 20)	p
präoperativ	81,7 ± 29,2	61,5 ± 28,0	>0,05
postoperativ	120,0 ± 30,5	118,0 ± 14,4	>0,05
Differenz	38,3 ± 31,2	56,5 ± 27,0	>0,05
Flexion (°)	Alter bis 68 Jahre (n = 12)	Alter über 68 Jahre (n = 20)	p
präoperativ	87,1 ± 37,1	78,3 ± 27,4	>0,05
postoperativ	124,2 ± 29,4	122,5 ± 21,2	>0,05
Differenz	37,1 ± 33,2	44,2 ± 23,6	>0,05
Außenrotation (°)	Alter bis 68 Jahre (n = 12)	Alter über 68 Jahre (n = 20)	p
präoperativ	26,3 ± 14,3	21,0 ± 17,2	>0,05
postoperativ	42,1 ± 15,9	43,0 ± 12,5	>0,05
Differenz	15,8 ± 15,7	22,0 ± 15,8	>0,05

4.7.3 Constant-Score

Bei der Beurteilung der Schmerzen nach dem Constant-Score war die Differenz zwischen prä- und postoperativen Schmerzen statistisch signifikant unterschiedlich: Patienten im Alter über 68 Jahren erfuhren eine größere Schmerzlinderung als jüngere Patienten (Tabelle 8).

Bei den übrigen Kategorien des Constant-Scores und dem Gesamtscore ergaben sich keine altersabhängigen Unterschiede.

Tabelle 13: Veränderungen der Einzelparameter des Constant-Scores sowie des Gesamtscores in Abhängigkeit vom Alter (Angabe in Punkten; MW \pm SD)

Schmerzen	Alter bis 68 Jahre (n = 12)	Alter über 68 Jahre (n = 20)	p
präoperativ	8,1 \pm 2,3	6,8 \pm 1,9	>0,05
postoperativ	9,9 \pm 3,1	10,4 \pm 1,6	>0,05
Differenz	1,8 \pm 2,2	3,6 \pm 1,8	<0,05
Aktivität	Alter bis 68 Jahre (n = 12)	Alter über 68 Jahre (n = 20)	p
präoperativ	9,3 \pm 2,6	8,5 \pm 2,8	>0,05
postoperativ	11,8 \pm 3,0	12,6 \pm 2,8	>0,05
Differenz	2,5 \pm 2,2	4,1 \pm 3,4	>0,05
Beweglichkeit	Alter bis 68 Jahre (n = 12)	Alter über 68 Jahre (n = 20)	p
präoperativ	16,4 \pm 4,2	15,2 \pm 6,8	>0,05
postoperativ	23,5 \pm 7,8	24,3 \pm 5,6	>0,05
Differenz	7,1 \pm 7,2	2,1 \pm 2,9	>0,05
Kraft	Alter bis 68 Jahre (n = 12)	Alter über 68 Jahre (n = 20)	p
präoperativ	13,8 \pm 2,8	12,4 \pm 3,2	>0,05
postoperativ	15,9 \pm 4,6	14,5 \pm 3,9	>0,05
Differenz	2,1 \pm 3,4	2,1 \pm 2,9	>0,05
Gesamtscore	Alter bis 68 Jahre (n = 12)	Alter über 68 Jahre (n = 20)	p
präoperativ	47,6 \pm 8,9	42,8 \pm 11,4	>0,05
postoperativ	61,1 \pm 16,8	61,6 \pm 10,8	>0,05
Differenz	13,5 \pm 12,4	18,8 \pm 8,9	>0,05

4.7.4 DASH-Score

Das Operationsergebnis nach dem DASH-Score wurde durch die älteren oder jüngeren Patienten nicht statistisch signifikant unterschiedlich beurteilt (Tabelle 9, Tabelle 10). Auch die Erwartungshaltungen zu Schmerzen und Funktion fielen bei beiden Altersgruppen nicht abweichend voneinander aus (Tabelle 15).

Tabelle 14: Mittlere Punktzahlen im DASH-Score in Abhängigkeit vom Alter

	Alter bis 68 J. (n = 12)	Alter über 68 J. (n = 20)	p
Subjektive Beurteilung	2,3 ± 1,0	2,2 ± 1,0	>0,05
Erwartungshaltung Schmerzen	2,5 ± 0,9	2,1 ± 0,9	>0,05
Erwartungshaltung Funktion	2,4 ± 0,7	2,2 ± 0,9	>0,05

Tabelle 15: Beurteilung der Operationsergebnisse nach dem DASH-Score in Abhängigkeit vom Alter

Subjektive Beurteilung	Alter bis 68 J. (n = 12)	Alter über 68 J. (n = 20)	p
Sehr gut (1 Punkt)	2 (16,7%)	5 (25,0%)	>0,05
Gut (2 Punkte)	6 (50,0%)	8 (40,0%)	
Befriedigend (3 Punkte)	2 (16,7%)	5 (25,0%)	
Ausreichend (4 Punkte)	2 (16,7%)	2 (10,0%)	
Mangelhaft (5 Punkte)	0	0	

Erwartungshaltung Schmerzen	Alter bis 68 J. (n = 12)	Alter über 68 J. (n = 20)	p
Sehr viel besser als erwartet (1 Punkt)	1 (8,3%)	7 (35,0%)	>0,05
Besser als erwartet (2 Punkte)	6 (50,0%)	6 (30,0%)	
So wie erwartet (3 Punkte)	3 (25,0%)	6 (30,0%)	
Schlechter als erwartet (4 Punkte)	2 (16,7%)	1 (5,0%)	
Sehr viel schlechter als erwartet (5 Punkte)	0	0	
Erwartungshaltung Funktion	Alter bis 68 J. (n = 12)	Alter über 68 J. (n = 20)	p
Sehr viel besser als erwartet (1 Punkt)	0	6 (30,0%)	>0,05
Besser als erwartet (2 Punkte)	8 (66,7%)	6 (30,0%)	
So wie erwartet (3 Punkte)	3 (25,0%)	7 (35,0%)	
Schlechter als erwartet (4 Punkte)	1 (8,3%)	1 (5,0%)	
Sehr viel schlechter als erwartet (5 Punkte)	0	0	

4.8 Radiologische Nachuntersuchung

Zur radiologischen Nachuntersuchung standen 26 Patienten (29 Schultergelenke) zur Verfügung. Bei 20 Patienten beziehungsweise 23 Schultergelenken befanden sich die Durom-Cup-Prothesen bei der Nachuntersuchung in regelrechter Lage und wiesen keinerlei Anzeichen einer Lockerung, degenerativer Veränderungen oder einer Luxation auf.

Bei sechs Patienten/Schultergelenken waren folgende Abweichungen vom radiologischen Normalbefund erkennbar:

- zwei Patienten/Schultergelenke: ausgeprägte Sklerosierung im Glenoid-Bereich
- zwei Patienten/Schultergelenke: Humeruskopf-Hochstand
- ein Patient/Schultergelenk: periartikuläre Ossifikation
- ein Patient/Schultergelenk: Lockerungszeichen, Lysesaum-Bildung und Humeruskopf-Hochstand

5 Diskussion

Der Oberflächenersatz des Humerus hat sich bei oberflächlichen Degenerationen unterschiedlicher Genese klinisch bewährt. In vergleichenden Studien wurden Ergebnisse erzielt, die denjenigen von Totalendoprothesen gleichwertig sind (Levy und Copeland, 2004; Levy et al., 2004; Mullett et al., 2007; Buchner et al., 2008; Scalise et al., 2008). Die Studienlage zu den klinischen Erfahrungen mit dem Oberflächenersatz ist jedoch leider unbefriedigend. Von den zahlreichen Prothesenvarianten ist nur der Copeland-Cup, der zementfrei implantiert wird, vergleichsweise gut untersucht (Levy und Copeland, 2001, 2004; Levy et al., 2004; Thomas et al., 2005; Mullett et al., 2007; Buchner et al., 2008; Jerosch et al., 2008; Scalise et al., 2008; Raiss et al., 2009; Raiss et al., 2010). Über zementierbare Prothesen wurde bis zum Jahr 2000 lediglich über Erfahrungen mit der Scan-Shoulder berichtet (Jonsson et al., 1988; Rydholm und Sjögren, 1993; Alund et al., 2000), von denen eine Studie lediglich fünf Patienten mit einem Oberflächenersatz weiteren fünf Patienten mit einer Arthrodeese gegenüberstellt.

Bei der Scan-Shoulder handelt es sich um eine Edelstahlkappe, die außer ihrem Oberflächenrelief auf der Innenseite keine weiteren Verankerungselemente aufweist. Bei der Untersuchung von 39 Patienten mit rheumatoider Arthritis wurden nach durchschnittlich 4,4 Jahren eine mittlere proximale Humerusmigration um 5,2 mm, eine mittlere Abnahme der Inklination um 5,2° und bei zahlreichen Schultergelenken eine Verringerung des Abstandes über der Tuberositas um 3 mm und mehr festgestellt. Gleichzeitig bestand eine Zunahme glenoidaler Erosionen. Obwohl diese Veränderungen nicht mit der Schulterfunktion oder Schmerzen korreliert waren, stellten die Autoren die Eignung des Scan-Cups für Patienten mit einer rheumatoiden Arthritis in Frage (Alund et al., 2000).

Mit dem Durom-Cup wurde ein zementierbarer Oberflächenersatz entwickelt, der durch seine Oberflächengestaltung und einen zentralen Verankerungszapfen (Rüther, 2002) eine größere Stabilität gewährleisten soll. Zum Durom-Cup liegen bisher vier klinische Studien vor (Fink et al., 2004; Fürst et al., 2007, 2008; Fakler et al., 2010) - davon zwei mit identischem Patientengut (Fürst et al., 2007, 2008) -, die sich überwiegend mit den Behandlungsergebnissen von Patienten mit einer rheumatoiden Arthritis beschäftigen. In der vorliegenden Untersuchung wurden die Resultate nach dem humeralen Oberflächenersatz durch einen Durom-Cup bei 29 Patienten (32 Schultergelen-

ke) mit einer Omarthrose ausgewertet. Die Nachuntersuchungen fanden nach durchschnittlich $2,7 \pm 2,1$ Jahren (0,5 bis 9 Jahre statt).

Bei der Nachuntersuchung hatte sich der Bewegungsumfang der operierten Schultern statistisch signifikant vergrößert und erfüllte die Zielkriterien von Neer et al. (1982) nach einer postoperativ zu erreichenden Abduktion von mindestens 90° beziehungsweise Außenrotation von mindestens 20° . Das Ausmaß der Abduktion hatte sich um $49,7 \pm 25,8^\circ$, der Flexion um $41,5 \pm 28,2^\circ$ und der Außenrotation um $19,7 \pm 15,3^\circ$ gesteigert. Diese Ergebnisse stimmen sehr gut mit denjenigen der Studie von Fakler et al. (2010) überein. Dort waren 52 Schultergelenke (49 Patienten) mit einer Durom-Cup-Prothese versorgt worden. Als Indikationen wurden eine primäre Omarthrose (69%), eine rheumatoide Arthritis (14%), eine posttraumatische Omarthrose (6%) sowie eine Humeruskopfnekrose oder Chondromatose (je 2%) genannt. In die übrigen Studien zum Durom-Cup von Fink et al., 2004 und Fürst et al., 2007 (Patienten identisch mit Fürst et al., 2008) waren ausschließlich Patienten mit einer rheumatoiden Arthritis eingeschlossen und je nach dem Schweregrad der Grunderkrankung drei Untergruppen gebildet worden: intakte Rotatorenmanschette (A), partieller oder reparierter Defekt der Rotatorenmanschette (B) und massiver Defekt der Rotatorenmanschette (C). Unabhängig vom Zustand der Rotatorenmanschette waren etwa gleich gute Verbesserungen der Beweglichkeit durch das Einsetzen des Oberflächenersatzes erzielt worden (Abbildung 21). Vergleichbare Ergebnisse waren auch nach der Implantation einer nicht zementierten Copeland-Kappe berichtet worden (Levy und Copeland, 2001, 2004; Levy et al., 2004; Thomas et al., 2005; Buchner et al., 2008; Raiss et al., 2009; Raiss et al., 2010). Die Studien zur Scan-Shoulder erlaubten keine direkten Vergleich mit den eigenen Ergebnissen, jedoch wurden auch hier übereinstimmend deutliche Steigerungen des Bewegungsumfanges im Rahmen der jeweiligen Nachuntersuchungen beschrieben (Jonsson et al., 1988; Rydholm und Sjögren, 1993; Alund et al., 2000).

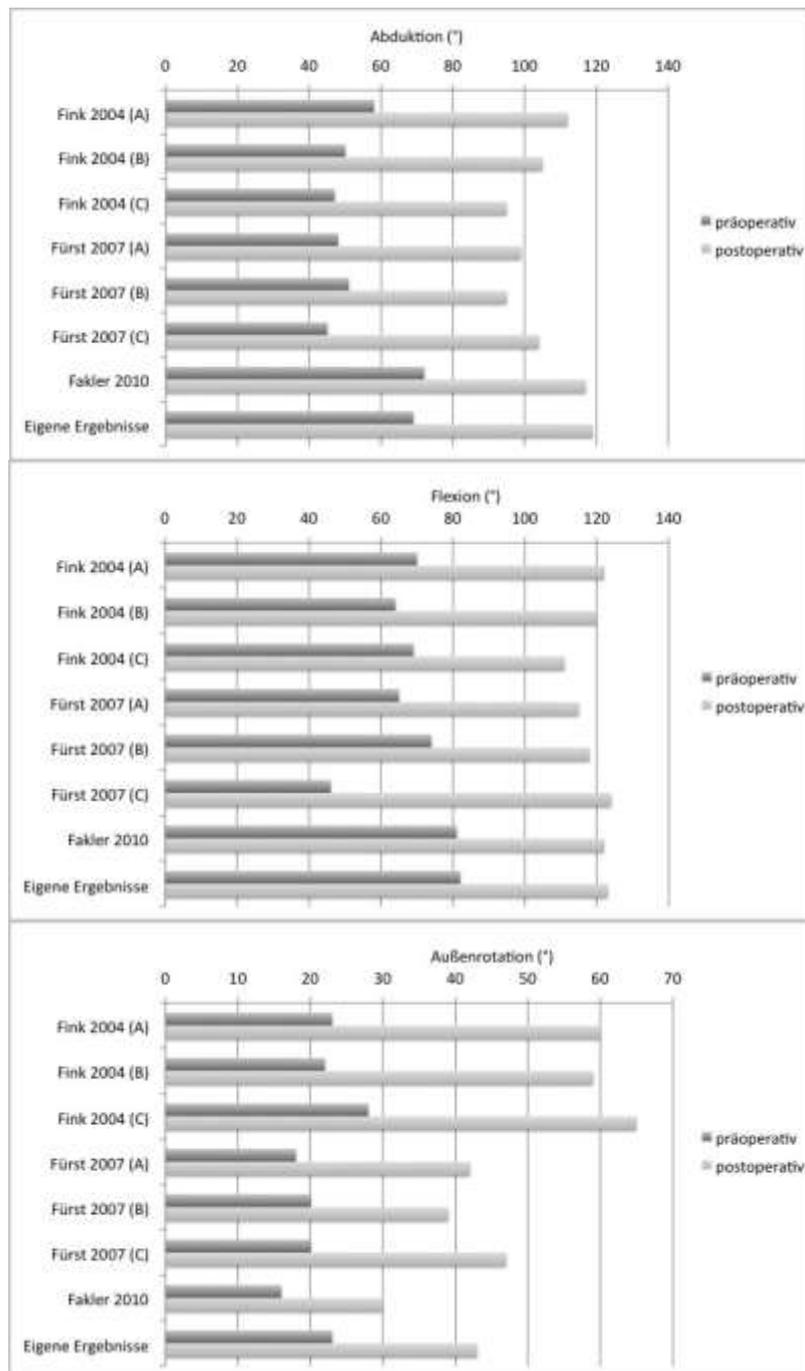


Abbildung 21: Entwicklung des Bewegungsausmaßes der operierten Schultergelenke mit einem Durom-Cup-Oberflächenersatz – Vergleich der eigenen Ergebnisse mit Literaturangaben

Neben einer mechanischen Erleichterung der Gelenkbeweglichkeit kommt besonders der Schmerzreduzierung Bedeutung hinsichtlich der Verbesserung der Funktionalität zu. Im Rahmen der Beurteilung mittels Constant-Score wurden in der eigenen Untersuchung die Schmerzen der Patienten in vier Kategorien eingeteilt (0 Punkte = schwere, 5 Punkte = mäßige, 10 Punkte = leichte und 15 Punkte = keine Schmerzen). Präoperativ wiesen unsere Patienten im Mittel $7,3 \pm 2,1$ Punkte auf, bei der Nachuntersuchung hatte sich die Schmerzsymptomatik statistisch hoch signifikant auf $10,2 \pm 2,2$ Punkte verbessert ($p < 0,0001$). Die Schmerzreduzierung entsprach etwa derjenigen, die Buchner et al. (2008) bei ihren Patienten mit einer Omarthrose nach Implantation eines Copeland-Cups beobachtet hatten. Dort betrug die anfängliche Schmerzstärke $4,1 \pm 2,2$ Punkte und die postoperative Schmerzstärke nach einem Jahr $12,6 \pm 2,9$ Punkte. Im Vergleich mit anderen Durom-Cup-Studien, die an Patienten mit einer rheumatoiden Arthritis durchgeführt wurden, zeigte sich, dass sowohl die präoperativen Schmerzen als auch die durch die Operation erzielte Schmerzreduktion der eigenen Patienten geringer ausfielen: Bei der Nachuntersuchung empfand die Mehrzahl unserer Patienten mit einer Omarthrose noch zumindest leichte Schmerzen. Auffallend ist, dass in der Untersuchung von Fink et al. (2004) alle Patienten bei der Abschlussuntersuchung nach 36 Monaten schmerzfrei waren. Ein Zusammenhang zum Befund an der Rotatorenmanschette erscheint wenig wahrscheinlich, da die Schmerzfreiheit bei den Patienten mit intakter Rotatorenmanschette nach 2 Jahren, bei den Patienten mit partiellem oder repariertem Defekt der Rotatorenmanschette nach 3 Jahren und bei Patienten mit massivem Defekt der Rotatorenmanschette nach einem Jahr eingetreten war. In der Studie von Fürst et al. (2007) mit einer durchschnittlichen Nachbeobachtungsdauer von 6 Jahren war bei den Patienten mit einer rheumatoiden Arthritis ebenfalls kein Zusammenhang zur Schwere der Erkrankung erkennbar, und bei einer Reihe von Patienten blieben leichte Schmerzen im postoperativen Verlauf über Jahre erhalten. Dagegen sahen Mullett et al. (2007) einen Zusammenhang zum präoperativen Befund: Postoperativ betrug die Schmerzstärke bei Patienten mit einer primären Omarthritis unterschiedlicher Genese durchschnittlich 13,8 Punkte, bei Patienten mit einem Defekt der Rotatorenmanschette dagegen 9,4 Punkte.

Die Arbeitsgruppe Levy beobachtete bei Patienten mit einer Omarthritis eine Besserung der Schmerzen von 1,4 auf 10,6 Punkte (Levy und Copeland, 2001), 3,9 auf 12 Punkte (Levy und Copeland, 2004) bzw. $3,9 \pm 13,7$ Punkte (Thomas et al., 2005) und bei Patienten mit einer rheumatoiden Arthritis von 1,6 auf 13,3 Punkte (Levy und Copeland,

2001), 1,6 auf 11,0 Punkte (Levy et al., 2004) bzw. 1,6 auf 11,2 Punkte (Thomas et al., 2005). Es ist letztlich keine Aussage darüber möglich, ob das Schmerzempfinden bei Patienten mit einer rheumatoiden Arthritis oder einer Omarthrose grundsätzlich durch das Einsetzen eines Oberflächenersatzes differierend beeinflusst wird. Es erscheint interessant, diesem Gesichtspunkt im Rahmen weiterer Untersuchungen nachzugehen.

Als mögliche Einflussgrößen auf die Schmerzentwicklung wurden in der vorliegenden Untersuchung Alter und Geschlecht der Patienten herangezogen. Hierbei beeinflusste das Geschlecht die Schmerzstärke nicht. Allerdings erfuhren Patienten im Alter über 68 Jahren eine signifikant größere Schmerzlinderung als jüngere Patienten. Auch Fakler et al. (2010) beobachteten eine signifikant deutlichere Schmerzreduzierung bei ihren Patienten über 68 Jahren. Als Begründung hierfür nannten sie, dass bei den jüngeren Patienten eine wesentlich größere Rate an Voroperationen bestanden hatte. Diese Begründung kann für unsere Patienten allerdings nicht herangezogen werden. Hier waren in der Anamnese lediglich bei 5 Patienten als Voroperation subakromiale Dekompressionen genannt worden, die sich gleichmäßig auf die Altersgruppen unter ($n = 3$) und über ($n = 2$) 68 Jahren verteilten.

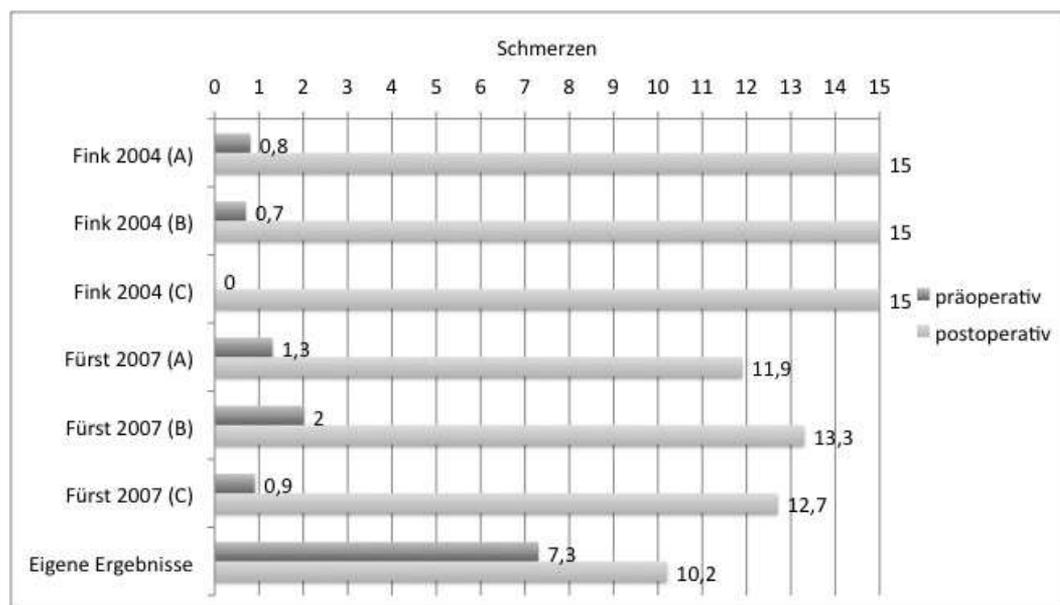


Abbildung 22: Entwicklung der Schmerzstärke der operierten Schultergelenke mit einem Durom-Cup-Oberflächenersatz – Vergleich der eigenen Ergebnisse mit Litera-

turangaben (Angabe in Punkten: 0 = schwere Schmerzen, 15 = keine Schmerzen)

Zur Schulterfunktion existiert eine Reihe von Beurteilungsschlüsseln, von denen der Constant-Score nach Constant und Murley (1987) am gebräuchlichsten ist. Er erlaubt eine umfassende Beurteilung der Schulterfunktion anhand objektiver (Kraft, Beweglichkeit) und subjektiver (Schmerz, Alltagsaktivitäten) Befunde. Im Rahmen der eigenen Untersuchung besserte sich der Constant-Score statistisch signifikant von ein- gangs $44,6 \pm 10,6$ Punkten auf postoperativ $61,4 \pm 13,1$ Punkte. Der direkte Vergleich mit anderen Studien zum Durom-Cup erbrachte eine sehr gute Übereinstimmung (Abbildung 23). Da in den anderen Studien hauptsächlich Patienten mit rheumatoider Arthritis behandelt wurden, lässt dieses Ergebnis den Schluss zu, dass im Hinblick auf die Funktionalität der Schulter nach Einsetzen des Durom-Cups kein deutlicher Einfluss der Grunderkrankung nachweisbar ist.

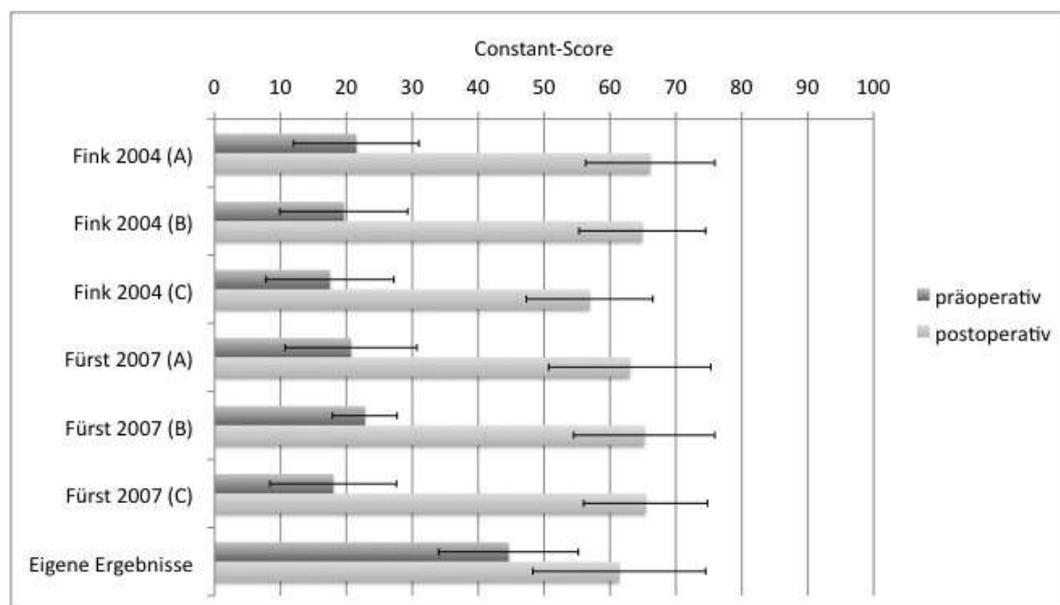


Abbildung 23: Entwicklung des Constant-Scores der operierten Schultergelenke mit einem Durom-Cup-Oberflächenersatz – Vergleich der eigenen Ergebnisse mit Literaturangaben (bestmögliches Ergebnis: 100 Punkte)

Der direkte Vergleich der publizierten Ergebnisse zum Oberflächenersatz bei Patienten mit einer Omarthrose zeigt gleichwertige funktionellen Ergebnisse bei der Verwendung

eines Copeland- oder DUROM-Cups (Abbildung 24). Auch für andere Indikationen als der Omarthrose oder der rheumatoiden Arthritis lagen die funktionellen Ergebnisse in einem ähnlichen Bereich (Alund et al., 2000; Levy et al., 2004; Raiss et al., 2009; Fakler et al., 2010; Raiss et al., 2010). Eine Ausnahme bildet auch hier die Studie von Mullett et al. (2007): Bei Patienten mit einer primären Osteoarthritis erzielten sie durch Einsetzen eines Copeland-Cups eine Besserung des Constant-Scores von 11,5 auf 62,1 Punkte, bei Patienten mit Defekten der Rotatorenmanschette dagegen nur von 6,6 auf 29,4 Punkte. Den Einfluss des präoperativen Zustandes der Rotatorenmanschette auf das funktionelle Endergebnis konnten Fink et. (2004) sowie Fürst et al. (2007, 2008) nicht bestätigen.

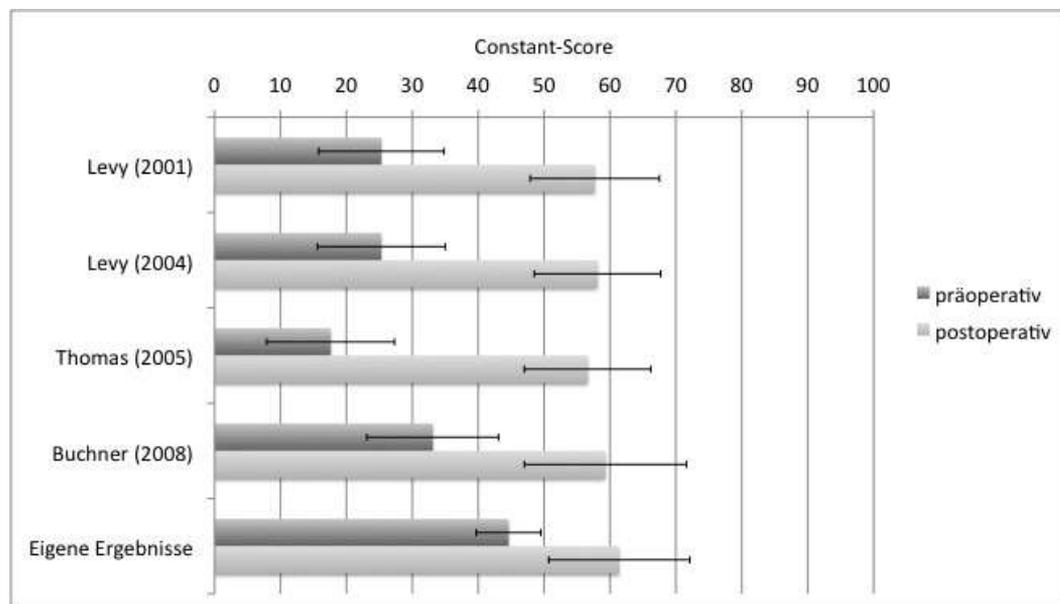


Abbildung 24: Entwicklung des Constant-Scores bei Patienten mit einer Omarthrose – Vergleich der eigenen Ergebnisse mit Literaturangaben (bestmögliches Ergebnis: 100 Punkte)

Gerade bei massiven Schäden der Rotatorenmanschette kann der Oberflächenersatz gegenüber einer Totalendoprothese gewisse Vorteile bieten: Beispielsweise kann durch eine geringe Modifikation bei der Implantation des Cups in Valgusstellung eine Artikulation mit dem Akromion erzielt werden, die mit einer Schaftprothese nicht not-

wendigerweise erreicht wird. Auf diese Weise können die Zielkriterien Schmerzfreiheit, 90° Abduktion und 20° Außenrotation (Neer et al., 1982) auch bei Schultergelenksarthrosen mit begleitenden Defekten der Rotatorenmanschette erfüllt werden (Jerosch et al., 2008).

Unabhängig von der Operationsindikation sowie dem Zustand der Rotatorenmanschette fielen in allen vergleichenden Studien die funktionellen Ergebnisse des Oberflächenersatzes und der Totalendoprothesen gleichwertig aus (Levy und Copeland, 2004; Levy et al., 2004; Mullett et al., 2007; Buchner et al., 2008).

Bei der Untersuchung des Behandlungserfolges kommt der subjektiven Einschätzung des Patienten beziehungsweise seiner Zufriedenheit mit dem Ergebnis besondere Bedeutung zu. Gegenüber einfachen Beurteilungsinstrumenten wie beispielsweise visuellen Analogskalen bietet der komplexe DASH-Score (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand, Hudak et al., 1996) dem Patienten die Möglichkeit, das Operationsergebnis sowohl global als auch hinsichtlich seiner Erwartungshaltungen zu Schmerzen und Funktion der operierten Schulter subjektiv zu bewerten.

In der vorliegenden Untersuchung beurteilten 21 Patienten (65,7%) ihr Operationsergebnis mit Hilfe des DASH-Scores subjektiv als sehr gut oder gut und die restlichen 11 Patienten (34,4%) als befriedigend oder ausreichend. Im Einzelnen wurden die Erwartungen der Patienten hinsichtlich der Schmerzreduzierung bei 90,6% erfüllt bzw. bei 62,5% sogar übertroffen. Hinsichtlich der Funktion wurden die Erwartungen bei 93,7% erfüllt bzw. ebenfalls bei 62,5% übertroffen. Zusammenfassend lässt sich auf der Basis dieser Resultate feststellen, dass die weit überwiegende Mehrheit der Patienten mit dem Operationsergebnis zufrieden waren. Leider existieren nur wenige Vergleichsangaben in der Literatur. Den DASH-Score setzten nur Fakler et al. (2010) ein: Die subjektive Beurteilung des Behandlungsergebnisses fiel bei ihren Patienten mit einer rheumatoiden Arthritis geringfügig besser aus als in der vorliegenden Untersuchung ($1,9 \pm 1,4$ Punkte vs. $2,3 \pm 1,0$ Punkte). Dafür waren die Ergebnisse hinsichtlich der Erwartungshaltung Schmerzen etwas schlechter ($2,6 \pm 1,3$ Punkte vs. $2,2 \pm 0,9$ Punkte) und hinsichtlich der Erwartungshaltung Funktion gleich ($2,4 \pm 1,3$ vs. $2,3 \pm 0,8$). Mullett et al. (2007) setzten zur Beurteilung der Patientenzufriedenheit eine visuelle Analogskala ein. Danach vergaben ihre Patienten mit einer primären Omarthritis nach Implantation eines Copeland-Cups im Mittel 8,5 von 10 Punkten und Patienten mit einem Defekt der Rotatorenmanschette 7,3 von 10 Punkten. In der Studie von Raiss et

al. 2009/2010 waren nach Implantation eines Copeland-Cups 81% der Patienten zufrieden oder sehr zufrieden, 15% unentschlossen und 4% enttäuscht. Mit dem Ergebnis nach Einsetzen eines Scan-Cups waren in der Studie von Alund et al. (2000) nur 79% der Patienten zufrieden. In der Studie von Rydholm und Sjögren (1993) zeigten sich 94% zufrieden mit dem Ergebnis und 82% der Patienten gaben an, die Implantation der Scan-Shoulder habe zu einer Besserung ihrer Symptomatik geführt.

Auffallend ist, dass in der vorliegenden Untersuchung bei 84,6% der Männer, aber nur bei 47,4% der Frauen die Funktion der operierten Schulter besser als erwartet ausfiel, während das Alter im Gegensatz zur Untersuchung von Fakler et al. (2010) hier keinen Einfluss ausübte. Ob allgemein bei Frauen eine größere Anspruchshaltung gegenüber dem Operationsergebnis besteht, lässt sich anhand der eigenen Untersuchung nicht beantworten. Dass dieser geschlechtsspezifische Unterschied isoliert für die Erwartungshaltung Funktion und für keinen anderen der hier untersuchten Parameter auftrat, lässt eher einen Zufallsbefund vermuten. Eine Klärung dieser Frage könnten nur weitere Studien an größeren Fallzahlen herbeiführen.

Zum Überleben des Oberflächenersatzes liegen im Rahmen der publizierten Fallserien zahlreiche Einzelbefunde vor, die auf geringe Komplikationsraten und ein langfristiges Überleben der Prothesen hinweisen. Eine Ausnahme stellen die Erfahrungen mit der Scan-Shoulder dar. Sowohl in der Studie von Rydholm und Sjögren (1993) als auch in der Studie von Alund et al. (2000) waren bei der radiologischen Nachuntersuchung bei jeweils 25% der Prothesen Lockerungszeichen in Form von Veränderungen des Inklinationwinkels oder Positionsänderungen des Scan-Cups erkennbar. Diese hohe Rate an Lockerungen wurde in der Untersuchung von Rydholm und Sjögren auf einen hohen Anteil an Patienten mit massiven Strukturverlusten am Humeruskopf zurückgeführt. Jedoch berichtete Alund nicht von vergleichbaren Oberflächendefekten. Am wahrscheinlichsten ist die hohe Lockerungsrate der schlechten Verankerung der Scan-Cups geschuldet, die außer ihrem Innenrelief keine weiteren Befestigungselemente aufweisen.

Dagegen können die Lockerungsraten sowohl bei Copeland- als auch bei DUROM-Cups als gering bezeichnet werden. Im eigenen Patientengut zeigten sich nur bei einem Patienten Lockerungszeichen in Form eines Lysesaums bei einem Humeruskopf-

Hochstand und unauffälligem klinischem Befund. Bei zwei Patientinnen wurde ein isolierter Humeruskopf-Hochstand ohne weitere radiologische oder klinische Befunde gesehen, so dass eine drohende Lockerung fraglich erscheint. Ein Fortschreiten der Omarthrose deutete sich bei drei weiteren Patienten durch glenoidale Sklerosierungen bzw. eine periartikuläre Ossifikation an. Eine Revision war bei keinem unserer Patienten erforderlich. Im Rahmen der Patientenauswahl für die vorliegende Untersuchung war allerdings eine Patientin mit Omarthrose und Ruptur im Bereich der Rotatorenmanschette aufgefallen, bei der im Jahr 2006 die Implantation eines DUROM-Cups erfolgt und im Jahr 2008 wegen persistierender Schmerzen eine Delta-Inverse-Prothese eingesetzt worden war. Da diese Patientin zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung keinen DUROM-Cup-trug, war sie aus der vorliegenden Untersuchung ausgeschlossen worden.

Im Patientengut von Fakler et al. (2010) fand sich in keinem Fall ein radiologischer Hinweis auf eine Migration des Oberflächenersatzes. Bei einem Patienten mit einem röntgenologisch erkennbaren Lykesaum bei deutlich eingeschränkter Funktion war die Indikation zur Revision mit Prothesenwechsel gegeben. Fürst et al. (2009) berichteten von einer Patientin, bei der der Durchmesser des DUROM-Cups zunächst zu groß gewählt worden war. Durch eine Revision mit Wechsel auf einen kleineren Prothesendurchmesser konnte eine völlige Beschwerdefreiheit erzielt werden. Bei zwei weiteren Patienten war die zusätzliche Implantation einer glenoidalen Komponente wegen des Auftretens von Erosionen erforderlich. Bei einem Patienten, der neben Erosionen einen Humeruskopfhochstand aufwies, wurde auf Grund der Beschwerdefreiheit keine Revision durchgeführt. Als Sonderfall fiel bei der Nachuntersuchung eine Patientin mit einer ausgeheilten subcapitalen Humerusfraktur der operierten Schulter auf. Die Frau hatte sich nach einem schweren Sturz auf den operierten Arm nicht in ärztliche Behandlung begeben und war bei der Nachuntersuchung beschwerdefrei. In der Untersuchung von Fink et al. (2004) wies bei zwei Röntgenkontrollen drei und 36 Monate post operationem kein Patient Abweichungen vom radiologischen Normalbefund auf.

Die Erfahrungen mit dem Copeland sind vergleichbar gut. In allen ausgewerteten Studien wurde von jeweils ein bis zwei Revisionen beziehungsweise dem Wechsel auf eine Totalprothese berichtet. Als Indikationen für die Reoperation wurden übereinstimmend schmerzhaft eingeschränkte Funktionen, radiologisch erkennbare Lockerungen

rungszeichen oder ein Voranschreiten von Arthrosen beziehungsweise Übergreifen auf den glenoidalen Bereich genannt.

Aus den in der Literatur beschriebenen sowie den eigenen Erfahrungen mit dem Oberflächenersatz des Schultergelenks kann der Schluss gezogen werden, dass der hier verwendete DUROM-Cup besonders bei Patienten mit einer Omarthrose oder rheumatoiden Arthritis eine gute Verankerung gewährleistet und eine funktionelle Wiederherstellung der geschädigten Humerusoberfläche ermöglicht. Voraussetzung dafür ist eine erhaltene Rotatorenmanschette, obwohl in der Literatur beschrieben wurde, dass der Oberflächenersatz auch bei geschädigter Rotatorenmanschette bei leicht valgischem Einsetzen möglich ist (Jerosch et al., 2008).

Das Risiko von Komplikationen beziehungsweise Prothesenlockerungen ist beim Oberflächenersatz des Humeruskopfes gering. Die funktionellen Ergebnisse und die erzielte Schmerzfreiheit sind bei beiden Prothesentypen gleich gut und den Resultaten nach Implantation einer Totalendoprothese nicht unterlegen. Daher lassen sich mit Hilfe des Oberflächenersatzes auch die Erwartungen der Patienten zu deren Zufriedenheit erfüllen.

6 Zusammenfassung

Bei 29 Patienten (16 Frauen, 13 Männer) im Alter von $70,2 \pm 7,1$ Jahren (55 bis 83 Jahre) wurde an insgesamt 32 Schultergelenken ein humeraler Oberflächenersatz mittels Durom-Cup-Prothese vorgenommen. Bei 93,8% der Schultergelenke lag eine primäre Omarthrose und bei jeweils 3,1% eine posttraumatische Omarthrose oder eine Humeruskopfnekrose vor. Nach durchschnittlich $2,7 \pm 2,1$ Jahren (0,5 bis 9 Jahre) wurde eine klinische und radiologische Nachuntersuchung vorgenommen.

Der mittlere Constant-Score betrug präoperativ $44,6 \pm 10,6$ und postoperativ $61,4 \pm 13,1$ Punkte, d.h. es hatte eine hoch signifikante Verbesserung um $16,8 \pm 10,5$ Punkte stattgefunden. Die Besserungen betrafen alle Unterkategorien des Constant-Scores (Schmerzen, Aktivität, Beweglichkeit und Kraft).

Nach dem modifizierten DASH-Score beurteilten 21 Patienten (65,7%) ihr Operationsergebnis subjektiv als sehr gut oder gut und 11 Patienten (34,4%) als befriedigend oder ausreichend. Die Erwartungen der Patienten hinsichtlich der Schmerzreduzierung wurden bei 90,6% erfüllt bzw. bei 62,5% übertroffen. Hinsichtlich der Funktion wurden die Erwartungen bei 93,7% erfüllt bzw. ebenfalls bei 62,5% übertroffen.

Geschlecht und Alter waren nicht mit den funktionellen Ergebnissen korreliert. Als Ausnahme erfuhren Patienten im Alter über 68 Jahren eine größere Schmerzlinderung ($3,6 \pm 1,8$ Punkte) als jüngere Patienten ($1,8 \pm 2,2$ Punkte, $p < 0,05$).

Radiologisch zeigten sich bei jeweils zwei Patienten/Schultergelenken eine ausgeprägte Sklerosierung im Glenoid-Bereich oder ein Humeruskopf-Hochstand und bei jeweils einem Patienten eine periartikuläre Ossifikation oder Lockerungszeichen mit Lyse-saum-Bildung und Humeruskopf-Hochstand. Eine Revision bzw. ein Prothesenwechsel war bei keinem Patienten erforderlich.

Bei einem Literaturvergleich waren die eigenen Ergebnisse vergleichbar gut wie die Ergebnisse anderer Autoren mit dem DUROM- oder dem Copeland-Cup. Der Behandlungserfolg des Oberflächenersatzes war von einer Omarthrose oder rheumatoiden Arthritis als Grunderkrankung unabhängig. Die Resultate des vergleichsweise komplikationslosen Oberflächenersatzes waren denjenigen nach Implantation einer Totalendoprothese nicht unterlegen.

7 Anhang

7.1 Abkürzungen

DASH	Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand
HKN	Humeruskopfnekrose
IN	Instabilität
k.A.	keine Angabe
Mon.	Monat(e)
MW	Mittelwert
n	Anzahl der Werte
NU	Nachuntersuchung
OA	Omarthrose
OP	Operation(en)
p	Signifikanzniveau
PA	Posttraumatische Arthrose
Pat.	Patienten
RA	Rheumatoide Arthritis
RM	Rotatorenmanschette
SAD	Arthroskopische subacromiale Dekompression
SD	Standardabweichung
SG	Schultergelenk(e)
TEP	Totalendoprothese

8 Literaturverzeichnis

- Alund M, Hoe-Hansen C, Tillander B, Heden BA, Norlin R (2000): Outcome after cup hemiarthroplasty in the rheumatoid shoulder: a retrospective evaluation of 39 patients followed for 2-6 years. *Acta Orthop Scand* 71, 180-184
- Baer WS (1918): Arthroplasty with the aid of animal membrane. *Amer J Orthop Surg* 16, 1-8
- Barrett WP, Franklin JL, Jackins SE, Wyss CR, Matsen FA, 3rd (1987): Total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 69, 865-872
- Blauth W, Donner K (1979): Zur Geschichte der Arthroplastik. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 117, 997-1006
- Boileau P, Sinnerton RJ, Chuinard C, Walch G (2006): Arthroplasty of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 88, 562-575
- 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, 857-865
- Brown JE, Mc GW, Shaw DT (1958): Use of cutis as an interposing membrane in arthroplasty of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 40-A, 1003-1018
- Buchner M, Eschbach N, Loew M (2008): Comparison of the short-term functional results after surface replacement and total shoulder arthroplasty for osteoarthritis of the shoulder: a matched-pair analysis. *Arch Orthop Trauma Surg* 128, 347-354
- Buck FM, Jost B, Hodler J (2008): Shoulder arthroplasty. *Eur Radiol* 18, 2937-2948
- Burgess DL, McGrath MS, Bonutti PM, Marker DR, Delanois RE, Mont MA (2009): Shoulder resurfacing. *J Bone Joint Surg Am* 91, 1228-1238
- Cofield RH (1979): Total joint arthroplasty. The shoulder. *Mayo Clin Proc* 54, 500-506

- Cofield RH (1984): Total shoulder arthroplasty with the Neer prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 66, 899-906
- Constant CR, Murley AH (1987): A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 160-164
- Fakler JK, Gresens M, Müller C, Melzer C (2010): 2- bis 6-Jahresergebnisse eines zementierten humeralen Oberflächenersatzes (DUROM Cup) an der Schulter. *Orthopädische Praxis* 46, 385-391
- Fenlin JM, Jr., Ramsey ML, Allardyce TJ, Frieman BG (1994): Modular total shoulder replacement. Design rationale, indications, and results. *Clin Orthop Relat Res* 37-46
- Fenlin JM, Jr., Vaccaro A, Andreychik D, Lin S (1990): Modular total shoulder: early experience and impressions. *Semin Arthroplasty* 1, 102-111
- Fink B, Singer J, Lamla U, Ruther W (2004): Surface replacement of the humeral head in rheumatoid arthritis. *Arch Orthop Trauma Surg* 124, 366-373
- Fürst M, Fink B, Ruther W (2007): The DUROM cup humeral surface replacement in patients with rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 89, 1756-1762
- Fürst M, Fink B, Ruther W (2008): The DUROM cup humeral surface replacement in patients with rheumatoid arthritis. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 90 Suppl 2 Pt 2, 287-298
- Gartsman GM, Russell JA, Gaenslen E (1997): Modular shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 6, 333-339
- Godeneche A, Boileau P, Favard L, Le Huec JC, Levigne C, Nove-Josserand L et al. (2002): Prosthetic replacement in the treatment of osteoarthritis of the shoulder: early results of 268 cases. *J Shoulder Elbow Surg* 11, 11-18
- Habermeyer P, Ebert T (1999): Aktueller Entwicklungsstand und Perspektiven der Schulterendoprothetik. *Unfallchirurg* 102, 668-683

- Hawkins RJ, Bell RH, Jallay B (1989): Total shoulder arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 188-194
- Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C (1996): Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). Am J Ind Med 29, 602-608
- Irlenbusch U, Berth A, Blatter G, Zenz P (2011): Variability of medial and posterior offset in patients with fourth-generation stemmed shoulder arthroplasty. Int Orthop
- Jerosch J, Heisel J (2003): Schulterendoprothetik: eine Standortbestimmung. Dt Ärztebl 100, A2366-2377
- Jerosch J, Schunck J, Morsy MG (2008): Oberflächenersatz bei Rotatorenmanschettendefektarthropathie mit erhaltener Subscapularisfunktion. Z Orthop Unfall 146, 206-210
- Jonsson E, Brattstrom M, Lidgren L (1988): Evaluation of the rheumatoid shoulder function after hemiarthroplasty and arthrodesis. Scand J Rheumatol 17, 17-26
- Jonsson E, Egund N, Kelly I, Rydholm U, Lidgren L (1986): Cup arthroplasty of the rheumatoid shoulder. Acta Orthop Scand 57, 542-546
- Kolbel R, Friedebold G (1973): Möglichkeiten der Alloarthroplastik an der Schulter. Arch Orthop Unfallchir 76, 31-39
- Kolbel R, Friedebold G (1975): Schultergelenkersatz. Z Orthop Ihre Grenzgeb 113, 452-454
- König F (1912): Über Implantation von Elfenbein zum Ersatz von Knochen- und Gelenkenden. Verh dtsch Ges Chir 41, 41-43
- König F (1913): Über die Implantation von Elfenbein zum Ersatz von Knochen- und Gelenkenden. Beitr klin Chir 85, 91-114

- Langenbeck von B (1974): Über die Endresultate der Gelenkresektionen im Kriege. Langenbecks Arch klin Chir 16, 340-356
- Lettin AW (1980): Total joint replacement. Br J Hosp Med 24, 328, 330, 333-324
passim
- Lettin AW, Copeland SA, Scales JT (1982): The Stanmore total shoulder replacement. J Bone Joint Surg Br 64, 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, 213-221
- Levy O, Copeland SA (2004): Cementless surface replacement arthroplasty (Copeland CSRA) for osteoarthritis of the shoulder. J Shoulder Elbow Surg 13, 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-A, 512-518
- Lexer E (1908a): Freie Knochenplastik, Gelenksteifigkeit, Gelenktransplantation. Arch klin Chir 86, 939-947
- Lexer E (1908b): Über Gelenktransplantationen. Langenbecks Arch klin Chir 90, 263-268
- Lexer E (1917): Die Beweglichmachung versteifter Gelenke mit und ohne Gewebzwischenlagerung. Zbl Chir 44, 2-7
- Marquardt W, Steinbeck J: Oberflächenersatz. In: AE-Manual der Endoprothetik. Schulter.; hrsg. v. Loew M; Springer, Heidelberg 2010, S. 40-45
- Marquardt W, Witt KA, Steinbeck J: Schulterendoprothetik. In: Endoprothetik; hrsg. v. Krukemeyer MG, Möllenhoff G; de Gruyter, Berlin 2009, S. 30-62
- McElwain JP, English E (1987): The early results of porous-coated total shoulder arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 217-224

- Mullett H, Levy O, Raj D, Even T, Abraham R, Copeland SA (2007): Copeland surface replacement of the shoulder. Results of an hydroxyapatite-coated cementless implant in patients over 80 years of age. *J Bone Joint Surg Br* 89, 1466-1469
- Murphy JB (1913): Arthroplasty. *Ann Surg* 57, 593-600
- Neer CS, 2nd (1974): Replacement arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am* 56, 1-13
- Neer CS, 2nd (2011): The classic: Articular replacement for the humeral head. 1955. *Clin Orthop Relat Res* 469, 2409-2421
- Neer CS, 2nd, Watson KC, Stanton FJ (1982): Recent experience in total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Am* 64, 319-337
- Nwakama AC, Cofield RH, Kavanagh BF, Loehr JF (2000): Semiconstrained total shoulder arthroplasty for glenohumeral arthritis and massive rotator cuff tearing. *J Shoulder Elbow Surg* 9, 302-307
- Payr E (1910): Gelenksteifen und Gelenkplastik. *Verh dtsch Ges Chir* 41, 516-523
- Pean JE (1894): Des moyens prothetique destines a obtenir la reparation de parties osseuses. (Nachdruck: *Clin Orthop Relat Res* [1973], 94: 4-7). *Gaz de Hop Paris* 67, 291-302
- Pospeschill M: *Statistische Methoden*; Elsevier, Heidelberg 2006
- Post M, Haskell SS, Jablon M (1980): Total shoulder replacement with a constrained prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 62, 327-335
- Raiss P, Kasten P, Baumann F, Moser M, Rickert M, Loew M (2009): Treatment of osteonecrosis of the humeral head with cementless surface replacement arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 91, 340-349
- Raiss P, Pape G, Becker S, Rickert M, Loew M (2010): Der zementfreie Oberflächenersatz bes Humeruskopfes bei Patienten unter 55 Jahren. *Orthopäde* 39, 201-208

- Reeves B, Jobbins B, Flowers F, Dowson D, Wright V (1972): Some problems in the development of a total shoulder endo-prosthesis. *Ann Rheum Dis* 31, 425-426
- Reimers TC (1970): Zur geschichtlichen Entwicklung gelenkplastischer Eingriffe. *Chir plast reconstr* 7, 2-9
- Robertson DD, Yuan J, Bigliani LU, Flatow EL, Yamaguchi K (2000): Three-dimensional analysis of the proximal part of the humerus: relevance to arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 82-A, 1594-1602
- Rüther W (2002): Durom® Shoulder Cup - Operationstechnik. Fa. Zimmer Germany, Freiburg.
- Rydholm U, Sjögren J (1993): Surface replacement of the humeral head in the rheumatoid shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 2, 286-295
- Sachs L: *Angewandte Statistik*. 11. Aufl.; Springer, Berlin 2004
- Scalise JJ, Miniaci A, Ianotti J (2008): Resurfacing arthroplasty of the humerus: Indications, surgical technique and clinical results. *Curr Orthop Pract* 19, 443-450
- Steffee AD, Moore RW (1984): Hemi-resurfacing arthroplasty of the shoulder. *Contemp Orthop* 9, 51-59
- Thomas SR, Wilson AJ, Chamblor A, Harding I, Thomas M (2005): Outcome of Copeland surface replacement shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 14, 485-491
- Torchia ME, Cofield RH, Settegren CR (1997): Total shoulder arthroplasty with the Neer prosthesis: long-term results. *J Shoulder Elbow Surg* 6, 495-505
- Walch G, Boileau P (1999): Prosthetic adaptability: a new concept for shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 8, 443-451
- Wretenberg PF, Wallensten R (1999): The Kessel total shoulder arthroplasty. A 13- to 16-year retrospective followup. *Clin Orthop Relat Res* 100-103

Zhang W, Mow CS, Wiedel JD (2000): Unconstrained shoulder arthroplasty. Chin J Traumatol 3, 72-75

Zippel J (1972): [Complete shoulder joint prosthesis of plastic and metal]. Biomed Tech (Berl) 17, 87-91

Zippel J (1973): Arthroplastik des Schultergelenkes. Orthopäde 2, 107-109

9 Danksagung

Ich möchte mich hiermit bei Herrn Prof. Dr. med. Rolf Haaker, Leiter der Abteilung für Orthopädie und Traumatologie des St. Vincenz Hospitals Brakel, bedanken, der mir die Möglichkeit gegeben hat, diese Arbeit unter seiner Leitung durchzuführen.

Besonderen Dank auch an die gesamte Arbeitsgruppe für die freundschaftliche Arbeitsatmosphäre, viele wertvolle Anregungen und stete Hilfsbereitschaft, die wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Bei meinen Eltern, meiner Frau und meinen Kindern möchte ich mich ganz besonders herzlich bedanken für die uneingeschränkte, liebevolle und vielseitige Unterstützung während meines Studiums, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

10 Lebenslauf

Name:	Saad
Vorname:	Fouzi
Geburtsort:	Damaskus
Geburtsdatum:	05.05.1976
Familienstand:	verheiratet, 2 Söhne
1980-1987	Besuch der Grundschule in Damaskus
1987-1990	Besuch der Mittelschule in Damaskus
1990-1993	Besuchs des Gymnasiums wissenschaftlicher Fachrichtung in Damaskus
1993-1999	Studium der Medizin an der Universität Damaskus, Abschluss als Dr. med. mit dem Prädikat „gut“
1997	6 Monate AiP im französischen Hospital in Damaskus
01.02.2000-01.10.2003	Tätigkeit in der Notfallabteilung des italienischen Krankenhauses in Damaskus
2001-05.05.2003	Assistenzarzt der Abteilung für allgemeine Chirurgie am Militärkrankenhaus in Damaskus
01.12.2003-14.03.2004	Hospitation in der orthopädischen Abteilung des St. Elisabeth-Hospitals in Gütersloh
15.03.2004-31.03.2008	Assistenzarzt in der orthopädischen Abteilung des St. Elisabeth-Hospitals in Gütersloh unter Leitung von Prof. Dr. med. Küster und ab dem 01.10.2007 unter der Leitung von PD Dr. med. Boudriot
01.04.2008	Assistenzarzt in der orthopädischen und unfallchirurgischen Abteilung des St. Vincenz-Hospitals in Brakel unter Leitung von Prof. Dr. med. Haaker
25.09.2010	Anerkennung als Facharzt für Orthopädie